



FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

CFUO

Année 2023-2024

Mémoire en vue de l'obtention du certificat de capacité d'orthophonie

Présenté par

Rémy Vernay

Effets cognitifs de la pratique des jeux vidéo chez  
l'enfant : le rôle de l'émotion

Co-directeurs de mémoire :

Monsieur Eric Lambert, Professeur des Universités à l'Université de Poitiers

Monsieur Manuel Gimenes, Maître de Conférences à l'Université de Poitiers

Autres membres du jury :

Madame Lauriane Véron-Delor, Maître de Conférences à l'Université de Poitiers

Madame Léa Martinez, Post-Doctorante à l'Université de Poitiers

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie mes directeurs de mémoire : Monsieur Lambert, pour sa confiance et son encadrement lors de ces deux années, Monsieur Gimenes, pour sa disponibilité et sa bienveillance.

Je remercie également Madame Lauriane Véron-Delor et Madame Léa Martinez, pour l'intérêt qu'elles portent à ce travail.

Merci aux enseignants, élèves et parents d'élèves de l'école élémentaire Louis Blériot, qui ont permis la mise en place de cette étude.

Finalement, je remercie mes camarades de promotion pour leur soutien, et les enseignants pour leur pédagogie.

## SOMMAIRE

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	5
<b>2. PARTIE THEORIQUE</b> .....	6
2.1. LE JEU VIDEO EN ORTHOPHONIE.....	6
2.1.1. DEFINITION .....	6
2.1.2. LE JEU VIDEO COMME OUTIL MOTIVATIONNEL .....	7
2.1.3. LE JEU VIDEO COMME OUTIL DE REMEDIATION.....	7
2.2. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO .....	8
2.2.1. COGNITION .....	8
2.2.2. ENJEUX DU DEVELOPPEMENT COGNITIF .....	8
2.2.3. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO.....	9
2.2.3.1. JEU VIDEO D’ACTION .....	9
2.2.3.2. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO A LONG TERME .....	9
2.2.3.3. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO A COURT TERME .....	10
2.2.3.4. ORIGINE DES EFFETS COGNITIFS .....	11
2.3. EMOTION.....	12
2.3.1. DIMENSIONS NEUROPHYSIOLOGIQUES DE VALENCE ET D’EVEIL .....	12
2.3.2. MUSIQUE ET EMOTION .....	13
2.4. PROBLEMATIQUE.....	14
<b>3. METHODE</b> .....	15
3.1. POPULATION .....	15
3.2. MATERIEL.....	15
3.3. PROCEDURE .....	18
<b>4. RESULTATS</b> .....	18
4.1. « JEU » VS « NON-JEU ».....	19
4.2. « JEU TEMPO RAPIDE » VS « JEU TEMPO LENT ».....	20
4.3. « JOUEURS OCCASIONNELS ».....	21
4.4. « JOUEURS » VS « NON-JOUEURS » .....	23
<b>5. DISCUSSION</b> .....	26
5.1. RAPPELS.....	26
5.1.1. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE RECHERCHE .....	26
5.1.2. PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS .....	27
5.2. DISCUSSION DES RESULTATS .....	27
5.2.1. EFFETS COGNITIFS A COURT TERME.....	27

5.2.1.1.	GENRE DU JEU .....	28
5.2.1.2.	SENSIBILITE DES TESTS COGNITIFS .....	29
5.2.1.3.	STABILITE DE L'EVEIL .....	29
5.2.1.4.	HETEROGENEITE DE L'ECHANTILLON .....	31
5.2.2.	EFFETS COGNITIFS A LONG TERME .....	32
5.3.	OUVERTURES ET PERSPECTIVES .....	32
5.3.1.	EFFETS SONORES DU JEU VIDEO .....	32
5.3.2.	UN SUIVI EMOTIONNEL .....	33
5.3.3.	UNE VALENCE NEGATIVE .....	33
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>34</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>35</b>
	<b>ANNEXES</b> .....	<b>40</b>
	<b>RESUME</b> .....	<b>47</b>

## 1. INTRODUCTION

Largement apprécié par les adultes et les enfants, le jeu vidéo est souvent catégorisé parmi les écrans, aux côtés du visionnage de films ou de vidéos. Toutefois, sa complexité cognitive a suscité un intérêt vif de la part de la recherche.

La plupart des articles scientifiques évaluant les effets cognitifs des jeux vidéo ont étudié des populations d'adultes (notamment, des jeunes adultes). L'étude présente s'est intéressée aux enfants, en particulier aux enfants d'école élémentaire qui représentaient en 2019 la moitié des patients mineurs suivis en orthophonie (Guignon et al., 2024). Encore en développement cognitif (Icenogle et al., 2019) ces derniers pourraient être les principaux bénéficiaires des effets cognitifs des jeux vidéo.

Cependant, l'origine de ces effets laisse encore place au doute. Afin de pouvoir envisager une utilisation des jeux vidéo comme outils thérapeutiques personnalisés et fonctionnels, l'origine des effets cognitifs observés doit être explorée davantage. Les jeux vidéo d'action suscitent un intérêt marqué des chercheurs pour les effets cognitifs qu'ils entraînent, mais la raison de ces effets n'est pas claire. Les exigences cognitives induites par ces jeux pourraient en partie expliquer ces effets, cependant une autre hypothèse prend de l'ampleur depuis des années. Il semblerait que des états émotionnels positifs et actifs participeraient à cette augmentation cognitive (Franceschini et al., 2022). Le niveau d'amusement ressenti par le joueur serait déterminant, en vue de bénéficier de tels effets.

En vue d'explorer le rôle de l'émotion dans les effets cognitifs des jeux vidéo, l'étude présente a entrepris d'évaluer l'impact cognitif d'un jeu vidéo d'action sur des enfants tout-venants de CM1 et CM2. À ce jour, très peu d'études semblent avoir étudié le lien entre l'émotion et les effets cognitifs des jeux vidéo dans cette population. Des variations émotionnelles étaient souhaitables en vue de mieux comprendre le rôle de l'émotion sur ces effets ; en manipulant le tempo musical de la musique écoutée pendant le jeu vidéo, des états positifs et actifs étaient attendus chez les joueurs.

Ce travail abordera l'introduction et l'utilisation du jeu vidéo dans la prise en soin orthophonique, puis traitera des principaux effets cognitifs observés, avant de consacrer une courte section à l'étude de l'émotion. La méthodologie et les résultats obtenus seront ensuite détaillés, puis reliés à la littérature scientifique. Finalement, ce travail reviendra sur l'importance d'une meilleure compréhension de ces effets dans une perspective thérapeutique.

## 2. PARTIE THEORIQUE

Le marché mondial du jeu vidéo est en progression constante. Estimé à 217 milliards de dollars en 2022 (Grand View Research, 2023), il ne cesse de croître en raison d'aspects qualitatifs, par une meilleure expérience de jeu grâce à une connectivité et une réalité augmentées, et d'aspects quantitatifs, par l'augmentation de l'accessibilité. Le groupe IGN (Imagine Games Network) estimait à plus de 3 milliards le nombre de joueurs en 2020, mais ce nombre pourrait s'élever à 3,8 milliards d'ici 2030 (Tadesse, 2023).

Si la définition du « joueur vidéo » est souvent floue, ces chiffres offrent un aperçu de la dynamique de ce loisir controversé et s'accordent sur sa place croissante au sein de notre société.

### 2.1. LE JEU VIDEO EN ORTHOPHONIE

#### 2.1.1. DEFINITION

Le jeu vidéo peut être défini comme un « jeu électronique doté d'une interface utilisateur permettant une interaction humaine ludique en générant un retour visuel sur un dispositif vidéo » (« Jeu vidéo », 2024). Cette définition permet de le distinguer d'autres habitudes numériques moins interactionnelles, telles que le visionnage de films et séries, ou de vidéos sur le net. En raison de sa composante numérique, le jeu vidéo se distingue généralement d'autres activités ludiques telles que les activités sportives, ou les jeux de société, bien que les frontières entre ces activités soient flexibles.

L'aspect ludique généralement présent en séance d'orthophonie représente une différence notable par rapport à l'environnement scolaire. Le jeu occupe une place importante dans cette profession pour plusieurs raisons. D'une part, il suscite un élan motivationnel chez le patient qui facilite l'atteinte des objectifs thérapeutiques. D'autre part, il permet d'instaurer une rupture avec le cadre scolaire, parfois anxiogène chez l'enfant du fait de ses difficultés, redéfinissant ainsi son rapport au travail. Essentiel à la pratique, le jeu occupe les étagères des orthophonistes, et de nombreux sites présentent du matériel ludique à destination des praticiens. Traditionnellement proposé sous forme concrète (jeu de société, figurines, pâte à modeler...), le jeu d'orthophonie s'est élargi pour inclure des modalités numériques au cours des dernières années.

Suite aux confinements liés à la pandémie de Covid-19 (Coronavirus Disease 2019), les pratiques orthophoniques ont pu être ajustées afin d'assurer la continuité des prises en soin. La

mise en place du télésoin (ou « téléorthophonie »), rendue possible par l'arrêté du 25 mars 2020, a entraîné des adaptations au suivi à distance, notamment vis-à-vis du matériel employé, de nombreux orthophonistes s'essayant au numérique. D'après le sondage « Pratique de la téléorthophonie pendant le confinement » proposé par la FOF (Fédération des Orthophonistes de France) en avril 2020, l'outil numérique s'est révélé important pour maintenir le lien menacé par les confinements, et de manière globale semble avoir permis de manière satisfaisante la continuité de la prise en soin. Une adaptation des moyens traditionnellement employés en séance ont alors été nécessaires.

### 2.1.2. LE JEU VIDEO COMME OUTIL MOTIVATIONNEL

Si les jeux de société classiquement utilisés en orthophonie représentent une alternative au temps d'écran quotidien en progression constante (*Digital Around the World, 2024*) l'introduction progressive des jeux vidéo pourrait agir de manière positive sur la motivation des patients. Aux Etats-Unis, des sites développés par des orthophonistes proposent des jeux vidéo à utiliser en séance, permettant une compatibilité avec le télésoin ([www.thedigitalslp.com](http://www.thedigitalslp.com)), ainsi qu'une augmentation de la motivation du patient ([slpvideogames.com](http://slpvideogames.com)). Ce dernier propose des jeux à utiliser en alternance avec le travail ; en mettant le jeu en pause, des *flashcards* (cartes mémoire) apparaissent à l'écran. Cette manière d'utiliser le jeu vidéo peut être intéressante en téléorthophonie, car elle favorise une forte implication du patient malgré la distance.

### 2.1.3. LE JEU VIDEO COMME OUTIL DE REMEDIATION

Si la forte valeur motivationnelle du jeu vidéo peut le rendre idéal dans le cadre de séances construites selon une alternance entre jeu et travail, le jeu peut être utilisé plus directement dans une approche de remédiation.

Développé par une équipe pluridisciplinaire regroupant notamment des orthophonistes, pédopsychiatres et neuropsychologues, et validé par un protocole scientifique, le jeu *Poppins* aurait démontré une efficacité chez des enfants présentant un TSAp (Trouble Spécifique des Apprentissages) avec déficit de la lecture, améliorant les scores en lecture ; en précision comme en temps (<https://www.poppins.io/>). Cette amélioration induite par un entraînement au rythme musical serait expliquée par la proximité des aires de traitement du langage et de la musique.

Certains jeux mis en avant par Karine Harrar Eskinazi sur le site du Collège Français d'Orthophonie (<https://www.college-francais-orthophonie.fr/le-cfo/>) entraîneraient des processus sous-jacents à la lecture. Parmi ces jeux, *Legends of Hoa'Manu* (Zaffiria, 2021)

serait à l'origine d'effets exécutifs et attentionnels (Pasqualotto et al., 2022), tandis que le logiciel *Switchipido* améliorerait la focalisation locale/globale parfois déficitaire chez les enfants porteurs d'un trouble spécifique des apprentissages avec déficit de la lecture (Bedoin, 2017). Dans une perspective de remédiation cognitive plus globale, le jeu *Lumosity* (Lumos Labs, 2007) entraînerait des compétences attentionnelles, mnésiques, ou encore exécutives, d'après Hardy et al. (2015).

Le jeu vidéo semble être progressivement introduit au sein de la prise en soin orthophonique. Si des préoccupations liées à la pratique parfois abusive du jeu peuvent être compréhensibles, son utilisation contrôlée dans un cadre thérapeutique est à différencier de l'utilisation personnelle. Un partenariat parental serait par ailleurs souhaitable afin d'encadrer cette éventuelle pratique, permettant par la même occasion de prévenir plus directement des risques de la surexposition aux écrans. Les données probantes concernant le potentiel thérapeutique de certains jeux tels que *Poppins* pourraient également offrir une première aide aux nombreuses familles soucieuses d'accéder au suivi orthophonique. Bien que le jeu vidéo ne puisse en aucun cas se substituer à la prise en soin, son utilisation comme approche initiale ou en complément du suivi pourrait constituer une solution face aux délais importants des listes d'attente. Avec une densité moyenne d'orthophonistes en France de 135 pour 100 000 mineurs en 2019 (Guignon et al., 2024), la réponse à la demande de soins constitue un enjeu majeur de santé publique.

## 2.2. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO

### 2.2.1. COGNITION

La cognition désigne « l'ensemble des processus mentaux qui se rapportent à la fonction de connaissance » (« cognition », 2024). Ces processus font intervenir la mémoire, le langage, le raisonnement, l'apprentissage, l'intelligence, la résolution de problèmes, la prise de décision, la perception ou l'attention.

### 2.2.2. ENJEUX DU DEVELOPPEMENT COGNITIF

Certaines habiletés cognitives prédiraient la réussite scolaire. D'après Tikhomirova et al. (2020), les performances en vitesse de traitement de l'information, mémoire de travail visuospatiale, sens du nombre et intelligence fluide seraient liées à de meilleures performances en mathématiques, langage, et biologie chez des enfants de 6 à 19 ans. Le niveau de fonctionnement exécutif, nécessaire à l'atteinte d'un but, prédirait les performances des enfants au développement typique en école élémentaire d'après la méta-analyse de Cortés Pascual et

al. (2019). Les fonctions cognitives sont primordiales dans la réussite académique. Leur développement atteindrait cependant un plateau vers la fin de l'adolescence, lorsque les fonctions exécutives arrivent à maturité (Icenogle et al., 2019). De potentiels effets cognitifs pourraient donc être optimisés chez l'enfant. Le fort capital motivationnel des jeux vidéo auprès de cette population pourrait se révéler particulièrement efficace en contexte thérapeutique, au vu des potentiels effets cognitifs induits.

### 2.2.3. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO

Les jeux vidéo peuvent être regroupés en différents genres : jeux d'action, jeux d'aventure, jeux de puzzle, jeux de rôle, jeux de simulation ou encore jeux de stratégie (« List of Video Game Genres », 2024). Du fait de ses caractéristiques spécifiques et de son fort potentiel d'augmentation cognitive, le jeu d'action intéresse grandement la recherche.

#### 2.2.3.1. JEU VIDEO D'ACTION

Le jeu vidéo d'action regroupe plusieurs sous-genres : jeux de combat, *beat them all*, jeux de tir, jeux de rythme, et jeux de plateformes (« Action Game », 2024). S'il est aujourd'hui difficile de catégoriser les jeux vidéo en raison de caractéristiques communes, certaines caractéristiques propres aux jeux d'action incluraient la présence de stimuli particulièrement brefs et rapides, la préparation et l'exécution rapide de plans d'action en lien avec une pression temporelle importante, une imprévisibilité temporelle et spatiale, ainsi qu'un traitement périphérique important (Green et al., 2010). Notamment, les FPS (*First Person Shooter* : jeu de tir à la première personne) et les TPS (*Third Person Shooter* : jeu de tir à la troisième personne) représenteraient des jeux d'action prototypiques. Vu leurs caractéristiques, les jeux d'action sollicitent certaines fonctions cognitives de manière exigeante, comparativement aux jeux d'autres genres (jeux de « non-action »). Cela explique l'intérêt de nombreuses études pour leurs potentiels effets cognitifs.

#### 2.2.3.2. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO A LONG TERME

Afin d'observer un potentiel lien entre la pratique des jeux d'action et le fonctionnement cognitif, des études transversales ont comparé les performances de « joueurs » aux performances de « non-joueurs ».

Selon Chopin et al. (2019), les jeunes adultes jouant à des jeux d'action bénéficieraient d'un effet perceptuel, par rapport aux « non-joueurs », notamment en modalité visuelle et auditive. Des effets de vitesse pourraient également être observés chez les joueurs ; une méta-analyse de

Dye et al. (2009) a mis en avant, à travers une analyse de sept études, une vitesse de traitement cognitif accrue chez des joueurs de jeux vidéo d'action, comparativement à des « non-joueurs ». De manière importante, cette rapidité perceptuelle et attentionnelle n'était pas accompagnée d'une diminution de la précision, signe d'une réelle augmentation cognitive plutôt qu'un compromis « vitesse-précision ». Les joueurs bénéficieraient également de capacités de flexibilité cognitive supérieures aux « non-joueurs », avec des coûts cognitifs moins importants en changement de tâche (*task-switching*), selon Green et al. (2012).

Plus globalement, une méta-analyse de Bediou et al. (2023) révèle que la pratique régulière de jeux vidéo d'action pourrait entraîner au long terme une amélioration significative de certaines fonctions cognitives telles que la perception, l'attention *top-down* (de haut en bas), la cognition spatiale, le changement de tâche/multitâche (*task-switching/multitasking*), l'inhibition, la cognition verbale ou encore la résolution de problèmes. Des effets significatifs étaient constatés en vitesse ainsi qu'en précision.

Le lien de causalité entre les augmentations cognitives et la pratique des jeux vidéo a cependant fait l'objet de questionnements. Deux interprétations étaient considérées. D'un côté, la pratique régulière des jeux vidéo pourrait entraîner les fonctions cognitives, de l'autre, les participants dotés de fonctions cognitives supérieures seraient davantage amenés à jouer, en raison d'une plus forte attirance envers ces jeux et/ou d'une relative facilité à les appréhender (Dale et al., 2020 ; Green & Bavelier, 2008 ; Powers et al., 2013). Des études interventionnelles ont alors permis d'identifier la causalité de ce lien.

#### 2.2.3.3. EFFETS COGNITIFS DES JEUX VIDEO A COURT TERME

Plutôt que de comparer les performances de joueurs et de « non-joueurs » à un instant t, des études ont entrepris d'entraîner des participants (notamment des « non-joueurs ») à des jeux vidéo afin de mettre en évidence d'éventuels effets à court terme, concluant ainsi à un lien de causalité entre le jeu et le niveau de fonctionnement cognitif.

Green et Bavelier (2003) ont mis en évidence des effets à court terme d'un jeu vidéo d'action sur les capacités attentionnelles de « non-joueurs ». Ces derniers bénéficiaient d'une intervention prenant la forme d'un jeu d'action, avec un temps de jeu d'une heure par jour, sur une durée de dix jours. Leurs performances cognitives étaient évaluées avant et après l'intervention. En parallèle, un groupe contrôle jouait à un jeu de « non-action ». Les deux groupes montraient des performances améliorées en post-test, et les performances des « non-

joueurs » après le jeu d'action étaient supérieures à celles des « non-joueurs » après le jeu de « non-action ».

Des effets à court terme étaient également observés chez des joueurs réguliers. Obana et Kozhevnikov (2012) ont ainsi mis en évidence des effets à court terme d'un jeu vidéo d'action (FPS) sur les capacités visuo-spaciales et visuo-attentionnelles de jeunes adultes joueurs, pour un temps de jeu de 30 minutes. Les effets induits s'estompaient après 30 minutes de repos. Ces temps de jeux amélioraient temporairement les performances dans des tâches de mémoire visuelle, d'attention, et de rotation mentale. Essentielles dans les sciences mathématiques et d'ingénierie, les performances en rotation mentale étaient également améliorées chez des étudiants selon l'étude de Feng et al. (2007).

Dans leur étude, Franceschini et al. (2013) proposaient des mini-jeux d'action ou de « non-action » issus d'un jeu commercial (*Rayman contre les lapins crétins*) à des enfants dyslexiques. Après douze heures de jeu réparties sur neuf sessions de quatre-vingts minutes, la vitesse de lecture des enfants diminuait de manière significative par rapport aux performances en pré-test, uniquement après les mini-jeux d'action, et sans pour autant sacrifier les scores en précision (scores stables). L'effet de vitesse concernait à la fois la lecture de mots et de pseudomots. De manière intéressante, ces effets surpassaient l'efficacité d'approches classiques de remédiation de la lecture. Globalement, la méta-analyse de Bediou et al. (2023) montrait, parmi les différents domaines cognitifs étudiés, une amélioration significative en attention *top-down* seulement. Parmi les deux variables dépendantes considérées (précision et vitesse), des améliorations significatives concernaient la précision uniquement.

Des effets cognitifs sont donc observés à long terme chez des joueurs réguliers, mais également à court terme après un entraînement, notamment sur des tâches attentionnelles. La pratique du jeu vidéo serait donc la cause d'effets cognitifs fréquemment observés chez les « joueurs ». Cependant, l'origine exacte des effets observés est encore incertaine.

#### 2.2.3.4. ORIGINE DES EFFETS COGNITIFS

Dans leur étude, Obana et Kozhevnikov (2012) emploient l'expression *flow state* (état de flow) pour décrire cet état cognitif augmenté, qui selon eux ne résulte pas seulement des caractéristiques du jeu vidéo d'action. Plus récemment, Kozhevnikov et al. (2018) mettent en avant l'importance d'une activation émotionnelle élevée pour parvenir à un gain cognitif, tandis que Franceschini et al. (2022) soulignent le rôle clé des émotions positives. Dans la deuxième partie de leur étude, ces auteurs mesuraient les performances en lecture de jeunes adultes après

un temps de jeu vidéo de 20 minutes. Deux jeux étaient proposés à une semaine d'intervalle avec contrebalancement : un jeu d'action et un jeu d'un autre genre (jeu de combat) davantage susceptible de faire varier l'état émotionnel du joueur. Des corrélations significatives étaient observées entre les variations de l'amusement (états d'amusement induits par le jeu d'action et par le jeu de « non-action ») et les variations des performances en lecture. Indépendamment des caractéristiques du jeu (action ou « non-action »), les performances en lecture (précision et vitesse) augmentaient avec l'état d'amusement induit par le jeu.

Cela remet en question l'origine des effets cognitifs des jeux vidéo, qui semblaient jusqu'alors étroitement liés aux caractéristiques spécifiques des jeux. Les effets cognitifs relativement importants des jeux vidéo d'action pourraient donc être en partie expliqués par certains états émotionnels induits par ces jeux, notamment des états positifs et actifs. L'émotion représente donc une piste relativement nouvelle, encore peu étudiée en lien avec les effets cognitifs des jeux vidéo.

### 2.3. EMOTION

Il est difficile de proposer une définition de l'émotion, en raison de sa complexité intrinsèque et des nombreuses théories qui cherchent à l'expliquer, sans réel consensus. Si certains chercheurs attribuent un réseau neuronal spécifique à chaque émotion, d'autres ne conçoivent pas des catégories distinctes d'émotions, mais envisagent plutôt un spectre défini par des valeurs de valence et d'éveil interprétées cognitivement (Posner et al., 2005).

#### 2.3.1. DIMENSIONS NEUROPHYSIOLOGIQUES DE VALENCE ET D'EVEIL

En 1999, Russell et Barrett introduisaient l'affect central (*core affect*) comme un état neurophysiologique de base (Russell & Barrett, 1999) ; un ressenti ou *feeling* (Russell, 2003) pré-conceptuel et primitif (Russell, 2009). Cet affect de base proviendrait de deux systèmes neurophysiologiques indépendants :

- la valence, avec des pôles plaisir (positif) et déplaisir (négatif),
- l'éveil (ou activation), avec des pôles intense et calme.

Les valeurs des deux dimensions combinent pour former un état neurophysiologique, prenant occasionnellement la forme d'une émotion prototypique selon le niveau d'interprétation cognitive associé. La peur se manifesterait par exemple par un état globalement négatif et actif.

En raison de leur accessibilité par la conscience, et de leur utilisation courante au sein de la recherche, ces dimensions constituent des variables intéressantes en vue d'étudier le lien entre l'émotion et les effets cognitifs des jeux vidéo. Des fluctuations émotionnelles seraient intéressantes à observer en vue mieux comprendre cette relation.

Afin d'amener des variations émotionnelles chez le joueur, certains outils peuvent être considérés. Parmi ceux-ci, la musique semble être un outil pertinent, du fait de sa fréquente association aux jeux vidéo.

### 2.3.2. MUSIQUE ET EMOTION

Une étude de (Droit-Volet et al., 2013) a manipulé différents paramètres musicaux afin de faire varier les niveaux de valence et d'éveil des auditeurs. Cette étude a joué sur l'inversion sonore en proposant une même piste audio à l'endroit (expérience plaisante) et à l'envers (déplaisante) afin de faire varier la valence. L'expérience était rendue plaisante lorsque la musique était jouée à l'endroit, déplaisante jouée à l'envers. Le niveau d'éveil subjectif variait selon le timbre : un thème orchestral l'activait davantage qu'un morceau de piano faisant intervenir moins d'instruments. Les résultats ont également montré qu'un même thème musical peut entraîner différentes activations de l'éveil selon le tempo (ou BPM : Battement Par Minute). Les thèmes musicaux à tempo rapide (184 BPM) augmentaient davantage le niveau d'éveil subjectif que les thèmes à tempo lent (72 BPM).

De manière similaire, Hofbauer et Rodriguez (2023) ont observé une relation linéaire entre le tempo et la représentation subjective du niveau d'éveil. Un tempo rapide (BPM > 110) entraînait chez les sujets une forte activation subjective de l'éveil, tandis qu'un tempo plus lent (BPM < 90) entraînait une activation plus faible.

Différents paramètres musicaux pourraient donc faire varier les niveaux d'éveil et de valence qui constituent les deux dimensions neurophysiologiques du modèle circomplexe des affects de Russell (Russell, 1980). Il était donc possible de proposer différentes versions d'un même thème musical au joueur lors de l'étude présente, dans le but d'induire certaines variations émotionnelles. Le choix du thème musical était important ; il devait correspondre au jeu vidéo proposé afin de reproduire des conditions écologiques de jeu, et d'augmenter l'immersion (Andersen et al., 2021).

Peu d'études ont à ce jour étudié l'influence du tempo musical en contexte de jeu vidéo. Celles-ci s'intéressaient à l'impact du tempo sur les performances de jeu (Lawrence, 2012 ; Levy,

2015), ou sur le niveau d'éveil (Niazi, 2011). Le travail de Niazi (2011) était notamment relevé pour son évaluation du lien entre le tempo musical et l'émotion, en condition de jeu. Les trois études n'ont pas observé de lien significatif entre les variables considérées, toutefois, seule l'étude de Niazi (2011) portait sur les jeux vidéo d'action. L'étude présente visait donc à explorer davantage l'influence du tempo sur le jeu vidéo d'action, en vue d'induire des variations émotionnelles chez le joueur.

#### 2.4. PROBLEMATIQUE

En générant des effets cognitifs à long terme chez les joueurs réguliers, ou des effets temporaires chez les « non-joueurs », les jeux vidéo semblent dotés d'un fort potentiel de remédiation cognitive encore peu exploité, tant dans les apprentissages qu'en thérapie. Leur utilisation semble augmenter dans le domaine de l'orthophonie, notamment pour entraîner certaines fonctions cognitives sous-jacentes à la lecture, mais les incertitudes liées à l'origine de leurs effets cognitifs font obstacle à leur personnalisation ainsi qu'à l'optimisation de leurs bénéfices. Si les caractéristiques du jeu semblent avoir une importance sur la nature des fonctions augmentées, d'autres facteurs pourraient mieux expliquer l'amplitude des effets observés. L'étude présente visait donc à poursuivre les recherches explorant le rôle de l'émotion dans les effets cognitifs des jeux vidéo.

Dans un premier temps, l'étude avait pour objectif d'identifier la présence ou non d'effets cognitifs liés à la pratique de jeu vidéo à court et long terme chez une population d'enfants tout-venants, encore peu étudiée. Etant donné les effets cognitifs observés chez des jeunes adultes typiques, ainsi que chez des enfants au développement atypique, des effets similaires pouvaient être anticipés dans la population étudiée. Dans un second temps, l'étude visait à poursuivre la recherche sur le rôle de l'émotion dans les effets cognitifs à court terme des jeux vidéo d'action. Pour ce faire, des paramètres musicaux étaient manipulés afin d'induire des variations émotionnelles, potentiellement liées à des variations dans les performances cognitives des participants. Des performances intra-individuelles augmentées étaient attendues en présence d'états émotionnels positifs et actifs.

### 3. METHODE

#### 3.1. POPULATION

Quarante-huit élèves ont participé à l'étude : 31 de cours moyen 1<sup>ère</sup> année (CM1), 17 de cours moyen 2<sup>e</sup> année (CM2), tous inscrits à l'école élémentaire Louis Blériot, Buc. Un formulaire de consentement était transmis aux familles des enfants des classes concernées (Annexe 1). Une autorisation parentale était requise pour chaque participation. Les données des participants ont été anonymisées, afin de rendre impossible leur identification par quelque moyen que ce soit et de manière irréversible. Les critères d'inclusion, de non-inclusion et d'exclusion étaient les suivants :

- Critère d'inclusion : élève de CM1 ou CM2.
- Critère de non-inclusion : absence prévue lors des semaines de passations.
- Critère d'exclusion : au moins une condition sur trois non effectuée.

#### 3.2. MATERIEL

Le jeu vidéo proposé était *Space Shooter – Galaxy Attack* (ISOFT, 2017), développé sur Android. Il s'agit d'un jeu de tir, un sous-genre du jeu vidéo d'action, fortement inspiré du jeu classique *Space Invaders* développé en 1978 par Taito. Un vaisseau spatial est contrôlé par les mouvements du doigt : le joueur vise des cibles tout en évitant leurs tirs. La musique et les bruitages du jeu étaient coupés lors des parties ; les enfants jouaient sur tablette avec un casque, afin que l'environnement sonore puisse être manipulé. La musique originale du jeu était remplacée par *Watercolor* de MLDJ (Maslov, 2021) ; cette musique libre de droits provenait de la bibliothèque Jamendo Music (*royalty free music for commercial use*). Ci-dessous, deux paramètres musicaux de ce thème musical :

- Mode = Ré Majeur.
- BPM = 126.

Le BPM (*Beats Per Minute*) a été manipulé via Fruity Loops Studio afin d'obtenir deux versions différentes :

- Version à tempo lent (BPM = 60).
- Version à tempo rapide (BPM = 140).

La musique était répétée en boucle pendant les vingt minutes de jeu vidéo. Elle était volontairement longue (version rapide égale à cinq minutes et cinquante-neuf secondes, version lente égale à treize minutes et cinquante-huit secondes) pour limiter la répétition, et ainsi éviter l'ennui chez l'auditeur. Elle semblait adaptée au jeu vidéo en question (musique de jeu de tir).

Deux questionnaires étaient présentés aux enfants :

- Le questionnaire SAM (*Self-Assessment Manikin*) permettait notamment une évaluation subjective des niveaux d'éveil et de valence émotionnelle du joueur (Bradley & Lang, 1994). Il était complété par les participants dans chaque condition avant les tests cognitifs (Annexe 2, Annexe 3). Trois questions supplémentaires étaient ajoutées à la suite des deux premières questions en condition « jeu » (Annexe 2), afin d'évaluer la qualité globale du jeu, son aspect amusant, et son niveau de difficulté.
- Le questionnaire « habitudes de jeu » évaluait la familiarité des participants avec les jeux vidéo (Annexe 4). Ce questionnaire a notamment permis de constituer les groupes « joueurs » et « non-joueurs ». Il était complété une seule fois, en condition contrôle, après réalisation des tests cognitifs.

Les enfants effectuaient trois tests cognitifs dans chaque condition. Les tests étaient réalisés sur ordinateur portable, pour une durée totale de vingt minutes. L'ordre de passation était le suivant :

- 1) RSVP (*Rapid Serial Visual Presentation* ; Présentation Rapide Visuelle et Sérielle), issu de la bibliothèque expérimentale Experiment Factory : une séquence de chiffres et de lettres apparaît très rapidement au centre de l'écran. L'enfant doit mémoriser les deux chiffres, puis les saisir à l'aide du clavier. Un entraînement est proposé dans un premier temps. Si l'enfant obtient au moins 50% de bonnes réponses, il peut démarrer l'épreuve. Sinon, il doit recommencer l'entraînement.

Les mesures concernaient le pourcentage de bonnes réponses (*accuracy*, précision).

- 2) *Visual search*, issu de la bibliothèque expérimentale PsyToolkit : l'enfant doit porter son attention sur certains stimuli, en inhibant les autres. Trois types de stimuli apparaissent à l'écran : T orange, T bleu, T orange renversé. L'enfant doit appuyer sur

la barre espace dès qu'il aperçoit un T orange, sinon il ne doit rien faire. Des affichages de cinq, dix, quinze ou vingt items lui sont présentés (cinquante affichages au total).

Les mesures concernaient le pourcentage de bonnes réponses et le temps de réaction (*reaction time* ou *rt*, en millisecondes).

3) *Local-global-letter* (local-global-lettre), issu de la bibliothèque expérimentale Experiment Factory : des grandes lettres (global) sont formées de petites lettres, toutes identiques (local). Elles apparaissent de façon variable en bleu ou en noir. L'enfant doit saisir la grande lettre ou la petite lettre selon la couleur – il doit donc se concentrer sur le global ou le local. Un entraînement est proposé dans un premier temps, avec retour (correct ou incorrect). Lorsque l'enfant a terminé l'entraînement, il démarre l'épreuve, cette fois-ci sans retour.

Les mesures concernaient le pourcentage de bonnes réponses et le temps de réaction en millisecondes. Quatre types de mesures étaient enregistrées lors de cette tâche :

- *Flex global* (flexibilité globale) : le pourcentage de bonnes réponses et le temps de réaction (ms) étaient mesurés pour l'ensemble des items de la tâche.
- *Flex switch* (flexibilité en changement) : les mesures concernaient uniquement les items de transition entre les niveaux de traitement local et global (et inversement ; local-global, global-local).
- *Flex no switch* (flexibilité sans changement) : les mesures concernaient les items nécessitant un niveau de traitement identique à celui de l'item précédent (local-local, global-global).
- *Flex diff* (différence en flexibilité) : les performances aux items *flex no switch* et *switch* étaient comparées. Cette comparaison prenait la forme d'une soustraction des scores en précision ou en vitesse entre les items *no switch* et *switch* (score *flex no switch* – score *flex switch*).

Les consignes des premier et troisième tests (RSVP, *local-global-letter*) affichées au lancement de l'épreuve ont été traduites en français. Les consignes du deuxième test (*Visual search*) n'ont pas pu être traduites, cependant les instructions des trois tests étaient oralisées dans chaque condition. Deux salles ont servi pour les passations, selon les emplois du temps des

enseignants. Les enfants passaient par groupes de quatre. Chaque enfant prenait place dans un coin de la salle afin de minimiser les interactions et favoriser une concentration optimale.

### 3.3. PROCEDURE

Trois conditions ont donc été obtenues :

- Condition « jeu tempo rapide » : vingt minutes de jeu sur tablette avec musique à tempo rapide, puis complétion du questionnaire SAM, puis vingt minutes de tests cognitifs (quarante-cinq minutes au total).
- Condition « jeu tempo lent » : vingt minutes de jeu sur tablette avec musique à tempo lent, puis complétion du questionnaire SAM, puis vingt minutes de tests cognitifs (quarante-cinq minutes).
- Condition « contrôle » (absence de jeu) : complétion du questionnaire SAM, puis vingt minutes de tests cognitifs, puis questionnaire « habitudes de jeu » (trente minutes).

Chaque enfant passait chaque condition une fois. Les ordres de passation étaient contrôlés par un contrebalancement. Les passations étaient étalées sur trois semaines, pour six journées de tests. Pour des questions de temps, les quarante-huit enfants ne pouvaient pas tous passer chaque journée. Ainsi, chaque jour vingt-quatre enfants étaient évalués dans une condition (d'où les six jours de tests). L'intervalle de temps entre les passations des différentes conditions variait de trois à sept jours. Les enfants échouant à l'entraînement du RSVP (score inférieur à 50% de bonnes réponses) revenaient ultérieurement pour refaire le test, afin que leurs données puissent être récupérées.

## 4. RESULTATS

Les données recueillies lors des passations ont été importées puis traitées à l'aide du programme JASP. Des ANOVA (Analysis Of Variance) à mesures répétées, tests-t et analyses de corrélation (Pearson) ont été réalisés afin d'analyser les données (alpha à 0.05). Un participant n'a pas passé les trois conditions, ses résultats ont donc été exclus de l'étude.

Dans un premier temps, l'étude visait à déterminer si un temps de jeu vidéo d'action de 20 minutes avait un impact sur les résultats aux tests cognitifs des élèves de CM1 et CM2. Des différences étaient attendues entre les résultats en condition « jeu » (« jeu tempo rapide », « jeu tempo lent ») et « non-jeu » (contrôle), avec de meilleures performances attendues en condition « jeu ». Dans un second temps, les analyses concernaient uniquement la condition « jeu ». Les

résultats des participants étaient comparés dans les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ». Un effet d'animation émotionnelle était attendu en condition « jeu tempo rapide », en raison du BPM relativement élevé. De meilleures performances étaient attendues dans cette condition.

Enfin, des analyses supplémentaires visaient à identifier un effet cognitif à long terme, grâce au questionnaire « habitudes de jeu » qui renseignait le temps de jeu hebdomadaire des participants. Ces analyses concernaient d'abord le lien entre le temps de jeu hebdomadaire et les performances cognitives, puis les performances cognitives des « joueurs » et des « non-joueurs », selon différents seuils de temps de jeu.

#### 4.1. « JEU » VS « NON-JEU »

Des ANOVA à mesures répétées ont d'abord permis de comparer les trois conditions : « jeu tempo rapide », « jeu tempo lent », « contrôle », puis les conditions « jeu » et « non-jeu ». Le tableau ci-dessous présente les différences de résultats entre les modalités « jeu » et « non-jeu ».

**Tableau 1**

*Différences intra-individuelles entre les résultats dans les conditions « jeu » (J) et « non-jeu » (NJ)*

Contrastes J-NJ	M J	M NJ	DS J	DS NJ	t	p
RSVP accuracy	86.36	87.83	8.42	10.00	0.97	0.34
Vsearch accuracy	97.13	97.06	3.84	3.31	0.14	0.89
Vsearch rt	1183.01	1179.86	249.79	249.27	0.11	0.92
Flex global accuracy	80.08	78.90	12.87	12.56	0.65	0.52
Flex global rt	1074.39	1104.77	186.66	147.79	-1.21	0.23
Flex switch rt	1124.84	1152.90	209.68	172.474	-0.96	0.34
Flex diff rt	-103.49	-103.10	107.07	91.61	-0.02	0.98
Sam 1	7.45	7.00	1.57	1.68	2.08	<b>0.041</b>
Sam 2	4.19	4.19	2.53	2.41	$7.0 \times 10^{-15}$	1.00
Qu. 3	7.45		1.89			
Qu. 4	7.18		2.22			
Qu. 5	5.33		2.23			

Le nombre de données récoltées lors des passations de la tâche RSVP était plus faible que pour les autres tests ( $N = 32$ ), en raison de la difficulté de l'entraînement (plusieurs échecs, pas toujours rattrapés pour des raisons de temps). Les questions « Qu. 3 », « Qu. 4 » et « Qu. 5 » concernaient uniquement la condition « jeu ». Les moyennes (M) et déviations standard (DS) en condition « jeu » étaient calculées à partir des scores moyens dans les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ». Aucune différence significative n'était notée entre les résultats aux tests cognitifs dans les modalités « jeu » et « non-jeu » ( $p > 0.05$ ). Le temps de jeu de 20 minutes ne semblait pas augmenter les performances aux tests cognitifs. Affiché en gras, un seul résultat était significatif (« Sam 1 »,  $p = 0.041$ ) : la valence émotionnelle des participants était davantage positive en condition « jeu » qu'en condition « non jeu ». Aucune différence significative n'était observée concernant le niveau d'éveil (« Sam 2 »,  $p = 1.00$ ).

#### 4.2. « JEU TEMPO RAPIDE » VS « JEU TEMPO LENT »

Si l'hypothèse précédente n'a pas pu être confirmée, les modalités « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent » ont tout de même été comparées grâce à des ANOVA à mesures répétées afin d'objectiver d'éventuelles différences entre les résultats aux tests dans ces deux conditions. Le tableau ci-dessous présente les résultats dans les deux conditions.

**Tableau 2**

*Différences intra-individuelles entre les résultats dans les conditions « jeu tempo rapide » (TR) et « jeu tempo lent » (TL)*

Contrastes TR-TL	M TR	M TL	DS TR	DS TL	t	p
RSVP accuracy	86.52	86.20	7.65	9.19	0.19	0.85
Vsearch accuracy	97.19	97.06	3.99	3.68	0.24	0.81
Vsearch rt	1187.81	1178.29	250.76	248.81	0.27	0.79
Flex global accuracy	80.00	80.16	12.58	13.16	-0.08	0.94
Flex global rt	1086.62	1062.16	188.20	185.12	0.84	0.40
Flex switch rt	1135.03	1114.65	211.23	208.13	0.61	0.55
Flex diff rt	-101.81	-105.16	120.67	93.47	0.16	0.87
Sam 1	7.34	7.55	1.52	1.61	-0.86	0.39
Sam 2	3.98	4.40	2.38	2.68	-1.17	0.25

Aucune différence significative n'était observée dans les résultats entre les deux conditions « jeu tempo rapide », « jeu tempo lent ». Les élèves présentaient des résultats similaires dans les deux conditions ( $p > 0.05$ ). Les niveaux de valence et d'éveil restaient stables (« Sam 1 »,  $p = 0.39$  ; « Sam 2 »,  $p = 0.25$ ). La moyenne des niveaux d'éveil était supérieure en condition « jeu tempo lent » (4.40) qu'en condition « jeu tempo rapide » (3.98).

Les résultats aux étapes d'analyses : « jeu » vs « non jeu », puis « jeu tempo lent » vs « jeu tempo rapide » donnaient très peu de résultats significatifs. Cependant, le questionnaire portant sur les habitudes de jeu a permis de conduire de nouvelles analyses, à partir du temps de jeu hebdomadaire des participants.

#### 4.3. « JOUEURS OCCASIONNELS »

Trois groupes ont été formés à partir du nombre d'heures de jeu hebdomadaires. Les « non-joueurs » (N=11) indiquaient jouer un total de 0 heures par semaine, les « joueurs occasionnels » (N=25) jouaient au moins 15 minutes et au plus 2 heures et 45 minutes, tandis que les « joueurs expérimentés » (N=11) jouaient au moins 3 heures chaque semaine. Des ANOVA à mesures répétées ont été menées afin d'étudier les performances cognitives de chaque groupe dans les conditions « jeu » et « non-jeu ». Ci-dessous, les résultats des « joueurs occasionnels ».

**Tableau 3**

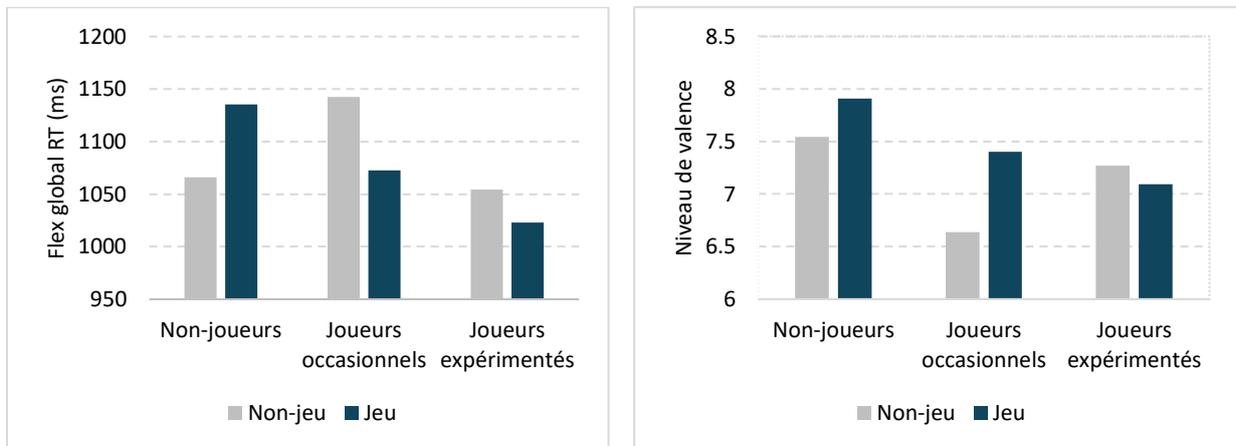
*Différences intra-individuelles entre les résultats des « joueurs occasionnels » dans les conditions « jeu » (J) et « non-jeu » (NJ)*

Contrastes J-NJ	M J	M NJ	DS J	DS NJ	t	p
Flex global acc	79.98	78.15	12.97	12.18	0.71	0.48
Flex global rt	1072.69	1142.43	174.14	164.68	-2.71	<b>0.009</b>
Flex switch acc	76.63	74.99	13.98	12.12	-0.59	0.56
Flex switch rt	1121.18	1200.78	200.45	189.69	-2.45	<b>0.018</b>
Flex noswitch acc	81.61	79.62	13.98	13.63	0.73	0.47
Flex noswitch rt	1020.75	1075.63	166.75	166.03	-2.16	<b>0.036</b>
Sam 1	7.40	6.64	1.57	1.89	2.70	<b>0.010</b>
Sam 2	3.82	3.72	2.44	2.30	0.22	0.83

Les résultats des trois groupes en tâche *flex global* sont présentés ci-dessous. Les différences entre les auto-évaluations de la valence sont également affichées.

**Figure 1**

*Différences inter-groupes : Flex global RT (ms) et niveau de valence*



Des différences significatives étaient notées chez les « joueurs occasionnels » en tâche *local-global-letter* uniquement (temps de réaction). En flexibilité globale (Figure 1), les performances des « joueurs occasionnels » étaient améliorées de manière significative en jouant ( $p = 0.009$ ) contrairement aux performances des « non-joueurs » ( $MNJ < MJ$ ,  $p = 0.260$ ) et des « joueurs expérimentés » ( $p = 0.632$ ). Des variations significatives de la valence émotionnelle étaient également notées chez les « joueurs occasionnels » ( $p = 0.010$ ). Ces derniers étaient plus heureux en condition « jeu » qu’en condition « non-jeu », contrairement aux « non joueurs » ( $MJ = 7.91$ ,  $MNJ = 7.55$ ,  $p = 0.258$ ) et aux « joueurs expérimentés » ( $MJ = 7.09$ ,  $MNJ = 7.27$ ,  $p = 0.760$ ). Le niveau d’éveil semblait rester stable d’une condition à l’autre ( $p = 0.827$ ). De faibles notes étaient observées, avec des déviations standard non-négligeables, en « jeu » et « non-jeu ».

Les « joueurs occasionnels » voyaient donc leurs performances cognitives augmenter significativement lors d’un temps de jeu de vingt minutes, tout comme leurs notes d’auto-évaluations de valence émotionnelle. Ces deux formes de variations significatives étaient uniquement observées dans ce groupe.

Le questionnaire « habitudes de jeu » a ensuite permis de comparer les performances de « joueurs » à celles des « non-joueurs ».

#### 4.4. « JOUEURS » VS « NON-JOUEURS »

Ce questionnaire a permis dans un premier temps d'étudier les corrélations entre le nombre d'heures de jeu hebdomadaire et les performances cognitives aux tests. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 4**

*Corrélations entre les performances cognitives et le temps de jeu vidéo hebdomadaire*

Corrélations		r	p
Flex global acc	- h/semaine	0.291	<b>0.049</b>
Flex switch acc	- h/semaine	0.376	<b>0.010</b>
Flex no switch acc	- h/semaine	0.162	0.28
Flex diff acc	- h/semaine	-0.399	<b>0.006</b>

Seuls les scores de précision au test *local global letter* étaient corrélés de manière significative avec le nombre d'heures de jeu vidéo par semaine. De manière intéressante, les scores aux items *flex no switch* n'étaient pas corrélés significativement avec le temps de jeu hebdomadaire.

Le questionnaire renseignant les habitudes de jeu a également permis de comparer les performances de deux groupes de joueurs selon différents seuils :

- Groupe 1 : « joueurs ».
- Groupe 0 : « non-joueurs ».

Le tableau suivant, divisé en 3 parties, a été conçu à partir de tests-t pour échantillons indépendants. Pour chaque participant, les données issues des trois conditions ont été moyennées. Les résultats entre « joueurs » et « non-joueurs » ont ainsi pu être comparés de manière globale. La significativité des différences de résultats est présentée par des valeurs de p. Le nombre de données récoltées lors des passations de la tâche RSVP était plus faible que pour les autres tests, du fait de la difficulté de l'entraînement.

**Tableau 5 (a)***Différences inter-individuelles entre les résultats des « joueurs » (1) et des « non-joueurs » (0)*

Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4	Colonne 5
Tâche	1 : ≥ 15 min/semaine, N=36*	1 : ≥ 30 min/semaine, N=35*	1 : ≥ 45 min/semaine, N=33*	1 : ≥ 1h/semaine, N=31*
	0 : < 15 min/semaine, N=11*	0 : < 30 min/semaine, N=12*	0 : < 45 min/semaine, N=14*	0 : < 1h/semaine, N=16*
vsearch_accuracy				
vsearch_rt	0.062	<b>0.042</b>	0.086	0.087
rsvp_accuracy				
flex_global_acc		0.078		
flex_global_rt				
flex_noswitch_acc				
flex_noswitch_rt				
flex_switch_acc	<b>0.044</b>	<b>0.013</b>	<b>0.024</b>	<b>0.021</b>
flex_switch_rt				
flex_diff_acc	<b>0.024</b>	<b>0.002</b>	<b>&lt; 0.001</b>	<b>0.003</b>
flex_diff_rt				
sam_1			0.097	<b>0.017</b>
sam_2	<b>0.037</b>	<b>0.017</b>	0.086	
qu_3				<b>0.029</b>
qu_4				0.069
qu_5				
* : réduction de N au rsvp				

**Tableau 5 (b)***Différences inter-individuelles entre les résultats des « joueurs » (1) et des « non-joueurs » (0)*

Colonne 1	Colonne 6	Colonne 7	Colonne 8
Tâche	1 : ≥ 1h30/semaine, N=26*	1 : ≥ 1h45/semaine, N=23*	1 : ≥ 2h/semaine, N=22*
	0 : < 1h30/semaine, N=21*	0 : < 1h45/semaine, N=24*	0 : < 2h/semaine, N=25*
vsearch_accuracy			
vsearch_rt		<b>0.027</b>	0.078
rsvp_accuracy			
flex_global_acc			
flex_global_rt		<b>0.019</b>	0.071
flex_noswitch_acc			
flex_noswitch_rt		<b>0.019</b>	0.064
flex_switch_acc			
flex_switch_rt		<b>0.021</b>	0.081
flex_diff_acc	<b>0.043</b>	<b>0.041</b>	<b>0.029</b>
flex_diff_rt			
sam_1	0.067		
sam_2	0.068	<b>0.048</b>	<b>0.027</b>
qu_3			
qu_4	<b>0.049</b>		
qu_5			
* : réduction de N au rsvp			

**Tableau 5 (c)**

*Différences inter-individuelles entre les résultats des « joueurs » (1) et des « non-joueurs » (0)*

Colonne 1	Colonne 9	Colonne 10	Colonne 11
Tâche	1 : ≥ 2h30/semaine, N=14*	1 : ≥ 2h45/semaine, N=12*	1 : ≥ 3h/semaine, N=11*
	0 : < 2h30/semaine, N=33*	0 : < 2h45/semaine, N=35*	0 : < 3h/semaine, N=36*
vsearch_accuracy			
vsearch_rt			
rsvp_accuracy			
flex_global_acc	<b>0.046</b>		0.081
flex_global_rt	<b>0.034</b>		
flex_noswitch_acc			
flex_noswitch_rt	0.096		
flex_switch_acc	<b>0.015</b>	<b>0.045</b>	<b>0.043</b>
flex_switch_rt	<b>0.018</b>		0.078
flex_diff_acc	<b>0.027</b>	0.071	
flex_diff_rt	<b>0.041</b>	<b>0.048</b>	<b>0.049</b>
sam_1			
sam_2			
qu_3			0.099
qu_4			
qu_5			
* : réduction de N au rsvp			

Seules les valeurs de p inférieures à  $p = 0.1$  sont présentées pour des raisons de lisibilité. Les différences significatives ( $p < 0.05$ ) sont mises en évidence par des valeurs de p en gras. Ces valeurs indiquent, à chaque occurrence et sans exception, de meilleurs résultats chez les « joueurs » (tests), ou bien des notes plus élevées chez les « non-joueurs » (questionnaire SAM).

Les questions « sam 1 » et « sam 2 » portaient respectivement sur le niveau de contentement (valence) et d'animation (éveil). Les questions « qu. 3 », « qu. 4 » et « qu. 5 » évaluaient respectivement la qualité globale du jeu, son aspect amusant, et sa difficulté, notées de 1 à 10, allant de « très mauvais » à « très bien », de « pas amusant » à « très amusant » et de « très facile » à « très difficile ». Ces trois questions étaient notées de 1 à 10 et ne concernaient que les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ».

Des différences significatives étaient observées entre les deux groupes, avec de meilleurs résultats en flexibilité (précision) chez les « joueurs » à partir de 15 minutes minimum de jeu hebdomadaire. Les résultats aux tâches RSVP *accuracy* et *vsearch accuracy* ne variaient pas de manière significative. Cependant, certains effets relativement persistants étaient observés, quel que soit le seuil : des différences significatives dans les tâches de flexibilité : *flex switch acc*, *flex diff acc*, et des différences particulièrement significatives en *flex diff acc* dans les colonnes 3 (30 minutes minimum par semaine,  $p = 0.002$ ), 4 (45 minutes,  $p < 0.001$ ) et 5 (1

heure,  $p = 0.003$ ). Les « joueurs » obtenaient des meilleurs scores que les « non-joueurs ». Des différences significatives en tâche de recherche visuelle, en vitesse (*vsearch rt*). Les « joueurs » étaient plus rapides que les « non-joueurs ». Des différences significatives concernant le niveau d'éveil subjectif (« sam 2 »). Les « non-joueurs » semblaient davantage animés que les « joueurs » jusqu'à un seuil de 2 heures par semaine (inclus).

Pour un seuil fixé à 1h30 au moins par semaine (« qu. 4 » :  $p = 0.049$ ), le jeu était perçu comme fortement amusant par les « non-joueurs » ( $M = 7.83$ ), moins amusant par les « joueurs » ( $M = 6.65$ ). Des différences quasi-significatives étaient également notées entre les niveaux de valence et d'éveil (moyennes supérieures chez les « non-joueurs »).

Finalement, pour un temps de jeu minimum de 2h30 de jeu par semaine (colonne 9), des différences significatives entre les scores des « joueurs » et « non-joueurs » étaient retrouvées dans les trois mesures de flexibilité (*flex global*, *flex switch* et *flex diff*, mesure *flex no switch* exclue), en précision comme en temps. De manière intéressante, les « non-joueurs » ne présentaient cette fois-ci aucun état émotionnel significativement supérieur aux « joueurs ».

Les « joueurs » présentaient donc de meilleures performances cognitives que les « non-joueurs », d'après leurs résultats aux tests.

## 5. DISCUSSION

### 5.1. RAPPELS

#### 5.1.1. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE RECHERCHE

L'origine des effets cognitifs des jeux vidéo reste incertaine. Devant cette incertitude, l'étude visait dans un premier temps à identifier la présence d'effets cognitifs à court terme chez des enfants au développement typique, une population chez laquelle le lien entre les effets cognitifs et l'émotion reste peu étudié. Ensuite, le rôle de l'émotion dans les effets cognitifs du jeu était étudié à travers des auto-évaluations subjectives de la valence émotionnelle et de l'éveil. Des variations de ces états émotionnels étaient attendues entre les conditions « jeu » et « non-jeu », et des variations du niveau d'éveil étaient également attendues entre les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ». Des effets cognitifs à long terme étaient également envisagés. L'étude explorait initialement le lien potentiel entre les performances cognitives des participants et leur temps de jeu hebdomadaire, puis l'échantillon était divisé en deux groupes selon différents seuils : les résultats concernaient les différences de performances cognitives et d'états émotionnels entre les « joueurs » et les « non-joueurs ». Des performances supérieures étaient notamment attendues chez les « joueurs ».

### 5.1.2. PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS

Les premières analyses des performances cognitives d'élèves de CM1 et CM2 dans les trois conditions ne semblaient pas montrer d'effet cognitif en condition « jeu », malgré une augmentation significative des notes subjectives de la valence. Cependant, une hétérogénéité importante a été retrouvée dans les profils des participants. Après division de l'échantillon en trois groupes en fonction du temps de jeu hebdomadaire, des effets cognitifs à court terme étaient constatés chez les « joueurs occasionnels » uniquement, par réduction du temps de réaction en tâche de perception locale-globale. Parallèlement, des variations significatives de valence émotionnelle étaient présentes uniquement chez les « joueurs occasionnels ». En revanche, le niveau d'éveil ne variait pas de manière significative entre les conditions « jeu » et « non-jeu », ni entre les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ». Finalement, après de multiples divisions de l'échantillon selon différents seuils limites, des différences significatives entre les performances cognitives des « joueurs » et « non-joueurs » étaient observées. Les « joueurs » présentaient des performances significativement supérieures à celles des « non-joueurs », principalement en tâche de *local-global-letter* (temps de réaction et précision améliorés).

## 5.2. DISCUSSION DES RESULTATS

### 5.2.1. EFFETS COGNITIFS A COURT TERME

Les premières analyses considéraient l'échantillon dans sa totalité (N=47). Un effet de valence significatif était observé entre les conditions « jeu » et « non-jeu » (Tableau 1), indiquant une préférence des participants pour la condition « jeu », comme attendu.

Malgré cet effet, aucune différence significative n'était constatée entre les performances des participants en condition « jeu » et « non-jeu » (Tableau 1).

Si la valence variait de manière significative en considérant l'échantillon total, des analyses plus approfondies ont révélé des différences significatives uniquement chez les « joueurs occasionnels » (Tableau 3). Des effets cognitifs à court terme étaient alors constatés dans ce groupe de joueurs uniquement. Ceux-ci présentaient des performances cognitives augmentées en tâche de *local-global-letter*, avec des temps de réaction moins élevés en condition « jeu » que « non-jeu ». Les scores en précision restaient stables ; ces joueurs ne semblaient pas sacrifier la précision pour la vitesse. Les performances étaient uniquement améliorées en tâche *local-global-letter* ; cette tâche semble notamment solliciter la perception visuelle (deux niveaux de traitement, local et global), l'attention sélective (inhibition d'un niveau de

perception), et la flexibilité cognitive (alternance des traitements local et global). Les différences significatives du Tableau 3 semblent donc rejoindre les résultats de la méta-analyse de Bediou et al. (2018), qui montrent un impact des jeux vidéo d'action sur la perception ainsi que sur l'attention *top-down*, d'après les études interventionnelles de la littérature.

Ces effets cognitifs pourraient être reliés aux variations significatives de la valence émotionnelle, observées uniquement chez les « joueurs occasionnels ». Ces résultats rejoignent les conclusions de Franceschini et al. (2022) qui soulignent le rôle important des émotions positives dans les améliorations cognitives chez des enfants dyslexiques et dyspraxiques. Dans leur discussion, ces auteurs encourageaient de nouvelles études à évaluer les effets cognitifs à court terme chez des enfants au développement typique, afin d'étendre les recherches à de nouvelles populations. Les résultats de l'étude présente suggèrent donc un effet similaire chez des enfants au développement typique.

Malgré les effets cognitifs obtenus chez les « joueurs occasionnels », des effets plus globaux étaient attendus dans l'échantillon total. Plusieurs hypothèses explicatives pourraient être considérées.

#### 5.2.1.1. GENRE DU JEU

Les jeux vidéo d'action entraînent généralement des effets cognitifs relativement importants, probablement expliqués en partie par la pression temporelle vécue par le joueur. Cette pression n'était visiblement pas induite par le jeu proposé – *Space Shooter – Galaxy Attack* – au vu de la stabilité de l'éveil observée. Les différents genres de jeu vidéo ne sont pas clairement définis, et certains jeux sont difficiles à catégoriser puisqu'ils présentent des caractéristiques de plusieurs genres différents. Il est possible que le jeu proposé ne corresponde finalement pas entièrement aux critères (pas toujours fixes) des jeux d'action établis par certains chercheurs, qui semblent considérer les FPS et TPS comme des jeux d'action par excellence. Les effets cognitifs de ces jeux pourraient en partie être liés à leur complexité ainsi qu'à leur fort potentiel d'immersion ; il était difficilement envisageable, sur deux séances de vingt minutes, de proposer de tels jeux à des enfants de CM1 et CM2, dont certains étaient « non-joueurs ». L'absence d'effets cognitifs observés lors des tests RSVP et *Visual search* pourrait donc être liée à une sollicitation moindre des fonctions cognitives mesurées par ces tests, lors du jeu. Ce jeu pourrait toutefois améliorer les performances en flexibilité cognitive, au vu des améliorations significatives au test *local-global-letter* après vingt minutes de jeu chez les

« joueurs occasionnels », à condition qu'un certain niveau de plaisir (et d'amusement) soit ressenti par le joueur.

#### 5.2.1.2. SENSIBILITE DES TESTS COGNITIFS

L'absence d'effets cognitifs mesurés par les tests RSVP et *Visual search* pourrait également provenir de leur faible sensibilité.

Le RSVP présentait un entraînement trop difficile : seuls trente-deux participants l'ont réussi dans les trois conditions (des séances de rattrapages ont été requises). Ainsi, un nombre non-négligeable de données n'a pas été récupéré. Le *Visual search (accuracy)* montrait un effet de plafonnement, avec des pourcentages de bonnes réponses tendant vers 100%. Cela dit, le *Visual search (rt)* montrait des différences significatives entre « joueurs » et « non-joueurs » (Tableau 5), tandis que le *local-global-letter* a permis de mettre en évidence un effet cognitif à court terme (Tableau 3) chez les « joueurs occasionnels ». Ce test était réalisé en dernier ; des effets cognitifs plus marqués auraient pu être constatés s'il était réalisé plus tôt. Des passations ont été réalisées en amont de la phase expérimentale, mais les sujets testés différaient de la population de l'étude. Ces observations soulignent l'importance de passations préparatoires sur un échantillon de la population étudiée.

#### 5.2.1.3. STABILITE DE L'EVEIL

La condition « jeu » a permis d'induire des variations significatives de la valence émotionnelle, cependant aucune différence significative du niveau d'éveil n'a été notée entre les conditions « jeu » et « non-jeu » (Tableau 1, Tableau 3), ni entre les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent » (Tableau 2). La différence de BPM entre les deux versions musicales proposées n'a donc pas permis de moduler le niveau d'éveil subjectif des sujets. L'objectif était d'obtenir des variations significatives afin de constater une amélioration cognitive plus marquée en condition « jeu tempo rapide » qu'en condition « jeu tempo lent ». Cet objectif n'a pas été accompli, cependant la stabilité de l'éveil pourrait permettre de tirer des conclusions intéressantes. L'obtention d'effets cognitifs malgré un niveau d'éveil stable pourrait accentuer le rôle important de la valence émotionnelle dans cette augmentation cognitive. Cela dit, ces interprétations devraient être nuancées, notamment en raison d'un possible biais de subjectivité.

En raison du contexte scolaire, les enfants pouvaient être tentés par l'extrême « très calme », doté d'une connotation positive dans cet environnement malgré les encouragements de l'expérimentateur à noter de manière authentique. Comparativement aux évaluations de la

valence, les notes subjectives du niveau d'éveil paraissaient faibles, et les déviations standard importantes (Tableau 1, Tableau 2, Tableau 3). Cela pourrait suggérer un nombre non-négligeable de notes très basses, tendant vers l'extrême « très calme », et pourrait ainsi renforcer la probabilité d'un tel biais. Cela dit, au vu de l'écart entre les conditions « jeu » et « non-jeu » (négligeable), « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent » (faible), il n'est pas certain que ce biais ait pu masquer à ce point un éventuel effet d'éveil. Ces scores pourraient également être expliqués par des difficultés chez les enfants à saisir leur niveau d'éveil. Ceux-ci pouvaient avoir du mal à comprendre l'extrême « très animé », alors que l'extrême « très content » de l'évaluation de la valence semblait plus clair. Néanmoins, l'expérimentateur veillait à clarifier la signification de ce terme en particulier. De plus, l'opposé « très calme » aidait à réduire cette éventuelle confusion.

D'autres hypothèses pourraient expliquer une réelle stabilité de l'éveil. La méthodologie de l'étude présente s'appuyait sur les résultats de Droit-Volet et al. (2013) et Hofbauer et Rodriguez (2023), qui montraient des variations significatives du niveau subjectif d'éveil par des modifications du tempo musical. Des différences non-négligeables entre les méthodologies sont toutefois à noter. En effet, les stimuli présentés dans ces études étaient uniquement de nature auditive. Or, basée avant tout sur la pratique du jeu vidéo, l'étude présente intégrait de nombreux stimuli visuels. Il semble plausible que les joueurs aient porté leur attention principalement sur les stimuli visuels du jeu, et se soient montrés en conséquence peu sensibles aux variations du tempo.

De plus, la musique et les bruitages (tirs et explosions) propres au jeu étaient désactivés afin que la musique sélectionnée soit jouée par-dessus le jeu. Après réflexion, ces effets sonores auraient pu permettre d'augmenter les variations émotionnelles au vu de leur rôle primordial dans l'expérience de jeu vidéo (Andersen et al., 2021). Cela dit, leur ajout aurait également pu uniformiser les expériences sonores dans les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ».

Cette stabilité apparente de l'éveil en condition « jeu tempo rapide » pourrait également être liée aux *tempi* différents dans les conditions « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ». Du fait du BPM élevé associé (BPM = 140), la musique à tempo rapide était jouée entièrement 3 fois consécutives (durée de cinq minutes et cinquante-neuf secondes). En raison de son BPM faible (BPM = 60), la musique à tempo lent était jouée une seule fois dans son intégralité (durée de treize minutes et cinquante-huit secondes). De manière intéressante, la moyenne des

évaluations subjectives de l'éveil en condition « jeu tempo rapide » était inférieure à celle en condition « jeu tempo lent ». Bien que non significatif, cet écart pourrait suggérer une éventuelle lassitude des joueurs dans la première condition du fait de la répétition du thème musical. La possibilité d'une lassitude avait pourtant été considérée lors de la préparation du protocole. Dans sa version originale, la musique sélectionnée durait six minutes et trente-neuf secondes ; cette durée paraissait relativement longue pour un morceau musical.

Le niveau d'éveil semblait donc stable entre les conditions « jeu » et « non-jeu », « jeu tempo rapide » et « jeu tempo lent ». Plusieurs explications seraient à envisager, notamment des biais subjectifs liés au contexte scolaire, des différences méthodologiques par rapport aux études antérieures, ou encore des limites spécifiques aux expériences sonores. Malgré la possibilité d'un biais subjectif non-négligeable, les résultats ne semblent pas indiquer un effet du tempo sur l'éveil ainsi que sur les performances cognitives, en condition de jeu vidéo d'action. Peu d'études ont examiné ces liens, mais les résultats semblent aller dans le sens de la littérature à ce sujet (Lawrence, 2012 ; Levy, 2015 ; Niazi, 2011).

#### 5.2.1.4. HETEROGENEITE DE L'ECHANTILLON

Une dernière limite concernait l'hétérogénéité des profils des participants de l'étude. Seuls les « joueurs » occasionnels présentaient des effets cognitifs et de valence, ce qui pourrait être expliqué par des attentes variables vis-à-vis du jeu proposé. Des moyennes élevées dans les conditions « jeu » et « non-jeu » étaient notées chez les « non-joueurs », tandis que les « joueurs » présentaient des moyennes relativement faibles, en « jeu » et « non-jeu ». Les notes des « joueurs occasionnels » paraissaient élevées en « jeu », faibles en « non-jeu », d'où l'effet de valence observé. Le jeu proposé pourrait ne pas avoir fait consensus au sein des différents groupes de joueurs. Cela dit, le jeu devait être suffisamment simple d'utilisation pour être pratiqué par les « non-joueurs », et suffisamment engageant pour satisfaire les « joueurs ». D'après les notes moyennes en Qu. 5 (Tableau 1), la difficulté du jeu semblait globalement modérée. La déviation standard non-négligeable pourrait illustrer la variabilité importante des profils ; avec certaines notes très basses probablement données par les « joueurs ». Un jeu plus complexe aurait pu induire des effets émotionnels et cognitifs plus conséquents. Cela dit, au vu du temps de jeu limité (vingt minutes), le jeu devait être rapide à prendre en main.

### 5.2.2. EFFETS COGNITIFS A LONG TERME

Le questionnaire renseignant le temps de jeu hebdomadaire des enfants a ensuite permis de diviser l'échantillon en deux groupes (« joueurs » et « non-joueurs »), selon différents seuils (Tableau 5). Les « joueurs » obtenaient généralement des scores supérieurs en tâche de *local-global-letter* (en précision et en vitesse) ainsi qu'en tâche de *visual search* (vitesse uniquement). De manière intéressante, le Tableau 4 présentait des corrélations significatives entre le temps de jeu hebdomadaire et les performances cognitives au *local-global-letter*, uniquement pour les items *flex switch* (pas de corrélation significative avec les items *flex no switch*).

Ces résultats sont cohérents avec les conclusions de Bediou et al. (2023) qui associent des améliorations de la perception, de l'attention *top down* et de la flexibilité cognitive (*task-switching*) à la pratique régulière de jeu vidéo, à partir de données issues d'études transversales.

De plus, certaines colonnes du Tableau 5 pourraient suggérer un lien entre l'émotion et les performances cognitives (colonne 6). Dans cette colonne quasi-dénuée de différences entre les performances cognitives des deux groupes, les états émotionnels des « non-joueurs » paraissaient davantage positifs et actifs. De manière cruciale, ceux-ci trouvaient le jeu plus amusant que les « joueurs » (« Qu. 4 »). Cela pourrait expliquer la réduction apparente de l'écart cognitif, généralement présent dans les autres colonnes, en lien avec le potentiel cognitif des émotions positives et du *fun* ressenti lors du jeu (Franceschini et al., 2022).

### 5.3. OUVERTURES ET PERSPECTIVES

Des ajustements du protocole de l'étude présente devraient permettre d'observer des effets cognitifs plus globaux. Un échantillon plus important augmenterait la puissance statistique de l'étude, et atténuerait les hétérogénéités intergroupes observées. De plus, la présence d'un effet d'éveil en plus de l'effet de valence permettrait vraisemblablement d'augmenter les effets cognitifs. Si la manipulation du tempo s'est montrée inefficace pour contrôler le niveau d'éveil, d'autres pistes pourraient être explorées.

#### 5.3.1. EFFETS SONORES DU JEU VIDEO

La stabilité du niveau d'éveil moyen des participants entre les conditions « jeu » et « non-jeu » pourrait être expliquée par la suppression des effets sonores en condition « jeu ». Ceux-ci seraient particulièrement influents sur l'expérience de jeu, et devraient favoriser une expérience émotionnelle plus intense et positive chez les participants (Andersen et al., 2021). Ainsi, les

bruits de tirs et d'explosions du jeu d'action proposé auraient pu induire davantage d'excitation émotionnelle chez les enfants. Il serait intéressant d'étudier l'impact de ces effets sonores sur l'émotion, lors du jeu vidéo.

### 5.3.2. UN SUIVI EMOTIONNEL

Une limite de l'étude concernait de potentielles fluctuations émotionnelles au moment de l'arrêt du temps de jeu. Le questionnaire SAM évaluait l'émotion en amont des tests cognitifs, or les performances cognitives étaient mesurées lors des tests. Notamment, en condition « jeu » les deux premières questions concernaient l'état émotionnel pendant le temps de jeu uniquement. D'éventuelles fluctuations émotionnelles survenant lors des transitions jeu-tests ne seraient pas à exclure (notamment, une possible frustration). De telles fluctuations pourraient en partie expliquer l'absence d'effets cognitifs significatifs au sein de l'échantillon total, malgré un effet de valence significativement positif. Il serait donc intéressant de mesurer les états émotionnels des participants lors des temps de jeu, mais également lors des tests cognitifs, afin d'observer d'éventuelles variations de l'émotion au sein d'une même passation. Des mesures physiologiques objectives pourraient par ailleurs limiter des biais subjectifs d'auto-évaluation. Un suivi émotionnel pourrait ainsi améliorer la compréhension des interactions entre l'émotion et les performances cognitives.

### 5.3.3. UNE VALENCE NEGATIVE

Des émotions positives étaient observées après le temps de jeu vidéo de vingt minutes. Celles-ci peuvent être mises en lien avec les améliorations cognitives observées chez les « joueurs occasionnels ». Bien que le rôle des émotions positives sur les effets cognitifs semble de mieux en mieux documenté, le rôle des émotions négatives reste peu étudié. Différentes pistes pourraient être étudiées en vue d'induire de telles émotions en contexte de jeu vidéo.

La tonalité d'un même thème musical pourrait être contrôlée, afin d'obtenir deux versions, l'une tonale (version originale), l'autre atonale (Droit-Volet et al., 2013). Une autre possibilité concernerait l'inversion sonore des thèmes musicaux. Cela dit, de telles conditions ne seraient pas écologiques en contexte de jeu vidéo, et présenteraient des limites non-négligeables en conséquence. Des études interventionnelles proposant des jeux vidéo à valence négative (jeux d'horreur, notamment) permettraient de reproduire des conditions davantage écologiques. Elles permettraient de mieux comprendre le rôle de la valence dans les performances cognitives. Pour des raisons éthiques, de telles études devraient se concentrer sur des populations adultes.

## 6. CONCLUSION

Les résultats montraient des effets cognitifs à court terme après un temps de jeu vidéo d'action, chez des élèves de CM1 et CM2. Les effets observés concernaient plus précisément les « joueurs occasionnels ». Des effets cognitifs à long terme étaient également répliqués, avec de meilleures performances cognitives chez les « joueurs » par rapport aux « non-joueurs ». Les effets cognitifs à court terme ainsi qu'à long terme étaient principalement observés au test *local-global-letter*. Les effets à court terme étaient représentés par des temps de réaction réduits, alors que les effets à long terme indiquaient des améliorations en temps de réaction ainsi qu'en précision. Les résultats obtenus rejoignent les résultats de la littérature, en soulignant le rôle des émotions positives sur les effets cognitifs des jeux vidéo. L'étude présente également les limites du tempo comme régulateur émotionnel en contexte de jeu vidéo.

Le jeu vidéo connaît une popularité sans précédent auprès des enfants. Son introduction progressive dans la clinique de l'orthophonie fait sens, en raison de la place importante du jeu dans cette profession. Face à l'émergence des jeux vidéo dans la pratique orthophonique, les résultats de l'étude présente rappellent l'importance des émotions positives et du *fun* dans les améliorations cognitives. Ces états émotionnels sont grandement reliés à l'environnement de jeu, et soulèvent des questions importantes quant à l'utilisation des jeux vidéo comme outils efficaces dans les apprentissages. En effet, de telles émotions peuvent être limitées en environnement scolaire. Le jeu représente néanmoins un outil fondamental en orthophonie, qui offre une approche davantage personnalisée, flexible et ludique, propice aux bénéfices des jeux vidéo. Bien que l'utilisation actuelle de ces jeux reste limitée en thérapie, l'évolution progressive des pratiques orthophoniques en lien avec les avancées de la recherche pourrait optimiser les effets de cet outil au potentiel de remédiation cognitive encore peu exploité.

## BIBLIOGRAPHIE

- ISOFT. (2017, avril 5). *Space Shooter—Galaxy Attack*.  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.game.space.shooter2&hl=fr>
- Action game. (2024). Dans *Wikipedia*.  
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Action\\_game&oldid=1225896324](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Action_game&oldid=1225896324)
- Andersen, F., Danny, King, C. L., & Gunawan, A. A. S. (2021). Audio Influence on Game Atmosphere during Various Game Events. *Procedia Computer Science*, 179, 222-231.  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.001>
- Bediou, B., Rodgers, M. A., Tipton, E., Mayer, R. E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2023). Effects of Action Video Game Play on Cognitive Skills : A Meta-Analysis. *Technology, Mind, and Behavior*, 4(1: Spring 2023). <https://doi.org/10.1037/TMB0000102>
- Bedoin, N. (2017). *Rééquilibrer les analyses visuo-attentionnelles globales et locales pour améliorer la lecture chez des enfants dyslexiques de surface*. <https://www.researchgate.net/publication/322771742>
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion : The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59.  
[https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Cecilia. (2021, octobre 29). Legends of Hoa'manu. *Zaffiria*. <https://www.zaffiria.it/legends-of-hoamanu/>
- Chopin, A., Bediou, B., & Bavelier, D. (2019). Altering perception : The case of action video gaming. *Current Opinion in Psychology*, 29, 168-173. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.03.004>
- Cognition. (2024). Dans *Wikipédia*. <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Cognition&oldid=214507690>
- Cortés Pascual, A., Moyano Muñoz, N., & Quílez Robres, A. (2019). The Relationship Between Executive Functions and Academic Performance in Primary Education : Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 1582. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Dale, G., Joessel, A., Bavelier, D., & Green, C. S. (2020). A new look at the cognitive neuroscience of video game play. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1464(1), 192-203.  
<https://doi.org/10.1111/nyas.14295>

- Digital Around the World*. (2024). DataReportal – Global Digital Insights. <https://datareportal.com/global-digital-overview>
- Droit-Volet, S., Ramos, Danilo, Bueno, L., & Bigand, E. (2013). Music, emotion, and time perception : The influence of subjective emotional valence and arousal? *Frontiers in Psychology*, 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2013.00417>
- Dye, M. W. G., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009). Increasing Speed of Processing With Action Video Games. *Current directions in psychological science*, 18(6), 321-326. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01660.x>
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. *Psychological science*, 18, 850-855. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x>
- FOF. (2020, avril). <https://federation-des-orthophonistes-de-france.fr/wp-content/uploads/Bull-145-Le-telesoin-en-orthophonie-questions-et-reflexions.pdf>. <https://federation-des-orthophonistes-de-france.fr/wp-content/uploads/Bull-145-Le-telesoin-en-orthophonie-questions-et-reflexions>
- Franceschini, S., Bertoni, S., Lulli, M., Pievani, T., & Facoetti, A. (2022). Short-Term Effects of Video-Games on Cognitive Enhancement : The Role of Positive Emotions. *Journal of Cognitive Enhancement*, 6(1), 29-46. <https://doi.org/10.1007/s41465-021-00220-9>
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action Video Games Make Dyslexic Children Read Better. *Current Biology*, 23(6), 462-466. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.01.044>
- Grand View Research. (2023, août). *Video Game Market Size, Share And Growth Report, 2030*. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/video-game-market>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action video game modifies visual selective attention. *Nature*, 423(6939), Article 6939. <https://doi.org/10.1038/nature01647>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising Your Brain : A Review of Human Brain Plasticity and Training-Induced Learning. *Psychology and aging*, 23(4), 692-701. <https://doi.org/10.1037/a0014345>
- Green, C. S., Li, R., & Bavelier, D. (2010). Perceptual Learning During Action Video Game Playing. *Topics in Cognitive Science*, 2(2), 202-216. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2009.01054.x>

- Green, C. S., Sugarman, M. A., Medford, K., Klobusicky, E., & Daphne Bavelier. (2012). The effect of action video game experience on task-switching. *Computers in human behavior*, 28(3), 984-994.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.12.020>
- Guignon, N., Costemalle, V., Moisy, M., & Leroy, C. (2024, janvier 25). *Près d'un enfant ou adolescent sur dix a eu recours à un orthophoniste libéral en 2019*. <https://drees.solidarites-sante.gouv.fr/publications-communique-de-presse/etudes-et-resultats/pres-dun-enfant-ou-adolescent-sur-dix-eu>
- Hardy, J. L., Nelson, R. A., Thomason, M. E., Sternberg, D. A., Katovich, K., Farzin, F., & Scanlon, M. (2015). Enhancing Cognitive Abilities with Comprehensive Training : A Large, Online, Randomized, Active-Controlled Trial. *PLOS ONE*, 10(9), e0134467. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134467>
- Hofbauer, L. M., & Rodriguez, F. S. (2023). Emotional valence perception in music and subjective arousal : Experimental validation of stimuli. *International Journal of Psychology*, 58(5), 465-475.  
<https://doi.org/10.1002/ijop.12922>
- Icenogle, G., Steinberg, L., Duell, N., Chein, J., Chang, L., Chaudhary, N., Giunta, L. D., Dodge, K. A., Fanti, K. A., Lansford, J. E., Oburu, P., Pastorelli, C., Skinner, A. T., Sorbring, E., Tapanya, S., Tirado, L. M. U., Alampay, L. P., Al-Hassan, S. M., Takash, H. M. S., & Bacchini, D. (2019). Adolescents' Cognitive Capacity Reaches Adult Levels Prior to Their Psychosocial Maturity : Evidence for a "Maturity Gap" in a Multinational, Cross-Sectional Sample. *Law and Human Behavior*, 43(1), 69.  
<https://doi.org/10.1037/lhb0000315>
- Jeu vidéo. (2024). Dans *Wikipédia*.  
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Jeu\\_vid%C3%A9o&oldid=215253849](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Jeu_vid%C3%A9o&oldid=215253849)
- Kozhevnikov, M., Li, Y., Wong, S., Obana, T., & Amihai, I. (2018). Do enhanced states exist? Boosting cognitive capacities through an action video-game. *Cognition*, 173, 93-105.  
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.01.006Koz>
- Lawrence, D. (2012). *The effect of musical tempo on video game performance*. [Mémoire de Master, University of Jyväskylä], Semantic Scholar, <https://www.semanticscholar.org/paper/The-effect-of-musical-tempo-on-video-game-Lawrence/6d93aa51359cbd653beb5b5f27794ca519c823db>

- Levy, L. (2015). *The effects of background music on video game play performance, behavior, and experience in extraverts and introverts*. [Mémoire de Master, Georgia Institute of Technology], Researchgate.net, <https://www.researchgate.net/publication/303856493> The effects of background music on video game play performance behavior and experience in extraverts and introvert
- List of video game genres. (2024). Dans *Wikipedia*.  
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List\\_of\\_video\\_game\\_genres&oldid=1227198749](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List_of_video_game_genres&oldid=1227198749)
- Lumos Labs. (2007). *Entraînement cérébral de Lumosity : Stimulez votre esprit et mettez-le au défi*. Lumosity. <https://www.lumosity.com/fr/>
- Maslov, I. (2021, octobre 10). *Watercolor* [Musique] Jamendo Music. <https://www.jamendo.com/>
- Niazi, A. (2017). *Effect of music tempo in First-Person Shooter on arousal and aggression*.  
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5113537.v1>
- Obana, T., & Kozhevnikov, M. (2012). State effects of action video-game playing on visuospatial processing efficiency and attention among experienced action video-game players. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 34(34). <https://escholarship.org/uc/item/7108h8b4>
- Pasqualotto, A., Altarelli, I., De Angeli, A., Menestrina, Z., Bavelier, D., & Venuti, P. (2022). Enhancing reading skills through a video game mixing action mechanics and cognitive training. *Nature Human Behaviour*, 6(4), Article 4. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01254-x>
- Poppins | Thérapie digitale complète pour les enfants DYS*. (s. d.). <https://www.poppins.io/>
- Posner, J., Russell, J. A., & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect : An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology*, 17(03). <https://doi.org/10.1017/S0954579405050340>
- Powers, K. L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., Palladino, M. A., & Alfieri, L. (2013). Effects of video-game play on information processing : A meta-analytic investigation. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1055-1079. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0418-z>
- Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145-172. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.110.1.145>

- Russell, J. (1980). A Circumplex Model of Affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161-1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>
- Russell, J. (2009). Emotion, core affect, and psychological construction. *Cognition & Emotion*, 23, 1259-1283. <https://doi.org/10.1080/02699930902809375>
- Russell, J., & Barrett, L. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion : Dissecting the elephant. *Journal of personality and social psychology*, 76, 805-819. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.76.5.805>
- Tadesse, T. (2023, novembre 1). *There will be 3.8 billion gamers in the world by 2030*. MIDiA Research. <https://www.midiaresearch.com/blog/there-will-be-38-billion-gamers-in-the-world-by-2030>
- Tikhomirova, T., Malykh, A., & Malykh, S. (2020). Predicting Academic Achievement with Cognitive Abilities : Cross-Sectional Study across School Education. *Behavioral Sciences*, 10(10), 158. <https://doi.org/10.3390/bs10100158>

## ANNEXES

### ANNEXE 1 : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT



A Poitiers, le 12 mai 2023

### **Notice d'information à destination des personnes ayant l'autorité parentale**

Madame, Monsieur,

Depuis plusieurs années, les membres du Centre de Recherches sur la Cognition et l'Apprentissage de l'Université de Poitiers s'intéressent aux effets cognitifs de certains jeux vidéo. L'intérêt de ces recherches est d'étudier l'impact du jeu vidéo sur les performances cognitives pour permettre une utilisation efficace de cet outil omniprésent dans notre société, en fonction des données actuelles de la recherche.

Dans ce cadre, nous menons une étude sur les effets cognitifs des jeux vidéo à court terme auprès d'élèves de CM1 et CM2. Nous cherchons à déterminer le rôle de l'expérience sonore du jeu vidéo sur les effets cognitifs observés.

Avec l'accord de Mme Sanchez, directrice de l'école primaire de Louis Blériot et enseignante de CP, nous interviendrons dans la classe de votre enfant en juin et début juillet, afin de proposer aux élèves une expérience de jeu vidéo sur tablette suivie d'exercices d'attention sur ordinateur, en passations individuelles.

L'ensemble de cette expérience (jeu + exercices) dure en moyenne 1 heure par élève et sera réalisée à trois reprises sur les heures de classe (à une semaine d'intervalle) avec Rémy Vernay, étudiant en orthophonie.

Notre objectif est de comprendre l'origine des effets cognitifs des jeux vidéo à court terme, en contrôlant l'environnement sonore du jeu.

Nous souhaitons attirer votre attention sur le fait que les données récoltées dans le cadre de cette étude seront strictement anonymes et uniquement exploitées à des fins de recherche. L'étude fait l'objet d'une déclaration au registre des traitements de données à

caractère personnel de l'Université de Poitiers (fiche RGPD), ce qui garantit le complet anonymat des données recueillies.

#### **Vos droits à la confidentialité**

Les données d'expérimentation seront traitées avec la plus grande confidentialité. Un code aléatoire sera attribué aux données de chaque participant. Le document établissant la correspondance entre ce code et l'identité des participants sera conservé dans un lieu sécurisé, et accessible uniquement au responsable scientifique ou à des personnes autorisées. Ce document sera détruit après anonymisation des données pour l'analyse. Dès lors, il ne vous sera plus possible de demander la suppression des données vous concernant.

Les résultats individuels ne seront pas diffusés aux enseignants. Lors de la publication des résultats de l'étude, aucun renseignement susceptible de révéler votre identité ou celle de l'enfant ne sera dévoilé.

#### **Vos droits de poser des questions à tout moment**

Vous pouvez poser des questions sur la recherche à tout moment (avant, pendant et après la procédure de recherche) en vous adressant aux responsables scientifiques dont les coordonnées figurent ci-dessous.

#### **Vos droits à vous retirer de la recherche à tout moment**

Votre contribution à cette recherche est volontaire. Après avoir lu cette notice d'information, vous signerez un formulaire de consentement autorisant l'enfant à participer. Vous pourrez retirer ce consentement à tout moment et demander que les données d'expérimentation concernant l'enfant soient détruites en vous adressant au responsable scientifique.

Nous vous remercions par avance pour votre collaboration.

Bien cordialement,

Eric Lambert, responsable scientifique du projet

Rémy Vernay, étudiant en orthophonie

## **Formulaire de consentement libre, éclairé et exprès**

En signant ce formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-contre, que nous avons répondu à vos questions de façon satisfaisante et que nous vous avons avisés que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche en tout temps, sans préjudice.

Je soussigné, ....., représentant légal de l'enfant ....., certifie avoir pris connaissance des informations contenues dans la notice d'information ci-jointe. Je comprends que les informations recueillies seront traitées de manière confidentielle.

- J'autorise mon enfant à participer à cette étude.
- Je n'autorise pas mon enfant à participer à cette étude.

Date : .....

Signature de la personne exerçant l'autorité parentale :

*(Précédée de la mention « lu et approuvé »)*

*Conformité du traitement au règlement général sur la protection des données (RGPD) et à la loi Informatique et libertés (LIL)*

Le recueil de votre consentement constitue un traitement de données à caractère personnel soumis au RGPD et à la LIL. Ce traitement a été déclaré au registre des traitements de données à caractère personnel de l'université de Poitiers. Conformément à l'article 13 du RGPD, les informations suivantes vous sont communiquées :

**Responsable du traitement** : le Président de l'Université de Poitiers

**Base légale du traitement (article 6 RGPD)** : mission d'intérêt public

**Déléguée à la protection des données (DPO)** : Christelle Souil ([dpo@univ-poitiers.fr](mailto:dpo@univ-poitiers.fr))

**Destinataires des données (toute personne amenée à manipuler les données)** : Eric Lambert, **Responsable scientifique**, Léa Martinez chargée de la mise en œuvre

ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE SAM : CONDITION « JEU »

Date :

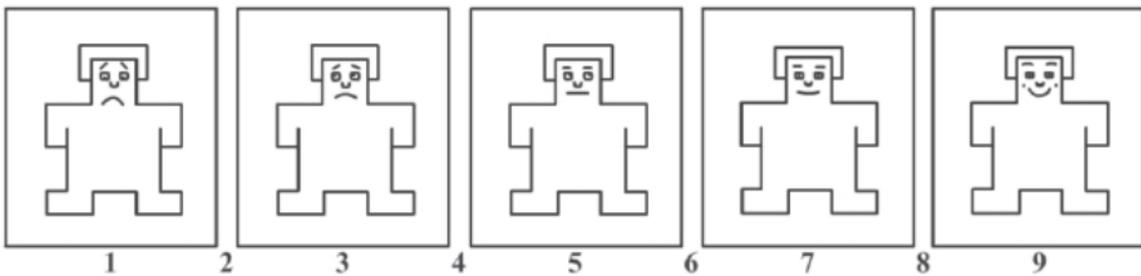
Heure :

Code participant :

Comment t'es-tu senti pendant que tu jouais ? (entoure le chiffre correspondant)

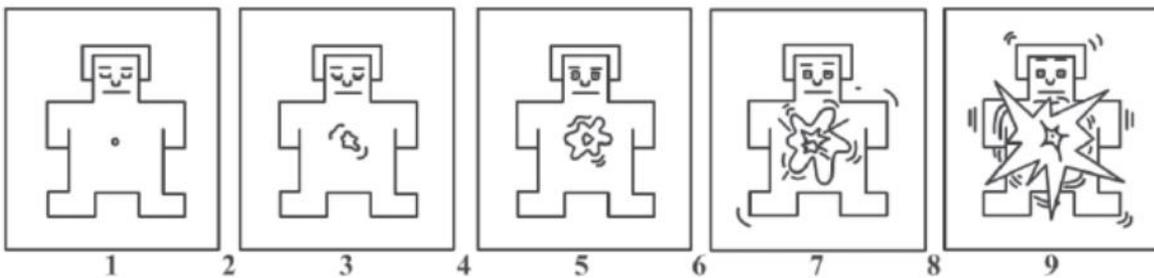
Très mécontent

Très content



Très calme

Très animé



Comment as-tu trouvé le jeu ? (entoure le chiffre correspondant)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Très mauvais Très bien

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Pas amusant Amusant

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
Très facile Très difficile

ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE SAM : CONDITION « NON-JEU »

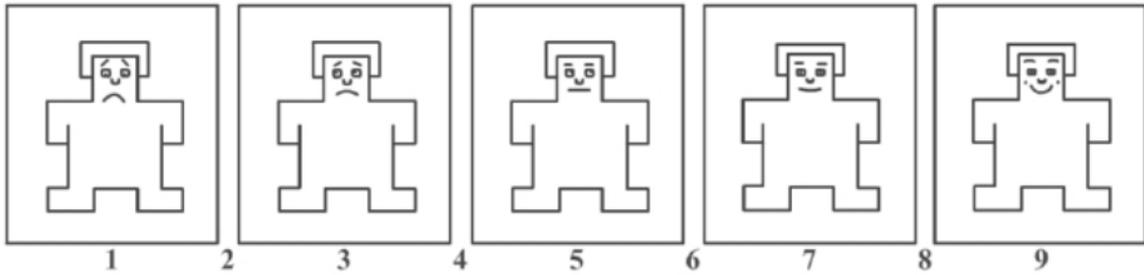
Date :

Heure :

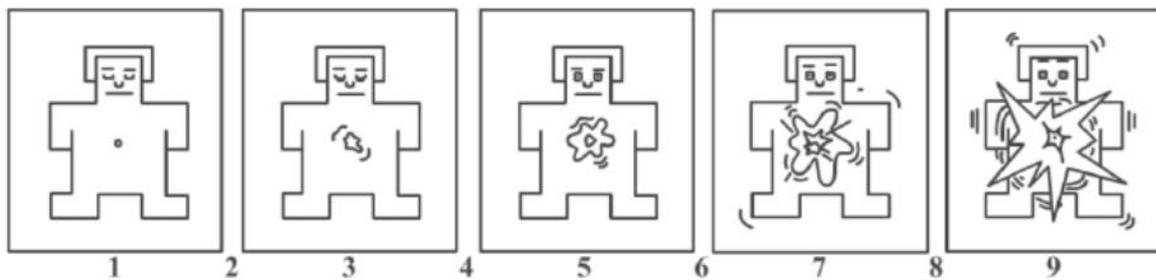
Code participant :

Comment te sens-tu maintenant ? (entoure le chiffre correspondant)

Très mécontent



Très calme





## Questionnaire sur les habitudes de jeu

*Merci de compléter ce questionnaire avec l'enfant qui participera à l'étude et de le retourner avec le formulaire d'autorisation parentale.*

**Nom Prénom :** \_\_\_\_\_

**Classe :** \_\_\_\_\_

*(Ce questionnaire sera anonymisé lors du traitement des données)*

1) Quel sont tes trois loisirs préférés ? (Écris 1, 2 et 3 dans l'ordre de préférence)

- Regarder la télévision
- Jouer aux jeux vidéo
- Aller sur les réseaux sociaux
- Faire du sport
- Lire
- Pratiquer un instrument de musique
- Jouer aux jeux de société
- Ecouter de musique
- Aller au cinéma, spectacles, concerts
- Autre : \_\_\_\_\_

2) A quelle fréquence joues-tu aux jeux vidéo ?

- Jamais
- Une fois par mois
- Plusieurs fois par mois
- Une fois par semaine
- Plusieurs fois par semaine
- Une fois par jour
- Plusieurs fois par jour

3) En moyenne, combien d'heures joues-tu aux jeux vidéo par semaine ? \_\_\_\_\_

4) A combien de jeux vidéo différents as-tu joué au cours des 3 derniers mois ? \_\_\_\_\_

5) Quel est le jeu vidéo auquel tu as le plus joué au cours des 3 derniers mois ?

\_\_\_\_\_

6) As-tu une console de jeu à la maison ? Si oui, laquelle/lesquelles ? \_\_\_\_\_

## **RESUME**

Progressivement introduit en thérapie, le jeu vidéo est associé à des bénéfices cognitifs intéressants qui pourraient être optimisés par la recherche. Des études transversales ont d'abord observé des effets à long terme en comparant les performances des joueurs et des « non-joueurs ». Puis, des études interventionnelles ont mis en évidence un lien de causalité entre la pratique des jeux vidéo et les effets cognitifs. Malgré ces observations, l'origine de ces effets reste incertaine. Si les caractéristiques spécifiques des jeux étaient considérées, l'émotion induite par le jeu pourrait mieux expliquer l'amplitude de l'augmentation cognitive. L'étude présente visait donc à étudier le rôle de l'émotion dans les effets cognitifs des jeux vidéo, en contrôlant la musique pour induire des variations émotionnelles chez le joueur. Alors que de nombreuses études se sont intéressées aux effets cognitifs des jeux vidéo sur des jeunes adultes, l'impact du jeu sur les enfants est moins documenté. Un jeu d'action était donc proposé à des enfants tout-venants de CM1-CM2. Trois conditions étaient établies : un temps de jeu vidéo avec tempo élevé, un temps de jeu vidéo avec tempo lent, une condition contrôle (absence de jeu). Les performances cognitives des enfants étaient mesurées à la fin de chaque condition. Un questionnaire évaluant l'état émotionnel subjectif des enfants permettait d'étudier le rôle de l'émotion sur les éventuelles augmentations cognitives ; un second questionnaire recueillait leurs habitudes de jeu, afin que différents groupes puissent être constitués selon le temps de jeu vidéo hebdomadaire. Des performances intra-individuelles augmentées étaient attendues en présence d'états émotionnels positifs. Les résultats soutiennent le rôle important des émotions positives dans les effets cognitifs des jeux vidéo. De nouvelles études devraient explorer davantage ce lien en visant à observer des états émotionnels plus variés chez les joueurs.

Mots-clés : effet cognitif, jeu vidéo d'action, valence, éveil, tempo

## **ABSTRACT**

Gradually introduced into therapy, video games are associated with cognitive benefits that could be optimised through research. Cross-sectional studies initially observed long-term effects by comparing the cognitive performances of players and non-players. Intervention studies then demonstrated a causal link between video gaming and cognitive enhancement. Despite these observations, the underlying reasons for these effects remain unclear. While specific characteristics of games have been considered, it is suggested that emotional states induced by gaming may better explain the extent of cognitive enhancement. Therefore, the present study aimed to investigate the role of emotion in the cognitive enhancement associated with video games by manipulating musical parameters to induce emotional variation in players. While numerous studies have examined the cognitive benefits of video games in young adults, the impact of gaming on children is less documented. Thus, an action video game was played by ordinary children in CM1-CM2. Three conditions were implemented: video game play with high tempo, video game play with low tempo, and a control condition (no game play). Cognitive performance of the children was assessed at the end of each condition. A questionnaire evaluating the children's subjective emotional states was utilised to study the role of emotion on cognitive enhancement ; another questionnaire gathered data on their video gaming habits, to form different groups based on weekly game time. Increased intraindividual performance was expected in the presence of positive and active emotional states. Results support the important role of positive emotions in cognitive enhancement following video game play. Future studies should further explore this relationship, by aiming to observe a wider range of emotional states among participants.

Keywords: cognitive enhancement, AVG, valence, arousal, tempo