

Impact des déterminants personnels de joueurs de jeux vidéo et d'artistes designers dans l'utilisation de la réalité virtuelle, lors de l'exposition à des stimuli émotionnels

Auteur : Soriano, Maria

Promoteur(s) : Etienne, Anne-Marie

Faculté : Faculté de Psychologie, Logopédie et Sciences de l'Éducation

Diplôme : Master en sciences psychologiques, à finalité spécialisée en psychologie clinique

Année académique : 2020-2021

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/12081>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Impact des déterminants personnels de joueurs de jeux vidéo et d'artistes designers dans l'utilisation de la réalité virtuelle, lors de l'exposition à des stimuli émotionnels.

Mémoire de recherche pour l'obtention du grade en Master en science psychologique

Par l'étudiante : **Maria Soriano**

Sous la direction du professeur **Anne-Marie Etienne**

Lecteurs: **Björn-Olav Dozo**

Noël Schepers

Mémoire pour l'année académique 2020-2021

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma gratitude.

Je tiens tout d'abord à remercier ma promotrice Madame Anne-Marie Etienne, professeure et chef de service du département de psychologie de la santé pour ses conseils et son aide tout au long de ce projet.

Je remercie également Mr Björn-Olav Dozo pour son temps et son accompagnement durant la réalisation de ce projet.

Je voudrais remercier la Clinique Psychologique et Logopédique de l'Université de Liège, de m'avoir accueilli dans ses locaux et prêté le matériel nécessaire à la réalisation de cette recherche.

Je remercie vivement les 10 participants pour leur temps et leur confiance durant cette période de pandémie.

Enfin et surtout, je voudrais chaleureusement remercier ma famille et mes proches qui m'ont aidé, soutenu et supporté, tout au long de cette aventure.

Lexique :

RV : Réalité virtuelle

RA : Réalité augmentée

JJV : Joueurs de jeux vidéo

AD : Artistes designers

CC: Charge cognitive

CLT : Cognitive Load Théorie

Les notions importantes seront mises en évidence par l'utilisation d'un caractère gras.

Résumé :

La réalité virtuelle adaptée aux thérapies d'exposition suscite beaucoup d'intérêt auprès des chercheurs et des cliniciens. Ainsi, en s'intéressant aux joueurs de jeux vidéo et aux artistes designers, ce mémoire a eu pour objectif de mesurer l'impact de l'habituatation aux environnements virtuels différents, sur la charge cognitive, le cybermalaise et le sentiment de présence, après une immersion en réalité virtuelle. Pour cela, et afin de mettre en lumière les différentes notions abordées, la première partie du présent mémoire consiste en une revue de la littérature. La seconde partie reprend la méthodologie appliquée pour répondre à la question de recherche. Dès lors, les participants ont été invités à s'immerger deux fois dans un environnement virtuel, et à répondre à une série de questionnaires. En troisième partie, la présentation des résultats montre que les joueurs de jeux vidéo, habitués à des environnements interactifs, ont une meilleure appréhension de la réalité virtuelle se traduisant par une apparition moins fréquente des cybermalaises, bien que d'un point de vue statistique cela ne soit pas significatif, et un sentiment de présence plus important comparé aux artistes designers. Cependant, l'étude ne permet pas de mettre en évidence une augmentation de la charge cognitive suite à l'immersion. Enfin, la discussion finale permet d'expliquer et nuancer les résultats et d'ouvrir le débat sur les limites et les perspectives de ce travail.

Table des matières

Remerciements	2
Lexique :.....	3
Résumé :	4
Partie 1 : Introduction générale.....	1
Partie 2 : Revue de la littérature.....	3
1 Introduction.....	3
2 Définition et présentation de la réalité virtuelle (RV)	3
2.1 Différents degrés de virtualité	3
3 Composantes de la Réalité virtuelle	5
3.1 Latence et cybermalaise.....	6
3.2 Matériel utilisé en Réalité virtuelle	6
4 Synthèse sur la Réalité virtuelle	7
5 Les évitements.....	8
5.1 Évitements cognitifs	8
5.2 Évitements subtils	8
5.3 Le schéma d'hypervigilance et évitement.....	9
6 Conclusion sur les évitements	9
7 Les thérapies par exposition pour traiter les phobies spécifiques.....	10
8 Conclusion sur les thérapies.....	11
9 Les joueurs de jeux vidéo	12
9.1 Le Gameplay	12
9.2 Types de jeux vidéo	13
9.3 Les joueurs de jeux vidéo, définition par habitude	14
9.4 Bénéfices et apprentissages dans les jeux vidéo.....	14
9.5 Stratégie auto apprise	15
10 Les artistes designers	17
10.1 Définition du métier d'architecte.....	17
10.2 Définition du métier d'architecte d'intérieur.....	17
10.3 Conceptualisation et simulation visuelle	18
10.4 Conception assistée par ordinateur (CAO) et Dessin assisté par ordinateur (DAO).....	18
10.5 Artistes designers versus la réalité virtuelle.....	18
11 Synthèse descriptive de la population de joueurs de jeux vidéo et d'artistes designers.....	20
12 La charge cognitive	21
12.1 Cognitive Load Theory (CLT)- Sweller	22
12.2 La surcharge cognitive.....	23
12.3 Lien entre expertise et charge cognitive	23
13 L'habitude	24
13.1 La généralisation et la potentialisation	26
13.2 Spécificité de l'habitude et sensibilisation.....	26
Partie 3 Design expérimental	27
14 Question de recherche.....	27

15	Hypothèses.....	27
16	Variables.....	28
17	Objectif de l'étude	28
Partie 4 Méthode		29
1	Considérations éthiques :.....	29
2	Procédure de recrutement.....	29
2.1	Critères d'inclusion et d'exclusion	30
3	Matériel utilisé	30
4	Outils de mesures	31
4.1	Mesure de la charge cognitive subjective	31
4.2	Mesure de la performance de charge cognitive	32
4.3	Mesure du cybermalaise	32
4.4	Mesure de l'état de présence	32
5	Déroulement	33
Partie 5 Présentation des résultats		35
1	Introduction.....	35
2	Données descriptives de l'échantillon	35
3	Présentation des résultats pour l'Effort mental (Échelle de Paas).....	37
4	Présentation des résultats pour la performance de la charge cognitive (test de Stroop)	40
5	Présentation des résultats pour le Cybermalaise	42
6	Présentation des résultats pour l'État de présence (QPE)	43
7	Données corrélationnelles	45
Partie 6 Discussion		48
1	Introduction.....	48
2	Réflexion autour des résultats de l'étude.....	48
2.1	Hypothèse n°1.....	48
2.2	Hypothèse n°2.....	49
2.3	Hypothèse n°3.....	50
2.3.1	Analyse qualitative de l'état de présence	51
3	Les limites et perspectives au niveau du protocole.....	52
4	Les limites et perspectives au niveau de la clinique	56
Conclusion.....		57
Bibliographie		58

Partie 1 : Introduction générale

Cela fait maintenant plusieurs années que la psychologie clinique a vu ses outils thérapeutiques évoluer. Parmi ceux-là, on retrouve la réalité virtuelle, qui a donné un nouveau souffle aux thérapies par exposition (Baus & Bouchard, 2014 ; Garcia-Palacios et al. 2002 ; Klinger et al. 2005). Pour cause, la réalité virtuelle est de plus en plus utilisée, notamment en psychologie comportementale et cognitive (Baus & Bouchard, 2014 ; Garcia-Palacios et al. 2002), notamment pour intervenir sur les troubles anxieux tels que les phobies spécifiques (Miloff et al. 2019 ; Garcia-Palacios et al. 2002). De ce fait, les recherches sur les thérapies par exposition foisonnent dans la littérature (Baus & Bouchard, 2014), mais certaines zones d'ombre subsistent. En effet, qui dit thérapie en réalité virtuelle, dit exposition du patient à des stimuli anxiogènes via une immersion dans un environnement virtuel. Cependant, l'exposition n'est pas toujours à la hauteur des attentes du thérapeute qui les initie, et les questions autour de ce que l'on nomme des « évitements » se posent alors.

De plus, une augmentation de l'utilisation du monde virtuel par les jeux vidéo a été constatée depuis le début de la pandémie en mars 2020 (NDP, 2020). L'explication viendrait du fait que les confinements obligeant la population à rester chez eux, les jeux vidéo auraient été une solution pour se divertir et quitter sa propre réalité (Garnic et al. 2014). C'est ainsi que plusieurs études se sont intéressées aux joueurs et aux conséquences cognitives et comportementales de leur pratique (Barlett et al. 2009 ; Bediou et al. 2018 ; Garnic et al. 2014 ; Kowal et al. 2018 ; Toh & Kirschner, 2020).

D'un autre côté, depuis les années 2000 l'utilisation du numérique, et plus précisément de la réalité virtuelle, est devenue progressivement un prolongement de la conception assistée par ordinateur en 3D, au sein des bureaux d'étude d'architecture ou d'architecture d'intérieur. L'utilisation de la réalité virtuelle intervenant principalement à la fin du processus, donne la possibilité d'une immersion dans le futur espace en cours d'élaboration. L'utilisation des ordinateurs ainsi que des multiples logiciels de design vont alors permettre aux artistes designers, une conception sous des formes plus libres (Stals et al., 2016).

Ce faisant, par l'absence d'étude essayant de déterminer l'impact de l'habitation aux jeux vidéo et plus largement, l'impact de l'habitation aux environnements virtuels lors d'une thérapie par exposition, plusieurs points dans le domaine de la psychologie restent à éclaircir (Taquet, 2014 ; Unsworth et al. 2015) : *Les habiletés acquises en jouant aux jeux vidéo peuvent-elles se généraliser à*

un autre outil virtuel comme la réalité virtuelle ? Les joueurs de jeux vidéo et les artistes designers montrent-ils des comportements et des cognitions différents lors d'une thérapie par exposition en réalité virtuelle ?

Malgré l'intérêt porté à ces questions, aucune étude ne lie joueur de jeux vidéo, artistes designers, réalité virtuelle et thérapie par exposition. Et donc, aucune étude ne mesure l'impact cognitif et comportemental de l'habitation aux jeux vidéo et aux environnements virtuels durant l'utilisation de la réalité virtuelle lors d'une thérapie. Hors de nos jours, qui n'est pas soumis aux environnements virtuels ? L'utilisation des smart phones et des applications interactives, l'essor des médias de communication, l'univers des séries voire des séries interactives dans lesquelles le spectateur est invité à participer à l'avancée de l'intrigue, sont autant d'occasions pour le tout-venant, d'être confronté aux environnements virtuels (Donnat, 2019). Dès lors, cette notion d'habitation devient l'intérêt principal de cette étude.

Le présent mémoire se trouvant dans la continuité d'un précédent mémoire traitant, en partie, du même sujet (M.L Göbbels, 2020), il a pour objectif d'amorcer une recherche plus globale sur les stratégies d'évitement en permettant de pré tester une population de joueurs de jeux vidéo et d'artistes designers. Pour cela, les différents thèmes seront introduits et expliqués grâce à une présentation de la littérature. Puis les questions de recherche ainsi que la méthodologie pour y répondre seront exposées. Enfin, les résultats de la recherche ainsi qu'une discussion de ces résultats permettront d'aborder les limites, mais également les perspectives de cette étude.

Partie 2 : Revue de la littérature

1 Introduction

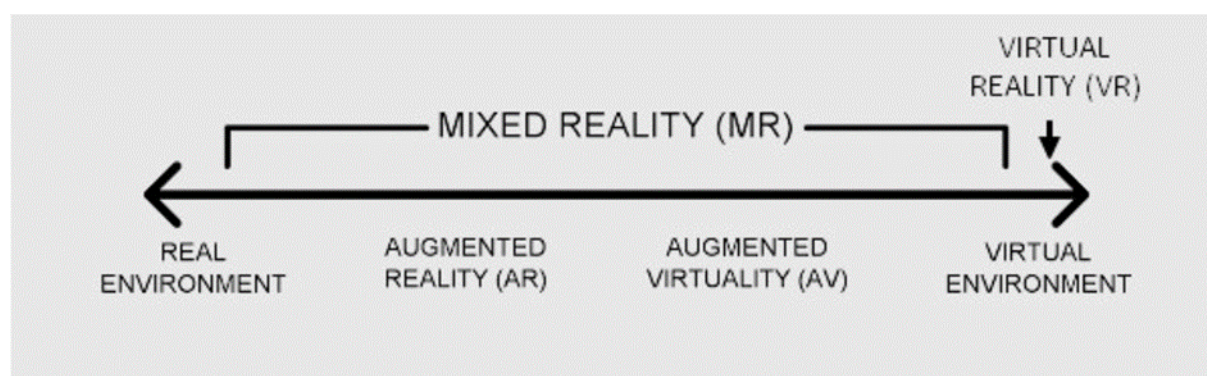
Cette première partie s'intéresse à l'outil principal utilisé dans ce mémoire : la réalité virtuelle. Dans un premier temps afin de le présenter au mieux, il sera nécessaire d'expliquer les différents degrés de virtualité existants, tels que sont la **réalité virtuelle** (RV), la **réalité augmentée** (RA) et la **virtualité augmentée** (VA). Dans un second temps, les multiples composantes de la RV seront présentées, telles que le **sentiment d'immersion** et de **présence** ainsi que les **phénomènes de latences** et de **cybermalaise**. Enfin, cela débouchera sur une brève explication du matériel utilisé.

2 Définition et présentation de la réalité virtuelle (RV)

La réalité virtuelle peut se définir de différentes manières selon son application, son but et sa fonctionnalité (Shin, 2018). Il s'agit donc d'un ensemble de matériaux technologiques permettant de générer, grâce à un ordinateur, un environnement tridimensionnel en temps réel. Cela ayant pour but une interaction entre l'individu qui l'utilise et l'environnement (Malbos et al, 2018). Ainsi, la réalité virtuelle repose sur deux principes : d'une part le sentiment d'immersion et d'autre part l'interaction simultanée avec un environnement virtuel (Malbos et al, 2018).

2.1 *Différents degrés de virtualité*

Figure 1 Schéma tiré du continuum Réalité-Virtualité développé par Milgram, Takemura, Utsumi et Kishino (1994)



La **réalité virtuelle**, la **réalité augmentée** et la **virtualité augmentée** ne sont pas des notions isolées et opposées, mais font partie d'un même concept sous-jacent qu'est le continuum Réalité-Virtualité. Ce continuum va donc de la réalité elle-même, à la réalité virtuelle générée par un ordinateur.

Cela fait référence au sous-ensemble de réalité mixte, qui définit le tout entre la réalité et un environnement complètement virtuel (Munoz-Saavedra, Miro-Amarante & Domingez-Morales, 2020). Chaque notion est donc une catégorisation de ce spectre.

Bouchard et Baus (2014) expliquent que la **réalité augmentée**, contrairement à la réalité virtuelle, produit certains éléments virtuels pour les fusionner dans la vision du monde physique. Elle a pour but d'enrichir la perception d'un environnement réel, en y ajoutant des informations numériques. Dans la majorité des applications de RA, c'est par l'intermédiaire de lunettes, de casque ou de vidéo-projecteurs que l'utilisateur visualise des images de synthèse (Arnaldi, Guitton & Moreau, 2018). La réalité augmentée est donc le fait, sur un environnement physique réel, de rajouter des éléments virtuels visuels (Bouvier., 2009). Un exemple pour mieux comprendre cette technologie est le jeu Pokémon Go en 2016, dans lequel les joueurs pouvaient chasser des Pokémon virtuels dans l'environnement réel à l'aide d'une l'application. Un autre exemple est le domaine de la construction, qui grâce à la RA donne la possibilité de visualiser le futur bâtiment en superposant des images de synthèse à la vision naturelle de l'environnement réel (Arnaldi, Guitton & Moreau, 2018).

Enfin, la **virtualité augmentée** et pour laquelle Bouvier (2009) souligne la différence avec la réalité augmentée, est à ne pas confondre avec cette dernière. Elle va intégrer à un environnement virtuel des entités physiques bien réelles, pouvant interagir avec l'environnement virtuel. Par exemple, une réunion peut se faire dans un environnement virtuel avec une retranscription réelle des personnes (Cleven, 2020).

3 Composantes de la Réalité virtuelle

Selon Malbos et al. (2018), la réalité virtuelle est constituée de différentes composantes, comprenant le sentiment de présence, le sentiment d'immersion, le degré de réalité et le niveau de réalisme ainsi que les notions de latence et de cybermalaise. Ces composantes vont intervenir dans la qualité de l'expérience immersive. De plus, Baus & Bouchard (2014) ajoutent le niveau de réalisme comme phénomènes pouvant augmenter la qualité de l'immersion dans l'environnement virtuel.

Dans un premier temps, le sentiment de présence peut être défini comme « l'impression d'être dans l'environnement virtuel » (Baus & Bouchard, 2014 ; Suzuki et al. 2013). Le sentiment de présence comprend lui-même trois dimensions, dont :

La **présence personnelle**, qui fait référence au fait de se trouver réellement dans le monde virtuel et non plus dans la pièce physique où se déroule l'immersion (Baus & Bouchard, 2014).

La **présence environnementale**, qui est le sentiment que l'environnement virtuel réagit effectivement aux actions (Baus & Bouchard, 2014).

La **présence sociale** qui est le fait de ne pas se sentir seul dans l'environnement virtuel (Baus & Bouchard, 2014).

Dans un second temps, le sentiment d'immersion se définit comme la réponse subjective psychologique de l'utilisateur envers l'environnement. Cette réponse sera dépendante du contexte et de l'utilisateur. C'est pourquoi chaque utilisateur peut expérimenter un niveau de présence différent dans le même environnement (Bowman et al. 2007). Cependant, selon Shin, (2018) ce sera la cognition de l'utilisateur qui sera la plus importante pour le sentiment d'immersion, et non pas simplement les propriétés technologiques.

Le **degré de réalité** fait référence aux réponses face aux stimuli de l'environnement virtuel (Baus & Bouchard, 2014). Selon une étude de Servotte et al (2020), la qualité de la présence est définie par le « réalisme (degré de similitude avec le monde réel), la possibilité d'agir (capacité d'explorer ou de manipuler), la qualité de l'interface (inconfort provoqué par la réalité virtuelle), la possibilité d'examiner (examiner des objets) et l'auto-évaluation des performances (sentiment de compétence effectuée des tâches) ».

Enfin, le **niveau de réalisme** correspond au degré de convergence entre les attentes de l'utilisateur et l'expérience réelle, dans l'environnement virtuel (Baus & Bouchard, 2014). Ainsi, il est possible de dire que le niveau de réalisme et le niveau de réalité d'un environnement virtuel sont positivement corrélés. (MOOC, 2019).

3.1 Latence et cybermalaise

Tous les phénomènes évoqués précédemment sont réalisables grâce à l'utilisation d'une interface, pour interagir dans les environnements virtuels (Malbos et al. 2018). Dès lors, le visiocasque intervient comme interface utilisée. Cependant, l'utilisation de ce système peut amener une latence et provoquer de surcroît, un cybermalaise chez l'utilisateur (Fuchs et al. 2006 ; Malbos et al. 2018).

Le **phénomène de latence** se manifeste lorsque la personne utilisant la réalité virtuelle est en mouvement, et que l'environnement réagit à ses déplacements avec un léger décalage temporel. C'est ainsi que l'utilisation de la réalité virtuelle peut provoquer des incohérences sensori-motrices. Celles-ci pouvant alors être à l'origine du cybermalaise (Fuchs et al, 2006).

Le **cybermalaise** est décrit par Bouchard et al. (2003) comme étant un malaise ressenti pendant ou après une exposition en réalité virtuelle. Les symptômes peuvent être comparés à ceux ressentis lors du mal de mer ou du mal des transports. Cela s'explique par un conflit provenant des systèmes sensoriels vestibulaire¹, proprioceptif² et visuel³. Tout comme le mal de mer, l'explication peut également venir d'un retard de perception entre les déplacements du corps, perçu par l'oreille interne et ceux perçus par les yeux. Ce sont les performances de l'ordinateur qui peuvent en être la cause, car il adapte en temps réel, la transmission des images au casque. C'est donc ce retard qui cause le conflit inter sensoriel.

3.2 Matériel utilisé en Réalité virtuelle

L'utilisation d'un visiocasque totalement fermé permet une immersion optimale, empêchant la personne le portant de voir d'une part la réalité, et d'autre part en offrant un retour auditif à l'aide

¹ Système vestibulaire : système sensoriel permettant la perception du mouvement et aidant au maintien de l'équilibre (Graf & Clam, 2006)

² Système proprioceptif : système sensoriel permettant d'évaluer la position du corps dans l'environnement (Gayenne, 2010)

³ Système visuel : Système sensoriel utilisé dans la perception de la vision (Perez & Chokron, 2018)

d'écouteurs placés directement dans le casque. La partie placée devant les yeux contient deux écrans de taille variable, dont la visualisation se fait au travers de lentilles convergentes. L'intérêt est alors au niveau du respect de l'effet stéréoscopique de la vision humaine (Malbos et al., 2018). Une impression de profondeur est rendue possible par la superposition des deux images dans l'aire visuelle cérébrale. Lorsque le visiocasque est connecté à un ordinateur, les images diffusées changent de point de vue suivant la direction de la tête de l'utilisateur, grâce à des capteurs de mouvement (Malbos, et al., 2018). Ces capteurs aussi appelés « accéléromètre » captent les actions de l'utilisateur sur l'environnement virtuel. Le calculateur de l'ordinateur reçoit ces informations et les interprète en modifiant l'environnement. Ensuite, le calculateur évalue les transformations à apporter à l'environnement virtuel, puis restitue les informations sensorielles à la personne via le visiocasque (Fuchs & Moreau 2006). L'utilisation des manettes permet alors de bouger l'avatar et favorise l'interaction entre l'utilisateur et l'environnement, cela grâce aux images produites par ordinateurs présentées dans le casque (Malbos et al. 2017). De plus, cette technologie permet au sujet d'être représenté dans l'environnement à l'aide d'un avatar. Il peut également saisir des objets. D'ailleurs, lors d'une thérapie immersive afin de traiter un trouble phobique par exemple, il est possible d'imaginer permettre au sujet de saisir un objet réel, lui permettant de ce fait, d'augmenter la perception immersive (Baus & Bouchard, 2014).

4 Synthèse sur la Réalité virtuelle

Comme il vient d'être vu, la réalité virtuelle peut se placer sur le continuum réalité-virtualité. Sur celui-ci se trouvent donc la réalité, la réalité augmentée, la virtualité augmentée et la réalité virtuelle. Ainsi afin d'appréhender cette dernière, il est nécessaire de prendre en compte ses différentes composantes. Dans un premier temps, le sentiment de présence et le sentiment d'immersion font référence au fait de se sentir dans l'environnement, et renvoient à la réponse subjective de l'utilisateur sur l'environnement. Dans un second temps, le degré de réalité et le niveau de réalisme se traduisent par la similitude perçue entre l'environnement et le monde réel. Enfin les notions de latence et de cyber-malaise sont pour la première, le décalage entre ce que l'œil perçoit et les mouvements effectifs de l'utilisateur et pour la deuxième, le malaise qui peut être ressenti suite à une immersion. Pour finir, l'utilisation de la réalité ne peut se faire qu'au travers d'une interface prévue à cet effet, soit un ordinateur connecté à un visiocasque ainsi que des manettes pour les déplacements.

5 Les évitements

L'évitement peut se définir comme étant le fait d'éviter un stimulus négatif ou un objet phobogène. Ce dernier peut être un lieu, un objet, un animal, une situation, etc. (Bouchard et al. 2003). Ainsi, l'évitement est utilisé comme un **comportement de sécurité** permettant de gérer l'anxiété ressentie (Van den Hoot et al., 2014). Cependant, les comportements d'évitement peuvent prendre de multiples formes et ont ainsi été classés selon différents types.

5.1 *Évitements cognitifs*

L'évitement cognitif a été défini par Borkovec et Lyonfield (1993) comme étant l'usage de stratégies cognitives d'évitement, par exemple la distraction, dont le but est d'éviter l'activation somatique et les images mentales suscitant des émotions déplaisantes. Les manifestations d'évitement cognitif « volontaires » comme la **suppression de la pensée**, la **neutralisation** ou la **distraction**, peuvent donc servir à réduire l'anxiété à court terme. Pour autant, cela intervient dans le maintien du trouble anxieux en interférant sur le processus émotionnel et en maintenant voire en amplifiant les croyances dysfonctionnelles (Gosselin et al., 2019).

5.2 *Évitements subtils*

L'évitement subtil est un concept majoritairement étudié dans le cadre des phobies sociales et du stress post-traumatique (Chapman & Rapee, 2020). Il se définit comme une stratégie permettant de ne pas réellement faire face à l'objet phobogène ou aux croyances catastrophiques (Xia et al., 2019). Cela a donc une incidence directe sur la phobie en la maintenant, ne donnant pas la possibilité à la personne anxieuse de confronter ses croyances à la réalité (Well et al., 2016). La notion d'évitement subtil peut être rapprochée de la notion de **microévitement**, également étudiée dans le cadre des phobies sociales et troubles obsessionnels compulsifs. Le microévitement a la même fonction que l'évitement subtil, et a été classé par Fontaine & Ylieff (2011) selon cinq familles : les **béquilles médicamenteuses** (ex : garder un verre en main lorsqu'on s'adresse à une autre personne), les rituels mentaux (ex : compter dans la tête) , les **demi-expositions** (ex : toucher une poignée de porte, mais que du bout des doigts), les **diversions sonores/visuelles** (ex : écouter de la musique dans le bus) et enfin les **fausses guérisons** (ex : « je suis guéri, plus besoin de faire de thérapie »).

5.3 *Le schéma d'hypervigilance et évitement*

L'hypervigilance-évitement est une dynamique que l'on remarque chez les sujets phobiques (Gremsl et al., 2018). Le mécanisme consiste dans un premier temps à porter l'attention sur l'objet phobogène afin de pouvoir l'éviter dans un deuxième temps.

Dans une étude, des chercheurs (Pflugshaupt et al., 2005), ont demandé à des participants arachnophobes de rechercher des araignées dans une pièce. Une analyse des mouvements oculaires a permis d'examiner les aspects spatiaux temporels du comportement phobique, ce qui a ainsi vérifié l'hypothèse d'hypervigilance-évitement des personnes phobiques. Ils ont donc démontré que les phobiques pouvaient détecter les araignées beaucoup plus rapidement que les non-phobiques. De plus l'analyse oculaire a montré que les phobiques fixaient plus longtemps les araignées pendant la phase de recherche, tandis qu'ils ne fixaient plus que des objets différents une fois l'araignée trouvée.

6 **Conclusion sur les évitements**

L'évitement est un mécanisme largement utilisé chez un sujet phobique, il permet de ne pas faire face à un objet ou une situation phobogène. De ce fait, les manifestations de l'évitement sont multiples et d'autant plus discrètes qu'elles peuvent prendre des formes cognitives, subtiles voire d'hypervigilance, rendant leurs détections parfois délicates. Néanmoins, bien qu'elles soient considérées comme des **comportements de sécurité**, elles contribuent souvent à maintenir le trouble qui en est à l'origine.

7 Les thérapies par exposition pour traiter les phobies spécifiques

Les phobies spécifiques sont probablement les troubles psychopathologiques les mieux identifiés du grand public (Etienne, 2021). Elles font partie des troubles de l'axe I de la 5e édition du manuel de diagnostic statistique (DSM-V) (American Psychiatric Association, 2015), sont classées dans la famille des **troubles anxieux**, et sont généralement définies comme provoquant une peur intense, persistante, voire irrationnelle et excessive, activée par la présence ou l'anticipation d'un objet ou d'une situation spécifique (American Psychiatric Association, 2015 ; Bouchard et al., 2012). Il existe de nombreux troubles psychologiques pour lesquels les comportements d'évitement cités plus haut sont adoptés par les sujets. Dès lors, les phobies spécifiques, les troubles anxieux généralisés et les troubles obsessionnels compulsifs peuvent en faire partie (Cottraux, 2017).

Par ailleurs, pour désensibiliser une personne souffrant de phobie spécifique, il existe différents types de thérapies. La thérapie d'exposition a été définie selon Böhnlein et al. (2020) comme étant « toute forme de présentation du stimulus phobogène au patient avec l'intention spécifique de réduire la réaction émotionnelle, cognitive et somatique audit stimulus ». Parmi celles-là, **l'exposition graduée** et la **désensibilisation systématique**, mises au point par Wolpe en 1975, ont pour but la diminution de l'anxiété ressentie face à un stimulus, par le principe d'exposition aux situations anxiogènes, et visent l'habituation des réponses émotionnelles et l'extinction des comportements d'évitement (Barlow, 2002).

Comme vu précédemment, la réalité virtuelle est un outil pouvant être utilisé pour la pratique de la psychologie comportementale et cognitive, et notamment pour la prise en charge des phobies spécifiques (Garcia-Palacio, 2002 ; Miloff et al. 2019). Ainsi, les techniques psychothérapeutiques en réalité virtuelle peuvent se définir comme étant « fondées sur l'interaction en temps réel avec un monde virtuel, à l'aide d'interfaces comportementales permettant l'immersion pseudo-naturelle des utilisateurs dans cet environnement » (Fuchs, 2006).

Avec l'émergence de la réalité virtuelle, les techniques d'expositions ont été adaptées et validées pour les thérapies en réalité virtuelle (Brütting et al. 2015 ; Minns et al., 2019). La phase d'exposition se fait alors en RV, lors de laquelle le sujet fait face in-virtuo à la situation anxiogène. Dès lors, l'immersion dans le monde virtuel va permettre un meilleur contrôle de l'anxiété par le thérapeute. Ainsi, le scénario peut être interrompu et repris selon les besoins (Bauss & Bouchard, 2014). Les

avantages de ce type d'exposition se font dans l'utilisation de stimuli multiples notamment, aillant des effets bénéfiques sur les résultats du traitement aussi bien à court et à long terme (Shiban et al., 2015). De plus, l'exposition en RV facilite l'accès à des situations ou des stimuli anxiogènes, qui seraient difficilement accessibles et contrôlables en réalité (Côté & Bouchard., 2008). Prenons l'exemple de l'aviophobie (phobie de l'avion) pour laquelle l'accompagnement du thérapeute pourrait être compliqué, sans compter le prix de l'exposition ainsi que l'organisation qui s'en suit.

8 Conclusion sur les thérapies

Les phobies spécifiques, constituant une catégorie des troubles anxieux, sont l'une des portes d'entrée des différents comportements d'évitements qui ont été explicités plus haut. Afin de traiter ces troubles, les thérapies comportementales et cognitives ont mis au point différentes techniques d'expositions dont fait partie la réalité virtuelle. Ainsi, par le biais de cet outil, le patient souffrant de phobie se voit exposé à une situation anxiogène pour lui. L'objectif étant de provoquer un **sentiment d'habitation** et de progressivement **éteindre la réponse anxieuse**. Enfin, les avantages à l'utilisation de cet outil d'expositions sont nombreux, à commencer par la facilité d'utilisation et le sentiment de sécurité qu'il procure.

9 Les joueurs de jeux vidéo

Les années 70 voient naître les premiers jeux électroniques accessibles au grand public (Kent, 2001). La popularité de ces derniers ne cesse alors d'augmenter et est à présent bien établie en devenant de plus en plus courante dans les foyers (CNC, 2020 ; NDP, 2020). En générant plusieurs millions de dollars chaque année, les études montrent que l'engouement pour les jeux vidéo transcende l'aspect purement ludique, mais peut être vu à présent, comme un **objet culturel**, au même titre que le cinéma ou le sport (Taquet et al., 2014). En effet, plusieurs meetings, tournois ou conventions regroupent des milliers de passionnés. C'est également l'intérêt pour le jeu en lui-même qui a évolué, puisque de nos jours l'objectif n'est plus de finir un jeu, mais bel et bien d'y jouer, de l'observer et d'échanger avec d'autres. Cela renvoie ainsi à l'aspect social du jeu (Taquet et al., 2014).

Ces derniers évoluant constamment, il n'est pas aisé de trouver une définition faisant consensus au sein de la communauté des joueurs et des scientifiques. Néanmoins, selon Taquet (2014), « le jeu vidéo est un type de jeu permettant d'interagir dans un environnement numérique par l'intermédiaire d'un appareil électronique (console, ordinateur, téléphone, etc.) et par le biais d'une interface (clavier, souris, manette, écran tactile, etc.). » De ce fait, les actions faites sur l'interface vont avoir un impact sur l'environnement numérique (ex. : mise en mouvement d'un personnage). L'objectif d'un jeu vidéo est souvent lié à la notion de gain, et cela d'autant de façon qu'il y a de types de jeux. Néanmoins, la simple participation permettant d'atteindre l'état de détente, constitue également un objectif non négligeable pour l'utilisateur. (Liège Game Lab, 2019).

9.1 *Le Gameplay*

Selon Parent & Comtois (2019), il existe plusieurs manières de définir le Gameplay, et les comparaisons entre chaque définition sont peu explorées dans la littérature. Cependant, certaines définitions intéressantes dans leur manière de caractériser les jeux vidéo seront présentées.

Le Gameplay peut donc se décrire comme une « combinaison dérivée de rythme et d'effort cognitif requis par le jeu, et où des compétences particulières sont développées, à la fois motrice et cognitive, afin d'engager le joueur par la structure du jeu » (Crawford & Rutter, 2006 ; Ermi & Mäyrä, 2005). Dans cette définition, l'aspect évolutif du jeu, l'apprentissage de compétences particulières ainsi que l'importance de l'engagement du joueur dans le jeu sont mis en avant. Une deuxième définition intéressante est celle de Djaouti et al. (2011), dans laquelle ils divisent le Gameplay en deux types, à savoir le « **Game bricks** » et le « **Player bricks** ». Le premier renvoi aux objectifs à atteindre dans le

jeu, ainsi qu'à la manière dont les différents feedbacks du jeu (ex : niveau de vie du joueur) peuvent influencer les joueurs. Le deuxième représente « les moyens et/ou les contraintes pour atteindre cet objectif ». C'est-à-dire que les actions déployées par le joueur sont une conséquence des feedbacks du jeu (Parent & Comtois, 2019). Par cette définition, il est intéressant de noter l'importance des actions entreprises par le joueur ainsi que des feedbacks fournis par le jeu.

9.2 *Types de jeux vidéo*

Tout comme il n'est pas aisé de trouver une définition des jeux vidéo qui fasse consensus, leur classification porte également à débat (Lee et al., 2007). Aussi, deux sortes de classifications seront utilisées, l'une dite « populaire » et l'autre par type de mouvement.

La **classification populaire** divise les jeux en fonction de leur contenu et de leur type de mécanique de jeu (Taquet, 2014). Ainsi, les jeux d'action-aventure pour lesquels l'action se rapporte aux combats contre des ennemis et l'aventure a pour but la progression d'une histoire ainsi que la résolution de problèmes. Par ailleurs, plusieurs types de jeux peuvent faire partie de cette catégorie. Par exemple le FPS (First-Person-Shooter) est un jeu de tir avec une vue subjective du personnage. Dans le RPG (Role-Playing-Game), le joueur incarne un avatar qu'il aura créé auparavant. Il va pouvoir faire évoluer son personnage par le biais de points de compétences répartis selon plusieurs catégories. Il existe également le jeu de type STR (Stratégie en Temps Réel) ou RTS (Real Time Strategy) dans lequel le joueur va s'occuper du développement économique et de la gestion des batailles à l'aide d'une armée préalablement créée. Enfin le JDRMM (Jeu de rôle en ligne massivement multijoueur) est une évolution du RPG. Ce type de jeu se fait donc en ligne avec énormément de joueurs qui jouent en temps réel la même partie. Néanmoins cette classification comporte quelques lacunes ne permettant pas d'objectiver la caractéristique du jeu. Aussi, la grande variété des types de jeux, donnent la possibilité à un même jeu de rentrer dans plusieurs catégories (Lee et al., 2007). De plus il ne permet pas de souligner les points communs entre les différents types de jeu.

La **classification par types de mouvements** renvoie aux multiples possibilités de déplacement dans un jeu. Il est communément question de mouvements en deux dimensions (2D) dont les déplacements se font en quatre axes, et donnent un effet d'aplatissement au jeu. Les plus connus sont Sonic The Hedgehog ou encore Super Mario World. Il existe également des jeux en trois dimensions (3D), où les déplacements sont possibles selon six axes et donnent un effet très réaliste au jeu. C'est également ce type de mouvement qui est utilisé en réalité virtuelle (Kent, 2001). Lors de la conception de

ces jeux, les développeurs utilisent différentes techniques de perspective pour donner l'illusion du réel, il ne s'agit donc que d'une représentation des trois dimensions (Liège Game Lab, 2019).

9.3 Les joueurs de jeux vidéo, définition par habitation

La définition des joueurs de jeux vidéo porte à débat, puisqu'elle renvoie au type de jeu joué, à l'expertise présumée, à la plateforme utilisée, au genre du joueur, etc. (Mortensen, 2018). De ce fait, il est difficile de définir des variables quantitatives permettant de différencier les joueurs des non-joueurs. Dans la littérature scientifique, deux variables quantitatives sont pourtant reprises, à savoir le **temps de jeu** (Toth et al., 2019 ; Kowal et al., 2018) et le **niveau d'expertise** (Soylu & Bruning, 2016). Une étude de Rankin et al. (2019) portant sur l'habitation à un environnement virtuel, démontre alors que plus une personne passe de temps au contact d'un stimulus, plus l'habitation à ce stimulus augmente. C'est pour cela que la variable temps de jeu sera utilisé dans ce mémoire.

La référence utilisée pour définir un joueur habitué à un univers virtuel sera celle de l'étude de Grizzard et al. (2015). Ainsi, ils ont fait jouer leurs sujets durant 10 minutes pendant cinq jours. Puis ont observé une diminution de l'excitation autodéclarée, ainsi qu'une diminution du rythme cardiaque et une diminution de la pression artérielle. Les résultats montraient qu'au bout du troisième et quatrième jour, le taux d'excitation autorapportée était au plus bas, avant de remonter au cinquième jour. A contrario, le rythme cardiaque et la pression artérielle des sujets restaient stables au bout de trois jours. Cependant les auteurs ne précisent pas si c'est le temps de jeu ou le fait de jouer quotidiennement qui induit cet effet.

Au vu de la littérature peu consensuelle et de nos connaissances actuelles dans ce projet, une distinction sera faite entre les joueurs et les non-joueurs grâce à leur temps de jeu. Il est fait référence à l'étude de Soylu et Bruning (2016) en définissant les critères d'inclusion tels que de jouer presque tous les jours et au minimum trois heures par semaine, en écartant les personnes jouant de de trente minutes à trois heures.

9.4 Bénéfices et apprentissages dans les jeux vidéo

Plusieurs études et méta-analyses ont mis en avant certains bénéfices de la pratique des jeux vidéo pouvant s'étendre dans différents domaines (Garnic et al., 2014), ainsi que des stratégies d'apprentissage autonomes possibles et misent en avant par le travail de Toh & Kirschner (2020).

Parmi les bénéfices, notons les capacités cognitives augmentées notamment dans des jeux de type « action » (Garnic et al. 2014). Plusieurs études montrent alors des résultats plus élevés dans des tests de contrôle de l'attention, de fonction visuospatiale et de mémoire de travail chez des joueurs en comparaison à des non-joueurs (Boot et al., 2011 ; Garnic et al., 2014 ; Zap & Cole, 2009). De plus Kowal et al. (2018) ont démontré une meilleure vitesse de traitement et d'inhibition chez les joueurs. De ce fait, les compétences visuospatiales ainsi que les compétences cognitives développées durant le jeu pourraient se transférer dans le monde réel (Garnic et al. 2014 ; Schlickum et al., 2009). Cependant, ces résultats ont été contestés, ne démontrant aucune amélioration cognitive chez les joueurs en comparaison aux non-joueurs (Unsworth et al., 2015). Pour ces chercheurs, la différence entre joueurs et non-joueurs pourrait s'expliquer par la faiblesse méthodologique des anciennes recherches.

Le second bénéfice connu serait en lien avec la gestion des émotions. En effet, jouer aux jeux vidéo tels que des puzzles avec des interfaces minimales (ex. : Angry birds, Candy Crush), pourrait améliorer l'humeur des joueurs en favorisant la relaxation et en réduisant l'anxiété (Garnic et al., 2014). De plus, le jeu vidéo pourrait améliorer les capacités créatives des enfants (Garnic et al., 2014), tout comme il peut être un bon moyen d'apprentissage (ex. : Jeu Adibou) (Wiebe et al., 2014).

9.5 Stratégie auto apprise

Actuellement il n'y a pas dans la littérature scientifique de recensement des comportements typiques chez les joueurs de jeux vidéo lors de l'utilisation de la réalité virtuelle. Néanmoins, les stratégies d'**apprentissage autonome** étudié par Toh et Kirschner (2020), dans le cadre des théories de l'apprentissage permettraient de conceptualiser ces comportements.

L'apprentissage autodirigé est défini comme « le processus dans lequel les individus prennent l'initiative, avec ou sans le soutien d'autrui, de diagnostiquer leur besoin d'apprentissage, de formuler leurs objectifs d'apprentissage, d'identifier les ressources humaines et matérielles pour l'apprentissage, de choisir et de mettre en œuvre des stratégies d'apprentissage appropriées et d'évaluer leurs résultats d'apprentissage » (Knowles et al., 1975 cités par Toh & Kirschner, 2020).

Trois types de stratégies ont été mises en lumière dans une population de joueur de jeux vidéo ; les méta-cognitions, les méta-comportements et les méta-émotions.

Les **méta-cognitions** se définissent comme étant le fait de « penser à la pensée » (Kill & Yildirim, 2018 cités par Toh & Kirschner, 2020). Cela implique que le joueur ait des connaissances sur

lui-même en tant que personne qui apprend, mais également sur les différents facteurs susceptibles d'affecter sa performance. Par la même, cela implique une régulation cognitive, en planifiant les activités et en prenant conscience de la compréhension et de la performance de la tâche (Toh & Kirschnher, 2020).

Les **méta-comportements** font référence à la réflexion des joueurs sur leur action pendant le jeu. Cela permet de rendre compte de la manière dont les joueurs comprennent les éléments du jeu pour y progresser. De plus, cela peut leur permettre d'autoréguler leurs comportements (Toh & Kirschnher, 2020).

Les **méta-émotions** se définissent comme « les émotions à propos de ses émotions ». Elles peuvent être de l'ordre de l'évaluation de l'émotion et permettent de favoriser la régulation émotionnelle lors d'un objectif d'un apprentissage autodirigé (Miceli & Castelfranchi, 2019 cités par Toh & Kirschner, 2020). Dans le tableau 1, ce sont uniquement les méta-comportements qui seront présentés, car ils constituent les principales observations de cette recherche (Knowles et al., 1975 cités par Toh & Kirschner, 2020).

Tableau 1 *Représentation des méta-comportements selon Toh & Kirschner (2020)*

Méta-comportement	Définition	Exemple
Essai – Erreur	Le participant essaye plusieurs actions jusqu'à avoir un résultat positif ou négatif	Apprendre à utiliser les capacités d'un personnage du jeu grâce à des tentatives répétées et variées, jusqu'au succès ou à l'abandon du joueur
Observation et Modélisation	Le participant observe puis imite les actions des autres, sans nécessairement les comprendre	Observation des personnages non-joueurs pour comprendre comment ils agissent et comment agir en retour
Renforcement / Apprentissage	Le participant produit un comportement dans l'espoir d'avoir une récompense (pièce, vie, etc.)	Les participants sont motivés à explorer l'environnement du jeu par les ressources qu'ils pourraient collecter.

10 Les artistes designers

La deuxième population qui sera étudiée dans cette étude concerne la catégorie des artistes designers. Conscient que l'emploi de ce terme est large et peu se rapporter à beaucoup de pratiques, il est important de préciser à quels métiers il est fait référence. Le terme « Design » est emprunté à l'anglais et signifie « l'art ou le processus de création de quelque chose, comme un objet, un travail, un plan, un bâtiment, etc. » (Dictionnaire Oxford, n.d.). Ici c'est le design numérique qui est évoqué, permettant la concrétisation d'un projet créatif. Il apparaît comme « l'art et la manière de sculpter la matière informatisée pour faire naître des expériences à vivre impossibles à réaliser sans cette matière numérique (Hachicha Sahnoun & Lussac, 2020). Par conséquent, la population sera essentiellement constituée d'architecte et d'architecte d'intérieur. Ces deux disciplines correspondent donc à la définition du design numérique cité précédemment, et deviennent particulièrement intéressantes du fait de l'utilisation des différents logiciels et techniques de création d'espaces.

10.1 *Définition du métier d'architecte*

L'architecte, aussi appelé maître d'ouvrage, intervient sur des chantiers lors de la construction, du réaménagement d'un espace, de la réhabilitation, ou de l'adaptation des paysages. Cela se fait aussi bien sur des édifices publics ou privés, à usage professionnel, industriel, commercial ou d'habitation. En plus du projet architectural, il a les compétences pour intervenir sur le projet, de la conception à la réalisation des travaux. Ainsi, il se doit d'être créatif, surtout en phase de conception du projet où il peut commencer par travailler et concevoir par ordinateur (Onisep, 2021 ; Architectes.org, 2015).

10.2 *Définition du métier d'architecte d'intérieur*

L'architecte d'intérieur est un designer d'espace, qui peut concevoir l'aménagement intérieur de maison particulière tout comme celui de bureaux ou de boutiques, des décors, des expositions ou encore des plateaux de débat. Afin de concevoir ces espaces, il joue avec les ambiances, les volumes et les lumières en élaborant un projet sous forme d'esquisses, souvent sur ordinateur. Il doit pour cela, posséder la rigueur du géomètre, maîtriser certains logiciels et avoir de solides connaissances artistiques comprenant le sens de l'esthétique (onisep, 2021).

10.3 Conceptualisation et simulation visuelle

Dans le domaine de la conception en général, le dessin occupe une fonction importante. Il permet la « réduction d'incertitude », qui caractérise l'état initial des informations spatiales, et est également un moyen de simulation (Lebahar, 1986). L'objectif final étant d'aboutir à une représentation complète et claire d'un espace afin d'en permettre la réalisation. Ce sont donc les pratiques graphiques qui en seront le moyen. Si aujourd'hui, l'air est à la technologie, le dessin à main levée était avant le moyen de penser, d'inscrire et de vérifier le bienfondé des décisions formelles et métriques des maquettes en cours d'élaboration. Ce qu'on appelle alors la « simulation graphique » peut se faire de différentes manières, dans le but d'être au plus proche de la réalité, en termes de temps de travail et de conception d'un espace (Sennett, 2010).

10.4 Conception assistée par ordinateur (CAO) et Dessin assisté par ordinateur (DAO)

Depuis les années 80, les logiciels de conception assistée par ordinateur se sont démocratisés dans les agences d'architecture. Ils permettent la conception des environnements en deux ou trois dimensions en accélérant le processus créatif (Léglise, 2016). Le DAO est la suite du dessin à la main, et permet la production de plan, sur un modèle à deux dimensions. Il fait partie de la CAO qui elle, est tridimensionnelle et permet une visualisation plus proche de la réalité (Vanackere, 1992). Ces deux outils rendent possible la simulation de volumétrie sans restriction d'échelle. Le dessin à l'ordinateur en 3D est donc un outil d'aide à la projection et à la perception des volumes (Cleven, 2020). Ainsi, les designers peuvent travailler sur un objet virtuel à l'aide de différents logiciels dont chacun propose des fonctionnalités et des rendus différents. Dès lors voici une liste non exhaustive des logiciels les plus connus, *Sketchup*, *Cedar*, *Palette Cad*, *Auto Cad* qui permettent une conception dans un premier temps en 2D puis en 3D, donnant la possibilité de passer facilement de l'un à l'autre. Certains permettent également de passer de la 3D à un rendu à 360° en réalité virtuelle, donnant de fait la possibilité d'une visualisation panoramique en immersion, dans lesquelles l'utilisateur peut se déplacer (Cedar, 2021).

10.5 Artistes designers versus la réalité virtuelle

La réalité virtuelle semble avoir conquis l'univers de la CAO, notamment grâce aux nouvelles perspectives qu'elle offre. Ainsi, bien équipé, les concepteurs peuvent « donner vie » à leur création et jongler entre 2D, 3D et VR. Certains outils de création utilisent la réalité augmentée pour travailler sur des maquettes en cours de création par exemple. Pour cela, les applications telles que *Sketchup* ou

Cedar proposent de télécharger un « plugin AR-Média » (*Trimble, Enscape, Augment* ou encore *Aurasma, etc.*) pour créer des scènes en réalité augmentée permettant au concepteur de se rendre compte du rendu final (Science Industrielle de l'Ingénieur, 2018). Dès lors, les artistes designers deviennent familiers de l'utilisation de la RV, pouvant ainsi être employée à des fins commerciales notamment. Le client se voit alors présenter le bâtiment, la maison ou la pièce future à l'aide d'une simulation virtuelle de l'environnement en cours de création (Cleven, 2020).

Pour aller plus loin dans ce qu'il est possible de faire dans le domaine de la création avec la réalité virtuelle, le dessin corporel immersif (DCI), est une méthode virtuelle de création en 3D, offrant une possibilité de dessin libre avec le corps. Ainsi, le concepteur muni d'un casque de réalité virtuelle et de manettes peut retranscrire les formes et traits à l'aide de capteurs de mouvements et réaliser ainsi le dessin directement en 3D. Cette technique sert d'intermédiaire entre le dessin à la main et le logiciel 3D et vise une numérisation plus rapide du dessin (Cleven, 2020).

Par ces différentes présentations, il est possible d'imaginer que le numérique, la virtualité de manière générale et la réalité virtuelle, peuvent constituer des domaines familiers chez les artistes designers enclins à les utiliser pour perfectionner leurs créations où pour permettre un avant-goût du résultat final aux clients. Cependant, aucune étude dans la littérature actuelle ne peut appuyer cette théorie. Aussi, c'est au stade de l'hypothèse que va démarrer l'étude de cette population, en lien avec l'habitation aux environnements virtuels.

11 Synthèse descriptive de la population de joueurs de jeux vidéo et d'artistes designers

Après une revue de la littérature et au stade actuel des connaissances, il est possible de synthétiser les informations récoltées sur les joueurs de jeux vidéo et les artistes designers. Dès lors, le tableau 2 présente une comparaison entre ces deux populations, permettant de mieux comprendre les processus qui seront observés lors du protocole.

Tableau 2 Tableau comparatif de l'utilisation des environnements chez les joueurs et les designers

	Joueurs de jeux vidéo	Artistes designers
Observations pré-protocoles		
Type de plateforme utilisée	Jeux vidéo	Logiciels de création
Utilisation des environnements virtuels	Divertissement	Utilisation professionnelle
Niveau d'études requis	Aucun	Enseignement supérieur
Objectifs d'utilisation	Performance - Challenge	Création - Design
Type d'environnement utilisé	Interactif	Statique
Niveau d'expertise	Apprentissage en pratique	Nécessité d'une formation préalable à l'utilisation des environnements
Dimension des environnements	2D - 3D - RA - RV	2D - 3D - RA - RV
Type de support	Ordinateur - TV - Smart Phone - Tablette	Ordinateur - Tablette
Manipulation de l'environnement	Manette - souris - clavier	Souris - clavier - Stylet

Le tableau 2 permet donc de comparer l'utilisation des environnements virtuels des joueurs de jeux vidéo et des artistes designers. Le premier élément à mettre en évidence est la différence des plateformes donnant accès à la navigation sur des environnements virtuels. Les joueurs évoluent donc dans des jeux vidéo au contraire des designers qui utilisent des logiciels de création et de design. De plus, les motivations d'utilisation sont différentes. Pour les JJV elle est de l'ordre du divertissement, ne nécessitant aucune formation particulière, l'apprentissage se faisant grâce à la pratique (Huang et al, 2011) , tandis que pour les AD cette utilisation se fait dans un cadre professionnel, contraignant dès lors une formation dans l'enseignement supérieur. De ce fait, pour les joueurs l'objectif d'utilisation pourrait se résumer à une recherche de challenge et/ou de performance dans des environnements interactifs, tandis que pour les designers c'est dans un but créatif et à des fins commerciales qu'ils utilisent les logiciels, donnant ainsi accès à des environnements plutôt statiques.

Néanmoins, certains points communs existent dans l'utilisation des environnements virtuels, notamment au niveau des dimensions proposées. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, les deux populations peuvent être amenées à rencontrer des environnements en 2D, 3D, RA et RV. Pour ce qui

est du type de support, il existe encore des similitudes puisque les deux populations peuvent être amenées à utiliser un ordinateur ou une tablette. Cependant, l'utilisation du smart phone ou de la TV ne se fera que pour les joueurs. Enfin, les deux populations peuvent manipuler une souris ainsi qu'un clavier, et la différence sera marquée par l'utilisation d'une manette pour les joueurs ou d'un stylet à certaines occasions pour les designers.

12 La charge cognitive

Lors des précédentes parties, les bénéfices cognitifs à la pratique des jeux vidéo ont été abordés. Parmi ceux-là, il a été évoqué une meilleure mémoire de travail (Garnic et al., 2014). Cette fonction cognitive intervient entre autres, dans la charge cognitive (Puma, 2016). Aussi, l'intérêt de ce mémoire se porte justement sur la charge cognitive des joueurs de jeux vidéo et des artistes designers et l'objectif est d'en observer son évolution lors d'une immersion en réalité virtuelle.

La charge cognitive est un concept amplement étudié dans le cadre des théories d'apprentissage. Elle se définit comme le « rapport entre la demande de la tâche et les ressources disponibles » (Cegarra & Chevalier, 2008). D'autres auteurs la définissent comme étant la « différence entre les exigences de la tâche et la capacité de la personne à maîtriser ces exigences » (Moray, 1979 cité par Moreno & Park, 2010). Il est important de noter que toute activité implique une charge cognitive. Aussi pour mieux la comprendre, celle-ci peut se comparer à une charge physique. Ainsi, la charge cognitive peut être supportable comme lorsqu'on transporte une charge légère ; mais elle peut également devenir trop lourde, c'est alors qu'on parle de **surcharge cognitive** (Puma, 2016). Cependant, une distinction doit être faite entre la **charge cognitive** et la **charge mentale**. Si donc, la charge cognitive renvoie aux ressources d'un individu nécessaires à la réalisation d'une tâche, la charge mentale elle, est constituée de plusieurs facteurs pouvant influencer cette réalisation. Il s'agit de la vigilance, la motivation et les émotions. C'est principalement en psychologie ergonomique que les chercheurs se sont intéressés à définir la charge mentale et à la mesurer (Puma, 2016).

Il existe trois notions importantes à comprendre afin de mieux appréhender la charge cognitive. Ce sont les ressources cognitives, la capacité cognitive et l'effort (Puma, 2016). La première fait référence à « la quantité de ressources cognitives impliquées dans la tâche ». Celles qui sont les plus utilisées sont la mémoire de travail et l'attention. La seconde fait référence « à la quantité de ressources maximales disponibles chez l'individu ». Enfin, la troisième fait référence à « la quantité de ressources

nécessaires à un individu pour réaliser une tâche de manière optimale ». (Puma, 2016). Afin de déterminer la charge cognitive, il est essentiel de considérer les ressources cognitives telles que **l'attention**, la **mémoire de travail**, mais également la **perception**. En effet cette dernière peut affecter la charge cognitive d'une tâche, ainsi plus une tâche perceptive est difficile et plus le coût cognitif sera élevé.

12.1 Cognitive Load Theory (CLT)- Sweller

La **Cognitive Load Theory** est une théorie de l'ingénierie, soit une science pour agir, telle que l'ergonomie. Elle a été théorisée par John Sweller (Sweller, 1988 ; 1994) dans le cadre des études sur les situations d'apprentissage et les processus cognitifs qui en découlent. Le postulat de départ de la CLT est que les ressources cognitives de l'être humain sont limitées. Ainsi un apprentissage trop exigeant et nécessitant donc plus de ressources que disponibles, ne pourra être optimal (Wickens, 2002). De plus, toujours selon la Cognitive Load Theory, tous les apprentissages ne nécessitent pas forcément de ressources cognitives. Prenons l'exemple de la reconnaissance des visages qui résulte d'un processus d'évolution de l'espèce humaine (Sweller, 2015 ; Paas et Sweller, 2003 cités par Puma, 2016). Selon la CLT, la mémoire de travail ainsi que l'attention, sont deux éléments centraux des ressources cognitives, car elles permettent le **traitement de l'information** et la **réalisation de tâche**. (Puma, 2016). Selon Sweller et al. (2011) et Korbach et al. (2017), la charge cognitive peut se diviser en trois catégories : la charge intrinsèque, la charge extrinsèque et la charge utile. Elles renvoient à trois aspects de la relation entre l'apprenant, la connaissance à apprendre et la situation d'apprentissage (Puma, 2016).

La charge **cognitive intrinsèque** renvoie à la charge induite par la complexité du matériel présenté, et au nombre d'éléments qui doivent être traités simultanément pour comprendre l'information. Elle ne peut s'alléger qu'en supprimant des éléments de la tâche elle-même. C'est alors qu'un expert et un novice n'auront pas les mêmes habilités face à la charge cognitive intrinsèque. Le premier disposant d'avantage de schémas mentaux et de ressources cognitives pour la tâche demandée, aura moins d'éléments à retenir en mémoire tout en les manipulant, que le second (Sweller, 2015).

La **charge cognitive extrinsèque** désigne les éléments qui seront maintenus en mémoire de travail, mais qui ne sont pas nécessaires à l'apprentissage. Autrement dit, elle correspond à la façon dont est présentée l'information ou la tâche. Elle est donc influencée par le nombre d'informations fournies ainsi que la manière dont celles-ci sont expliquées. Dans la CLT, l'objectif est de diminuer la

charge cognitive extrinsèque afin de laisser un maximum de ressources à la charge cognitive intrinsèque. En effet les informations de ces deux types de charges sont en compétition pour les ressources cognitives de l'apprenant (Puma, 2016).

Enfin, la **charge cognitive utile** fait référence aux ressources cognitives dédiées à la construction de schémas en mémoire à long terme, et donc à l'apprentissage lui-même. Selon la CLT ce sont toutes les ressources utilisées pour le transfert de la mémoire à court terme vers la mémoire à long terme. Cela met en évidence l'importance d'un encodage profond pour qu'une information soit mieux mémorisée (Puma, 2016).

12.2 La surcharge cognitive

La surcharge cognitive peut survenir lorsque la charge cognitive nécessaire pour réaliser la tâche est trop élevée. La tâche demandant beaucoup de ressources cognitives et les capacités de traitement n'étant pas assez suffisantes, la personne peut alors manifester une cécité attentionnelle, en ne percevant plus certains stimuli (Borregan et al., 2018 ; Macdonald & Levie, 2008). Néanmoins, avant que cela ne se produise, la personne va développer une **fatigue cognitive** (Borregan et al., 2017). Celle-ci se définit comme étant la « diminution des ressources cognitives se développant au fil du temps. Elle est causée par des demandes cognitives soutenues, indépendamment de la somnolence (Trejo et al. 2005 cités par Borregan et al. 2017). Elle peut provoquer des **persévérations accrues** (van der Linden et al., 2013), un **affaiblissement du contrôle cognitif** voire une **diminution des performances physiques** (Tanaka et al. 2012).

12.3 Lien entre expertise et charge cognitive

Il existe un lien entre la charge cognitive et l'utilisation de la réalité virtuelle. Pour Shin (2018) par exemple, l'immersion en réalité virtuelle trouve son importance dans les cognitions de l'utilisateur, plutôt que dans les propriétés technologiques. D'ailleurs certaines études mettent en évidence le fait que le niveau d'expertise d'un utilisateur peut influencer la charge cognitive (Armougum et al., 2019). Le **niveau d'expertise** renvoie aux compétences et savoirs particuliers acquis par une personne dans une tâche, à la suite d'une pratique assidue de cette dernière (Armougum et al., 2019 ; Soylu & Brunning, 2016). En effet, selon la CLT, les experts montreraient de meilleures performances mnémotechniques que les novices, en raison d'un nombre plus élevé de schémas mentaux (Armougum et al, 2020).

Différentes études menées sur les joueurs d'échecs experts et novices ont montré grâce à des IRMf que lors de l'exécution d'une tâche liée à la mémoire de travail, il y avait une distinction d'activation de certaines zones du cerveau. Les deux groupes, experts et novices, montraient une activation des zones préfrontales et pariétales. Cependant, les experts montraient des activations temporales supplémentaires. Ainsi, lorsque l'information traitée correspondait à l'information stockée en mémoire à long terme, une réorganisation fonctionnelle cérébrale s'opérait. Cela dû au fait que la mémoire épisodique à long terme active la région temporale, et plus précisément la zone hippocampique et para-hippocampique (Campitelli et al., 2007 ; Chen et al., 2006 ; Pesenti et al., 2001 cités par Armougum et Al., 2020).

13 L'habituation

Pour cette recherche, il est supposé que les deux populations étudiées, à savoir les joueurs de jeux vidéo et les artistes designers, sont habituées aux environnements virtuels en 3D de par leur pratique. Afin de mieux comprendre l'impact de cette habitude sur le comportement et sur les cognitions des participants, il est intéressant de mieux comprendre ce concept.

L'habitude est la forme d'apprentissage la plus simple, et son utilité a été avérée notamment dans le règne animal (Rankin et al. 2009). En effet, le phénomène d'habitude a été observé chez un très grand nombre d'organismes allant de la bactérie à l'araignée, en passant par le chat et évidemment l'être humain (Grissom & Bhatnagar, 2009 ; Rankin et al., 2009). Elle peut se définir comme étant une « diminution graduelle de l'intensité ou de la fréquence d'apparition d'une réponse, à la suite de la présentation répétée ou prolongée du stimulus l'ayant déclenchée » (Thompson & Spencer, 1966). D'un point de vue neurologique, les différentes aires cérébrales diminuent leur réaction face à des stimuli qui sont présentés de manière répétée (Lal & Craig, 2001 cités par Puma, 2016). Il existe plusieurs caractéristiques de l'habitude, dont neuf sont communément cités, celles-ci sont basées sur les travaux de Thompson & Spencer (1966) et ont été réactualisées par Rankin et al. (2009) en y ajoutant une dixième caractéristique :

- La première est la **rencontre répétée avec un stimulus particulier**, qui a pour résultat une diminution de la réponse à ce stimulus (habitude). La diminution peut provoquer l'accoutumance ou la **réponse d'habitude**.

- La seconde est la **diminution de la réponse**, produite par un processus d'habituation. Elle peut revenir si la personne n'est plus confrontée au stimulus. On parle alors de **récupération spontanée**.
- La troisième est la **potentialisation de l'habituation** qui survient après plusieurs séries d'habituations et de récupération spontanées, c'est alors que l'accoutumance au stimulus devient plus rapide.
- La quatrième concerne le fait que, **plus la fréquence de stimulation est rapide, plus la diminution de la réponse est rapide**.
- Pour la cinquième, **plus le stimulus est faible, plus l'accoutumance est rapide**. De plus, des stimuli puissants peuvent ne produire aucun effet significatif sur l'accoutumance.
- Sixièmement, les effets de l'entraînement à l'habituation peuvent aller au-delà du niveau de réponse nulle ou asymptotique. Les **réponses d'habituation peuvent s'accumuler**, même si elles sont asymptotiques.
- Septièmement, l'habitude de la réponse à un stimulus donné peut montrer une **généralisation** à d'autres stimuli semblables.
- La huitième caractéristique renvoie à la présentation d'un autre stimulus fort, entraînant la récupération de la réponse habituée du stimulus de base, c'est donc la **déshabituat**ion.
- Pour la neuvième caractéristique, on parle d'un **phénomène d'accoutumance** à la déshabituat
- Enfin, la dixième caractéristique ajoutée par Rankin et al (2009) parle d'**habituation à long terme**, quand certaines répétitions d'un stimulus créent des réponses d'habituation durant des jours ou des semaines.

13.1 La généralisation et la potentialisation

Deux phénomènes engendrent un intérêt particulièrement dans le cadre de ce projet. Le premier est la généralisation, car il est possible d'imaginer une généralisation entre l'environnement virtuel des jeux vidéo, l'environnement virtuel des logiciels de création et celui de la réalité virtuelle. Le deuxième est la potentialisation de l'habituation, car de même il est possible d'envisager que lors des différentes immersions, les participants pourraient développer une potentialisation de l'habituation entre la première et la deuxième immersion.

La généralisation est donc l'effet de l'accoutumance à un stimulus familier, pouvant ainsi se généraliser à des stimuli nouveaux partageant des caractéristiques similaires (Anderson et al., 2017 ; Grizzard et al., 2015 ; Rankin et al., 2009). Ce phénomène a pu être observé chez les personnes jouant aux jeux vidéo (Grizzard et al., 2015). Cela signifie que même si le stimulus est nouveau, la réponse peut être similaire à une réponse habituée, et que s'il y a une accoutumance, il peut également y avoir une généralisation (Anderson et al. 2017 ; Grizzard et al., 2015).

13.2 Spécificité de l'habituation et sensibilisation

On parle de spécificité du stimulus lorsque la réponse d'habituation ne se généralise pas à un nouveau stimulus. Cela peut se produire même si les deux stimuli sont semblables (Grizzard et al. 2015). D'un autre côté, une attention est portée au processus de sensibilisation, qui est défini par Cottraux (2017) comme étant l'inverse de l'habituation. Ainsi, la présentation brève et intense d'un stimulus (souvent nocif), peut accroître l'intensité des réponses émotionnelles plutôt que de les diminuer. De même que la sensibilisation d'un stimulus peut avoir lieu lorsque celui-ci est présenté de manière répétée (Cottraux, 2017).

Partie 3 Design expérimental

14 Question de recherche

Dans le contexte des immersions des joueurs de jeux vidéo et des artistes designers en réalité virtuelle, les interrogations vont vers leur habitude à l'environnement virtuel et leur capacité d'immersion. Dans cette étude une distinction sera faite entre l'habitude, liée au fait d'être régulièrement en contact avec des environnements virtuels tels que les jeux vidéo ou les logiciels de création, et l'habitude qui pourrait survenir suite à l'exposition en réalité virtuelle. Dès lors, la question de recherche peut se formuler comme suit : **l'habitude des joueurs de jeux vidéo et des artistes designers, à des environnements virtuels différents, pourrait-elle avoir un impact sur l'habitude à la réalité virtuelle et ainsi influencer leur charge cognitive, leur cybermalaises et leur immersion, lors d'une expérience immersive en réalité virtuelle ?**

15 Hypothèses

Hypothèse n°1

L'habitude à des environnements virtuels, caractérisée par la fréquence et le temps de pratique, pourrait avoir une influence positive sur la charge cognitive des joueurs et des artistes lors d'une immersion en réalité virtuelle. Néanmoins, cette charge cognitive pourrait être moindre chez les joueurs en comparaison aux artistes designers du fait d'un investissement différent de ces environnements, dont l'un est plutôt statique tandis que l'autre est plutôt interactif.

Hypothèse n°2

Dans un second temps, la différence des environnements virtuels dans lesquels les deux groupes évoluent pourrait se traduire par des cybermalaises plus élevés dans la population d'artistes en comparaison aux joueurs. En effet, les designers sont moins habitués aux déplacements et aux mouvements dans les environnements virtuels que les joueurs de jeux vidéo.

Hypothèse n°3

Enfin, la nature différente des environnements virtuels aurait pour effet un sentiment de présence plus élevé chez les joueurs du fait de leur exercice fréquent dans des mondes virtuels impliquant une immersion importante.

16 Variables

Pour cette étude la variable indépendante choisie était le type de milieu virtuel, qui se déclinait en deux modalités, à savoir un milieu interactif pour les joueurs de jeux vidéo et un milieu stable pour les artistes designers. Les variables dépendantes, pour lesquels un effet de la variable indépendante été recherché étaient l'habituatation à la réalité virtuelle, la charge cognitive, le sentiment de présence et le cybermalaise des utilisateurs.

17 Objectif de l'étude

Comme expliqué dans l'introduction, cette étude s'inscrit d'une part, dans la continuité d'une précédente recherche et constitue d'autre part, une première étape de testing pour une prochaine étude. Dès lors, l'objectif est d'affiner la compréhension des mécanismes qui sous-tendent la charge cognitive lors de l'usage de la réalité virtuelle. Ainsi, l'intérêt se porte sur le phénomène d'habituatation chez des sujets tout-venant de deux types : les joueurs de jeux vidéo et les artistes designers. Dans une vision plus large, l'objectif de cette étude serait d'améliorer le suivi des patients. Pour cela, en tenant compte de l'habituatation de certains patients, et des expériences qui la constitue, il serait question d'ajustement de la prise en charge, et plus précisément des environnements et de l'expérience immersive, lors des thérapies par exposition en réalité virtuelle.

Partie 4 Méthode

1 Considérations éthiques :

Le protocole de ce projet de recherche a été validé par le comité d'éthique de l'université de Liège (Annexe). Par ailleurs, aucune remarque quant au protocole n'a été émise, seuls quelques détails ont été demandés afin de gagner en clarté.

Lors de la passation des questionnaires, les participants placés devant l'ordinateur pouvaient lire en première page une note d'information concernant les modalités du protocole, préalablement expliqués lors d'un contact téléphonique, ainsi que le formulaire de consentement éclairé qui nécessitait d'être signé pour poursuivre.

D'autre part, bien que l'exposition en réalité virtuelle comporte peu de risques (Fusch & Moreau, 2006) il est possible qu'un sujet soit victime d'un cybermalaise. Les symptômes rappellent le mal de mer ou le mal des transports (une transpiration excessive, un déséquilibre dans la posture, des rots, des nausées, des maux de tête). Ils sont néanmoins très légers, temporaires et sans danger (Bouchard et al. 2003 ; Fusch & Moreau, 2006). Si des symptômes sont ressentis, l'immersion sera immédiatement interrompue afin que le sujet se rétablisse. De plus, si le sujet ne souhaite pas s'approcher de l'araignée, aucun encouragement de la part du chercheur n'aura lieu. Bien évidemment, il sera informé de ces modalités avant le début de l'expérience.

2 Procédure de recrutement

Plusieurs canaux de recrutement ont été envisagés. Le plus effectif a été le bouche-à-oreille, mais l'envoi de mails et les réseaux sociaux tels que Facebook, Twitter et le site Game Lab ont également été utilisés. De la sorte, un flyer a pu circuler, reprenant les informations principales de l'étude et invitant les volontaires à contacter l'expérimentateur. Malheureusement, cette étude a fait face à beaucoup de refus souvent dus au contexte sanitaire actuel qui inquiétait les personnes sollicitées. Le premier contact s'est systématiquement fait par mail. Grâce à ce premier échange, un appel téléphonique a été initié afin d'établir un pré-entretien et s'assurer que le volontaire répondait aux critères de sélection. Concernant l'échantillonnage, aucun logiciel statistique n'a été utilisé pour établir un nombre de sujets. Si l'étude avait été réalisée à une autre période hors pandémie, permettant une population plus importante, le nombre de sujets aurait été calculé à l'aide du logiciel SAS. Cependant,

dans l'optique de pré tester une population pour une étude future d'une plus grande ampleur, deux groupes ont été établis comme suit :

- Un premier groupe constitué de 5 personnes répondant aux critères de joueurs de jeux vidéo.
- Un second groupe de 5 personnes répondant aux critères d'artistes designers.

2.1 Critères d'inclusion et d'exclusion

Les critères d'inclusion et d'exclusion des participants sont les suivants :

Groupe joueur

Une personne est considérée comme étant joueur si elle joue au minimum trois heures et vingt minutes en moyenne par semaine, tous supports confondus : ordinateur, console, smartphone (Soylu & Bruning, 2016). Toute personne jouant moins de 3h20 par semaine sera exclue.

Groupe artiste designer

Une personne est considérée comme artiste designer lorsqu'elle pratique de manière active une discipline de l'art du design, comme l'architecture, le design industriel, le design d'intérieur ou encore l'art graphique. Il faut que l'outil de travail à la réalisation de ces différentes spécialités se fasse par ordinateur (Budge., 2016). De plus, afin de marquer la différence entre les deux groupes, les artistes designers ne doivent pas être des joueurs de jeux vidéo. Toute personne ne répondant pas à ces critères sera exclue.

Un test de Stroop avec lettres de couleur est administré, de ce fait les personnes daltoniennes devront être exclues (Toth et al. 2019 ; Kowal et al. 2019). Parmi les volontaires une s'est avérée ne pas correspondre à ce critère et n'a pas pu participer à l'étude.

Enfin, les personnes mineures ne pourront pas participer à cette étude.

3 Matériel utilisé

Afin de contrôler la variable environnement, le même environnement virtuel a été utilisé pour tous les sujets de l'étude. Il s'agit de celui développé par le Professeur Stéphane Bouchard de l'Université du Québec en Outaouais (Bouchard et al. 2011). C'est un appartement standard composé de plusieurs pièces : un couloir, un salon, un bureau, une salle de bain, plusieurs chambres à coucher, une cuisine et un jardin. Dans cet appartement virtuel, la personne peut se déplacer librement dans les différentes pièces. Le même environnement sera utilisé pour la phase d'entraînement et la phase d'immersion, à la différence que lors de la phase d'exploration, des araignées y seront présentes. Lors de

la phase d'entraînement, la consigne donnée était de visiter l'appartement avec la même attention que s'il fallait l'acheter. La même consigne a été donnée à tous les participants.

Le matériel nécessaire à cette étude se résume à l'utilisation du visiocasque, des manettes ainsi que des capteurs tels qu'ils ont été présentés dans la partie « Matériel en réalité virtuelle ». Ici, c'est l'Oculus Rift avec les doubles manettes afin de se déplacer dans l'espace, qui a été utilisé.

Les questionnaires et Test de Stroop étaient auto-administrés et se remplissaient sur ordinateur. Les participants étaient laissés seuls pour passer les tests de Stroop et les questionnaires afin qu'ils ne soient pas déconcentrés par notre présence. Cependant, la présence de l'expérimentateur juste derrière la porte est signalée au cas où ils auraient eu une quelconque question ou un problème relatif aux questionnaires ou à l'ordinateur.

Il est nécessaire de préciser qu'en réalité virtuelle, une immersion se décompose selon deux phases : la première est celle de familiarisation, lors de laquelle le sujet apprend à manier les manettes pour se déplacer dans l'environnement. C'est également l'occasion de régler tous les détails, notamment au niveau de l'installation du casque, afin que la phase d'exploration soit optimale. La deuxième phase, celle d'exploration, le participant peut circuler dans l'environnement et interagir avec (Malbos et al., 2017). Cette phase est celle qui sera évaluée lors de l'étude. La consigne donnée pour cette phase sera de visiter l'appartement dans sa totalité malgré la présence des araignées, et cela comme si l'objectif était de l'acheter par la suite. Ainsi, le participant sera attentif à l'environnement qui l'entoure et prendra le temps nécessaire à l'exploration. Cependant, il est précisé qu'il n'est pas forcé d'entrer dans une pièce si la présence des araignées le met mal à l'aise.

4 Outils de mesures

4.1 Mesure de la charge cognitive subjective

L'échelle de Paas (Paas et al. 2003) est une échelle d'auto-évaluation de type Likert, pour laquelle une seule question est utilisée : « En faisant la tâche, j'ai investi : ». Le score varie de 1 (très, très petite charge cognitive) à 9 (très, très haute charge cognitive). L'utilisation de cet outil subjectif est basée sur l'hypothèse que les participants sont capables d'examiner leur propre pensée et sentiment et peuvent rapporter leur quantité d'effort mental qu'ils investissent sur une tâche (Paas et al., 2003). Cette échelle montre une bonne consistance interne avec un alpha de Cronbach de 0.90 et 0.82 dans deux études, dont celle de Paas (1992) et celle de Paas & Van Merriënboer (1994). De plus, sa validité

concourante est démontrée par sa sensibilité à détecter les variations de la complexité de la tâche (Van Gog & Paas, 2008). Elle est administrée une première fois après la phase de familiarisation et une fois après la phase d'exploration.

4.2 *Mesure de la performance de charge cognitive*

Un test de Stroop avec lettres de couleur, permet d'examiner la capacité d'inhibition cognitive (celle-ci se définit comme l'habilité à inhiber des réponses apprises, en faveur d'une réponse peu courante) en présence de distraction, ou à supprimer les informations non pertinentes et à rester concentrer sur une tâche donnée. (Kowal et al. 2018 ; Toth et al. 2019). L'une des raisons qui justifient le choix de ce test est qu'il a été choisi par Kowal et Toth (2019) pour mesurer les capacités cognitives des joueurs de jeux vidéo. (Toth et al. 2019). Enfin une autre raison est que la fatigue cognitive induite par le test n'apparaît qu'après 40 minutes d'exposition (Loris et al. 2005), ce qui permet d'évaluer le sujet sans être biaisé par cette variable.

4.3 *Mesure du cybermalaise*

Le questionnaire de cybermalaise développé par le Laboratoire de Cyberpsychologie de L'UQO est la version traduite en français du Simulator Sickness Questionnaire (Kennedy et al., 1993). Dans une étude de validation (Bouchard et al., 2011) la pondération du questionnaire original a été supprimée afin de simplifier son utilisation. Cette échelle de 16 items cotés de 0 (pas du tout) à 3 (sévèrement) est divisée en deux sous-échelles de symptômes courant du cybermalaise : la sous-échelle « nausée » et la sous-échelle « oculomoteur ». Les scores totaux vont de 0 à 48. Elle permet donc de vérifier l'intensité du cybermalaise pouvant être induit par chaque immersion en réalité virtuelle (Rémond et al., 2020).

4.4 *Mesure de l'état de présence*

Le questionnaire d'état de présence (QEP) (Robillard et al., 2002) est une échelle de 24 items, composée de sept parties : le réalisme, la qualité de l'interface, l'auto-évaluation de la performance, la possibilité d'examiner, la possibilité d'agir, le sentiment auditif et le sentiment haptique. La version utilisée est traduite par le laboratoire de Cyberpsychologie de l'UQO. Concernant la validité de ce construit, des corrélations inter items ont été effectuées. De plus l'alpha de Cronbach est de 0.84 indique une bonne cohérence interne (Witmer & Singer, 1998).

5 Déroulement

Les participants répondant aux critères d'entrée appartenaient soit au groupe de joueurs de jeux vidéo, soit au groupe d'artiste designer. Tous les sujets ont été confrontés à la même procédure expérimentale. Avant de commencer le testing sur ordinateur, les participants ont été invités à participer à un très court entretien, afin de récolter toutes les données sociodémographiques utiles à la recherche. L'entretien était semi-directif, et les questions les plus larges ont été priorisées, afin de laisser une libre intervention du participant. Pour le groupe de joueurs de jeux vidéo, des questions concernant le type, la fréquence et le temps de jeux, le but du jeu (divertissement, performance, détente, stimulation...), le type de console utilisé ont été posés. Pour le groupe d'artistes designers, des questions concernant la pratique du métier, l'utilisation de logiciel, le temps accordé à la conception sur informatique, l'utilisation ou non de la RV pour présenter les projets, ont été posées.

Avant le début de l'expérience, les sujets ont été invités à passer le test de Stroop avec mots de couleurs. Pour ce faire, le participant a été placé devant un écran d'ordinateur sur lequel défilaient des mots de couleur. Le sujet devait dire le mot de couleur dans lequel le mot était écrit plutôt que de lire le mot lui-même. Plusieurs combinaisons mot/couleur étaient possibles :

- Le mot et la couleur correspondent (ex. : **rouge** = congruent)
- Le mot et la couleur ne correspondent pas (ex. : **rouge** = incongruent). Cette combinaison oblige le sujet à inhiber sa lecture du mot pour se concentrer sur l'encre du mot.

Une interaction contrôle a aussi été mise en place lors de laquelle une boîte de couleurs apparaissait à l'écran et où le sujet devait donner la couleur de la boîte. L'encodage des réponses se faisait directement sur clavier au moyen de touches utilisées (z,d,k,o). Les touches étaient alors marquées d'un code couleur correspondant aux touches et étaient affichées sur l'écran (z = rouge, d = vert, k = noir, o = bleu). Une fois les doigts positionnés sur le clavier, le sujet ne bougeait plus que les doigts. Une version démo du test a été proposée à chaque sujet avant le début de l'expérience (Toth et al., 2019). Les données récoltées ont été le temps de réaction, les bonnes réponses et les mauvaises réponses.

Une fois le premier test réalisé, les sujets devaient porter le casque de réalité virtuelle ainsi que les manettes afin de faire une première immersion dite de « familiarisation ». Pendant cette phase, l'expérimentateur pouvait expliquer comment se déplacer et utiliser les manettes si nécessaire. Les sujets étaient alors dans l'environnement « Appartement » de Bouchard et al. (2011), pour une durée maximale de 10 minutes. Suite à cette immersion il était demandé au sujet de passer l'échelle de Paas ainsi

que faire de nouveau un test de Stroop avec lettres de couleurs. Une fois les tests effectués, les sujets retournaient en immersion.

Après la phase de familiarisation, les sujets pouvaient commencer la phase d'exploration qui durait 15 minutes et pour laquelle ils étaient debout, pouvant ainsi se déplacer dans l'environnement à l'aide d'une manette. Ils étaient libres d'explorer toutes les pièces de l'appartement. Dans cet appartement, les sujets pouvaient rencontrer un objet potentiellement phobogène : une araignée. L'instruction donnée était de visiter l'appartement comme s'ils souhaitaient l'acheter.

Enfin, il était demandé au sujet de passer ou repasser dans l'ordre suivant : l'échelle de Paas, de refaire un test de Stroop, puis de passer l'échelle de cybermalaise, et enfin l'échelle de l'état de présence (QPE).

Après avoir terminé la phase de test, un dernier entretien semi-directif a été effectué. Il était primordial que le participant puisse s'exprimer le plus librement sur son expérience immersive. Cependant, une trame avait été préparée afin de n'oublier aucun point. (Brocki & Wearden, 2006 cités par Antoine & Smith 2017). Aussi, comme pour le premier entretien, la méthode de l'entonnoir a été adoptée, allant des questions les plus larges aux plus spécifiques (Antoine & Smith 2017).

Partie 5 Présentation des résultats

1 Introduction

Cette partie est consacrée à l'analyse des données récoltées dans le cadre de cette étude. Pour rappel, ce travail avait pour objectif de déterminer si l'habitué aux univers virtuels pouvait avoir un impact sur l'expérience immersive lors de l'utilisation de la réalité virtuelle, notamment au travers de la mesure de la charge cognitive et du cybermalaise. Pour cela deux échantillons ont été testés, l'un constitué de joueurs de jeux vidéo et l'autre d'artistes designers. Une première partie de cette analyse consiste en la présentation des données sociodémographiques. L'autre partie consiste en une présentation des résultats aux différentes échelles.

Enfin, il est important de préciser que cette étude a souffert d'un manque de participants. Aussi, les résultats obtenus ne sont pas représentatifs de la population générale en comparaison à une étude qui aurait compté un échantillon plus conséquent. En effet, 40 personnes ont été contactées par l'expérimentateur s parmi les agences d'architectes et architectes d'intérieurs de la province de Liège. Cela a abouti à 5 réponses, dont 3 favorables, et 2 refus. D'autre part, la publication du flyer ainsi que le bouche-à-oreille ont abouti à 11 réponses dont 7 se sont concrétisées, contre 3 qui ont finalement été annulées par les participants et 1 pour laquelle le participant ne répondait pas aux critères de l'étude. Aussi, ce sont les données de 10 participants (N=10) qui seront analysées dans la partie qui suit. La répartition par groupe était ainsi : N groupe joueur de jeux vidéo = 5, N groupe artiste designer = 5.

2 Données descriptives de l'échantillon

Cette partie est consacrée à l'analyse descriptive des données sociodémographiques de l'échantillon. Chaque rencontre a débuté par un entretien qui a permis d'établir le profil des participants rencontrés. Le tableau 3 présente les caractéristiques pour chaque groupe, il sera la référence pour décrire les données. Le lecteur intéressé pourra se rendre en annexe (Annexe 6) pour consulter le tableau descriptif pour chaque participant.

Tableau 3 *Présentation des données sociodémographiques des deux groupes*

Echantillon (N=10)					
Groupe joueurs (N = 5)			Groupe Artiste / Designer (N= 5)		
Age moyen			30		
30			36,5		
Sexe	Nombre	% population	Nombre	% population	
Homme	3	60%	3	60%	
Femme	2	40%	2	40%	
Niveau d'études					
Enseignement supérieur	3	60%	4	80%	
Postuniversitaire	2	40%	1	20%	
Statut socio-professionnel					
Employé	1	20%	1	20%	
Cadre	2	40%	0	0%	
Indépendant	0	0%	4	80%	
Etudiant	2	40%	0	0%	
Fréquence de jeu / semaine					
Tous les jours	5	100%	N/A	N/A	
Temps de jeux / jour					
1 à 2 heures	2	40%	N/A	N/A	
3 à 4 heures	3	60%	N/A	N/A	
Fréquence sur logiciel par semaine					
Entre 5 à 6 jours / semaines	N/A	N/A	5	100%	
Temps d'utilisation /jour					
3 à 4 heures	N/A	N/A	1	20%	
5 à 6 heures	N/A	N/A	4	80%	
7 à 8 heures	N/A	N/A	0	0%	
Moyenne tps/semaine sur environnement		21 h/semaine	21,4 h/semaine		

L'analyse du tableau 3 montre une répartition de la distribution homme/femme équivalente dans les deux groupes, soit 60% d'hommes pour 40% de femmes. De plus, l'âge moyen des deux groupes est plutôt homogène puisqu'il est de 30 ans pour le groupe des joueurs et de 36,5 pour le groupe des designers.

Pour ce qui est du niveau d'étude, on constate une légère différence entre les deux groupes, bien que celle-ci ne soit pas disparate. En effet l'ensemble de notre population a au minimum entamé des études supérieures allant du post universitaire au doctorat (Annexe 6). Néanmoins, dans le groupe des artistes designers, une majorité de personnes a obtenu un diplôme universitaire (80%), ce qui peut correspondre au fait que cette population a été choisie en fonction de sa profession, et par conséquent cela implique majoritairement d'avoir poursuivi des études universitaires. Tandis que dans le groupe des joueurs de jeux vidéo, la répartition est comme suit, 60% aillant un diplôme universitaire contre 40% avec un niveau postuniversitaire.

Une différence importante est à relever entre les joueurs et les artistes, car comme l'indique le tableau 2, aucun des artistes designers ne joue aux jeux vidéo et aucun des joueurs de jeux vidéo n'est

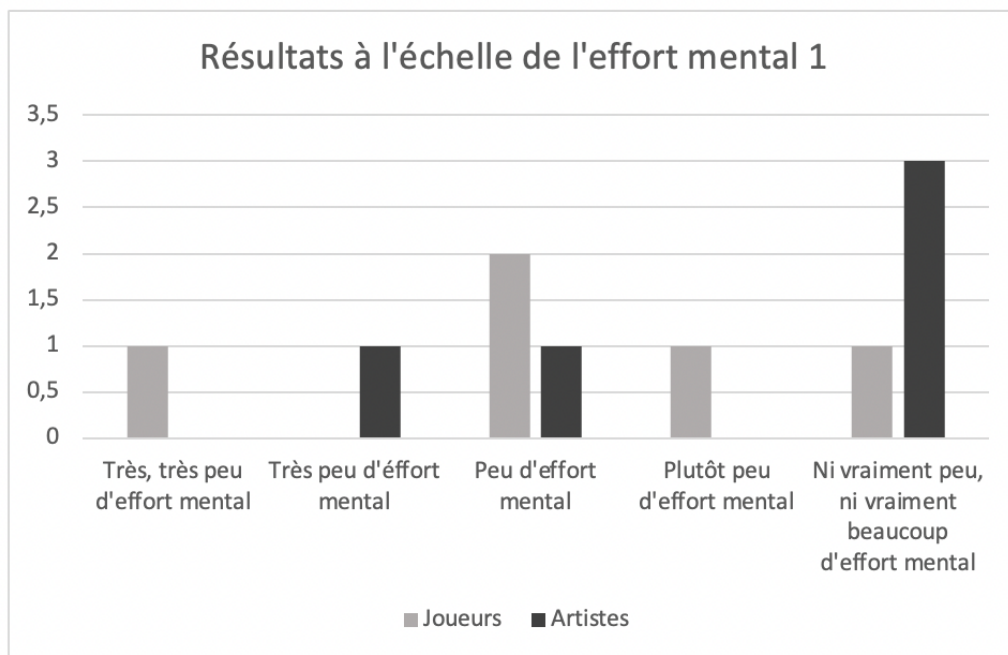
artiste designers. Cette information paraît essentielle puisqu'elle permet de souligner la différence entre les deux groupes. Différence primordiale dans cette étude, car c'est bien sûr le type d'environnement utilisé qu'une discrimination a pu être faite.

Enfin, le temps passé sur un environnement virtuel constituait l'un des critères d'inclusion et d'exclusion principaux, pour participer à cette étude. Aussi l'analyse du tableau 2 permet de constater que le temps passé sur un environnement virtuel est plutôt similaire pour les deux groupes. Effectivement, les joueurs de jeux vidéo, bien qu'ils aient tendance à jouer tous les jours, passent environ 21 heures par semaine sur les environnements virtuels. D'autre part, les artistes designers ont tendance à passer moins de jours par semaine sur les environnements, soit entre 5 à 6 jours, mais plus d'heures par jour, ce qui correspond en moyenne à 21,5 heures par semaines sur des environnements virtuels.

3 Présentation des résultats pour l'Effort mental (Échelle de Paas)

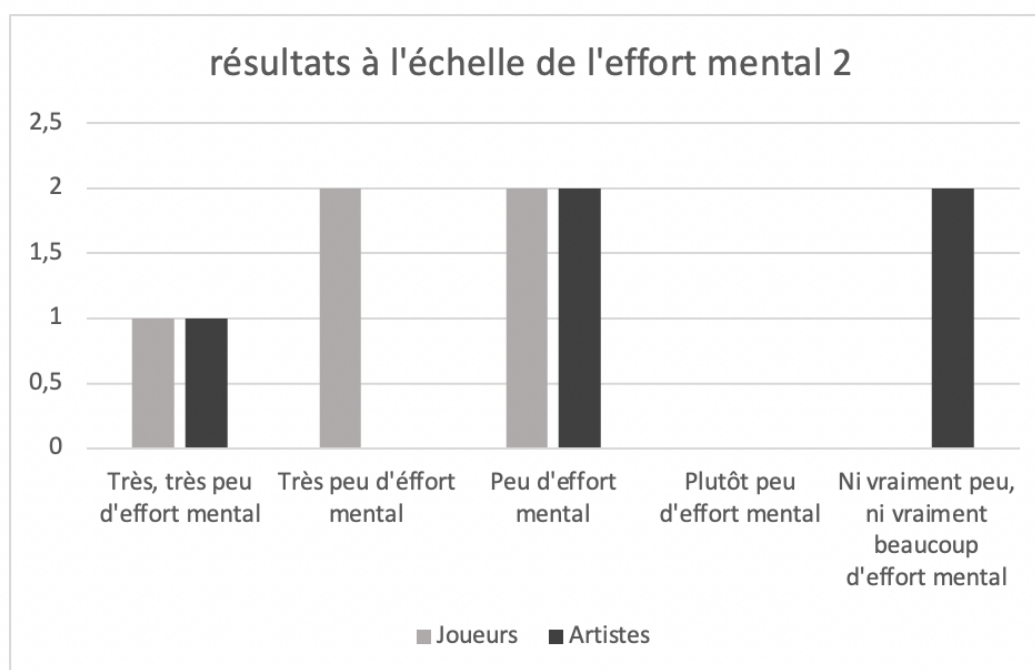
Les figures 1 et 2 présentent les résultats obtenus à l'échelle de l'effort mentale réalisée après la première immersion dite de « familiarisation » (Figure 2) et après la deuxième immersion dite « d'exploration » (Figure 3). Rappelons que ce questionnaire est une mesure subjective autoévaluée, pour laquelle il est demandé aux participants de mesurer selon une échelle de Likert en 9 points, la charge cognitive qui a été investie lors de l'immersion. De ce fait, les réponses possibles sont les suivantes : « Très, très peu d'effort mental », « Très peu d'effort mental », « Peu d'effort mental », « Plutôt peu d'effort mental », « Ni vraiment peu, ni vraiment beaucoup d'effort mental », « Plutôt beaucoup d'effort mental », « Beaucoup d'effort mental », « Vraiment beaucoup d'effort mental », « Vraiment, vraiment beaucoup d'effort mental ».

Figure 2 *Nombre de réponses à l'échelle de l'effort mentale après la première immersion*



À la lecture de cette la figure 2, la première remarque qui peut être faite concerne la répartition des réponses. En effet celles-ci se concentrent essentiellement sur la partie la plus basse de l'échelle. Dès lors, aucun des participants n'a estimé avoir sollicité beaucoup d'effort mental lors de la première phase d'immersion. D'autre part, bien que trois artistes designers sur cinq aient choisi de répondre « Ni vraiment peu ni vraiment beaucoup d'effort mental », cela ne peut pas être considéré comme significatif pour le groupe.

Figure 3 *Nombre de réponses à l'échelle de l'effort mentale après la deuxième immersion*



À la lecture de la figure 3, la question de la répartition des réponses est également à souligner. En effet, comme lors de la première immersion, la deuxième ne semble pas avoir demandé beaucoup d'effort mental aux participants, qui concentrent alors leurs réponses sur la partie basse de l'échelle. De plus, même si les réponses pour cette échelle semblent plus homogènes (deux participants ont répondu « Très peu d'effort mental, 4 ont répondu « Peu d'effort mental » et 2 n'ont répondu « ni vraiment peu ni vraiment beaucoup d'effort mental ») aucune tendance ne semble se dessiner en termes d'effort mental suite à la deuxième immersion.

Pour conclure sur les résultats de cette échelle, il ne semble y avoir eu ni croissance ni diminution de l'effort mental autoévalué chez les participants des deux groupes. Enfin, la nature non significative des résultats ne permet pas de faire une comparaison entre les deux groupes. Pour cette raison, aucun test statistique n'a été effectué pour cette échelle.

Le lecteur intéressé pourra retrouver le tableau de données pour chaque participant en annexe (Annexe 7 et 8).

4 Présentation des résultats pour la performance de la charge cognitive (test de Stroop)

Le test de Stroop avec mots de couleurs a été passé par les participants avant le début de l'expérimentation puis après chaque immersion. Pour rappel, il a été choisi afin de mesurer la performance de la charge cognitive après une immersion en réalité virtuelle telle que dans l'étude de Kowal et Toth (2019). Les données du tableau 3 et du tableau 4, sont relatives aux différentes passations. Pour une meilleure compréhension des tableaux, la numérotation des Stroop indique le moment de la passation. Ainsi le Stroop 1 a été effectué au début de l'expérimentation. Le Stroop 2 a été passé suite à la première immersion de familiarisation et enfin le Stroop 3 a été passé après la deuxième immersion d'exploration. (Le lecteur intéressé pourra retrouver les tableaux reprenant les résultats pour chaque participant en annexe 9 et 10).

Tableau 4 *Statistiques descriptives des temps de réponse en millisecondes aux trois tests de Stroop.*

	Stroop 1		Stroop 2		Stroop 3	
	AD	JJV	AD	JJV	AD	JJV
Moyenne	878,08	930,99	854,58	811,93	781,15	763,47
Ecart-type	287,92	232,22	322,41	195,16	178,93	203,73
Minimum	682,73	738,77	638,33	581,07	663,10	505,77
Maximum	1 384,37	1 247,27	1 401,73	1 120,27	1 085,97	1 061,60

L'analyse qualitative du tableau 4 indique que le temps de réponse moyen des deux groupes diminue au cours des différentes passations du test de Stroop. Dès lors, au Stroop 1 le temps de réponse moyen des artistes designers (878,08 ms) est plus rapide que pour les joueurs (930,99 ms), ce qui constitue notre mesure de référence pour comparer l'évolution des résultats aux deux autres passations.

Lors de la passation du Stroop 2, les résultats continuent de diminuer pour les deux groupes (854,58 ms pour les AD et 811,93 ms pour les JJV). Il est également possible de constater que lors de ce second test, les joueurs deviennent plus performants en termes de temps de réponse que les designers. Enfin pour le Stroop 3, la diminution du temps de réponse persiste pour les deux groupes (781,15 ms pour les AD et 763,47 ms pour les JJV), ainsi que la performance supérieure du groupe des joueurs.

Afin de faire une appréciation statistique, un test de variation de pourcentage a été effectué. Cela permet de rendre compte de l'évolution des résultats des participants entre le Stroop 1 et le Stroop 3. Ainsi les résultats de ce calcul sont représentés dans le tableau 5 :

Tableau 5 Taux de variation aux tests de Stroop exprimés en valeur absolue

Amélioration des temps de réponse	Entre Stroop 1 et 2	Entre Stroop 2 et Stroop 3	Entre Stroop 1 et Stroop 3
Joueurs de jeux vidéo	12,8%	6%	18%
Artistes designers	2,7%	8%	11%

L'analyse du tableau 5 permet de rendre compte d'une amélioration pour les joueurs de jeux vidéo et des artistes designers au cours des passations du Stroop. Cependant on constate que l'amélioration est ralentie chez les joueurs de jeux vidéo entre le Stroop 2 et le Stroop 3 (6%) par rapport aux artistes designers. Ce ralentissement peut se traduire par les points de pourcentage qui sont moindre chez les joueurs de jeux vidéo entre le Stroop 2 et le Stroop 3 (-6), par rapport aux artistes designers (+ 5,3), ce qui montre une amélioration croissante du temps de réponse des artistes designers.

Tableau 6 Pourcentage de résultats vrais/faux aux trois tests de Stroop pour les deux groupes

	Stroop 1		Stroop 2		Stroop 3	
	% Faux	% Vrai	% Faux	% Vrai	% Faux	% Vrai
Designer	21%	79%	8%	92%	2%	98%
JJV	7%	93%	1%	99%	0%	100%
Grand Tota	14%	86%	4%	96%	1%	99%

Dans un premier temps, lors de l'analyse qualitative du tableau 6, on constate que le nombre de réponses vrai pour les deux groupes est en constante augmentation entre le Stroop 1 et le Stroop 3.

De plus, les résultats suggèrent que les joueurs de jeux vidéo sont plus performants que les artistes designers, puisque leur pourcentage de bonnes réponses est toujours supérieur au pourcentage de bonnes réponses des designers.

Dans un second temps une appréciation statistique a été faite afin de mesurer la progression en termes de performance entre le Stroop 1 et le Stroop 3, en utilisant un calcul de taux de variation. Ainsi les résultats de ces calculs sont présentés dans le tableau 7

Tableau 7 *taux de variation des performances aux tests de Stroop exprimé en valeur absolue*

Amélioration des performances	Entre Stroop 1 et 2	Entre Stroop 2 et Stroop 3	Entre Stroop 1 et Stroop 3
Joueurs de jeux vidéo	86%	100,0%	100%
Artistes designers	62%	75%	90%

L'analyse du tableau 7 montre une amélioration des performances des joueurs de jeux vidéo et des artistes designers entre le Stroop 1 et le Stroop 3. Toutefois il est à noter que cette amélioration est accrue concernant les joueurs de jeux vidéo par rapport aux artistes designers. Il est d'ailleurs observable pour les JJV un taux de réponse vraie de 100% dès le Stroop 2, valeur que n'atteignent pas les AD, y compris au Stroop 3.

5 Présentation des résultats pour le Cybermalaise

Tableau 8 *Statistiques descriptives des scores au test de Cybermalaise pour les joueurs de jeux vidéo*

Joueurs de jeux vidéo			
	Totale	Nausée	Oculo-moteur
Moyennes	7,40	5,40	2,00
Min	1,00	0,00	0,00
Max	20,00	13,00	7,00
Ecart-type	7,83	5,55	2,83

Tableau 9 *Statistiques descriptives des scores au test de Cybermalaise pour les artistes designers*

Artistes designers			
	Totale	Nausée	Oculo-moteur
Moyenne	17,6	8,8	8,8
Min	8,0	3,0	5,0
Max	33,0	17,0	16,0
Ecart-type	10,4	6,0	4,4

Dans un premier temps, l'analyse qualitative des tableaux 8 et 9 permet de rendre compte d'une différence entre les joueurs de jeux vidéo et les artistes designers quant à la survenue d'un cybermalaise. En effet la moyenne totale des scores à cette échelle indique que les cybermalaises semblent être

plus fréquents chez les designers dont le score moyen est de 17,6 tandis que chez les joueurs il est de 7,40. Cette différence est également constatée pour les deux sous-échelles « Nausée » et « Oculo-moteur ». Pour la première, les designers montrent un score moyen de 8,8, donc plus élevé que pour les joueurs qui ont un score moyen de 5,40. Pour la deuxième sous échelle, il en va de même puisque les designers ont un score moyen de 8,8 tandis que les joueurs ont un score moyen de 2.

Dans un second, une analyse statistique pourrait être intéressante pour comparer les résultats des deux groupes. Avant de procéder à toute analyse statistique, il est primordial de vérifier que les données suivent une distribution normale. Pour cela, le test de Shapiro-Wilk a été effectué sur les deux échantillons. Les résultats à ce test, pour l'échantillon des joueurs de jeux vidéo, indiquent un score de $w = 0,91$ et une probabilité de dépassement $p = 0,47 (> 0,05)$. Il est donc possible de conclure que les données suivent une loi normale. Pour l'échantillon des artistes designers, le résultat au test de normalité indique un score de 0,8 avec une possibilité de dépassement $p = 0,2 (> 0,05)$. Il est donc également possible de considérer que les données suivent une loi normale.

Dès lors, et afin de donner une appréciation statistique, le test de Fisher de comparaison des variances a permis de ne mettre aucune différence des variances en évidence, avec un résultat $F=1,45$ et une probabilité de dépassement $p = 0,7$. À présent que l'homogénéité des variances (leur homoscedasticité) a été contrôlée, il est possible de procéder à une comparaison des deux groupes.

La comparaison des moyennes au test du cybermalaise réalisé à l'aide d'un test t de Student, présente une valeur de $t = -1,75$ avec un risque de dépassement de $p = 0,1 (>0,05)$. Il n'est donc pas possible de conclure à une différence des moyennes. Autrement dit, dans le cadre de cette étude, il ne semble pas qu'en terme d'apparition des cybermalaises, les designers se distinguent significativement des joueurs. (Cependant ces résultats seront nuancés dans la partie discussion).

6 Présentation des résultats pour l'État de présence (OPE)

Le tableau 8 et le tableau 9 reprennent les résultats des participants à l'échelle État de présence. Les résultats renvoient au score total moyen pour chaque groupe, ainsi qu'au score moyen aux différentes sous-échelles « Réalisme », « Possibilité d'agir », « Qualité de l'interface », « Possibilité d'examiner », « Auto-évaluation de la performance » et « Auditif ». Une septième sous-échelle nommée « Haptique » aurait pu être prise en compte si l'environnement proposé avait donné la possibilité aux utilisateurs de toucher des objets. Dans cette étude, elle ne fait pas partie de la cotation. Pour rappel, la cotation de ce questionnaire se fait sur une échelle de Likert allant de 1 à 7. Ainsi, le score le plus

bas possible serait de 19, tandis que le score le plus élevé possible serait de 133. En annexe (Annexe 5), le lecteur pourra retrouver le tableau reprenant les normes pour cette échelle (Witmer & Singer, 1998).

Tableau 10 *Statistiques descriptives des scores aux différentes sous-échelles de la QPE pour les joueurs de jeux vidéo*

Joueurs de jeux vidéo							
	<i>Total</i>	<i>Réalisme</i>	<i>Possibilité d'agir</i>	<i>Qualité interf</i>	<i>Possibilité d'examiner</i>	<i>Auto évaluation performance</i>	<i>Auditif</i>
Moyenne	108,60	34,00	23,20	17,60	17,40	12,60	17,80
Min	99,00	26,00	18,00	10,00	14,00	9,00	15,00
Max	122,00	45,00	27,00	21,00	20,00	14,00	21,00
Ecart-type	8,38	7,28	3,70	4,51	2,41	2,07	2,28

Tableau 11 *Statistiques descriptives des scores aux différentes sous-échelles de la QPE pour les artistes designers*

Artistes Designers							
	<i>Total</i>	<i>Réalisme</i>	<i>Possibilité d'agir</i>	<i>Qualité interf</i>	<i>Possibilité d'examiner</i>	<i>Auto évaluation performance</i>	<i>Auditif</i>
Moyenne	78,20	24,80	17,60	11,80	14,20	9,80	13,80
Min	53,00	14,00	14,00	8,00	10,00	5,00	3,00
Max	99,00	33,00	22,00	15,00	18,00	13,00	20,00
Ecart-type	16,95	6,91	3,36	2,77	3,77	3,11	6,91

En analysant les deux tableaux ci-dessus, on remarque un score à l'état de présence plus élevé chez les joueurs de jeux vidéo (108,60) que chez les artistes designers (78,20). Il en va de même pour les différentes sous-échelles où les résultats sont toujours plus élevés chez les joueurs que chez les artistes, ce qui indiquerait globalement, un meilleur sentiment de présence chez les joueurs de jeux vidéo que chez les artistes designers.

Avant de procéder à toute analyse statistique, une analyse des variables afin de déterminer si elles suivent une loi normale a été faite. Les résultats au test pour les joueurs de jeux vidéo présentent une valeur de $W = 0,89$ avec une probabilité de dépassement de $p = 0,36$ ($>0,05$). Pour les artistes designers les résultats présentent une valeur de $W = 0,93$ avec un risque de dépassement de $p = 0,64$ ($>0,05$). Il est donc possible de conclure que pour les deux échantillons, les données suivent une loi normale.

À présent, afin d'établir une appréciation statistique, le test de Fisher de comparaison des variances a permis de ne mettre aucune différence des variances en évidence, avec un résultat $F = 0,21$ et un risque de dépassement de $p = 0,16 (>0,05)$. Maintenant que l'homogénéité des variances (leur homoscedasticité) a été contrôlée, il est possible de procéder à une comparaison des deux groupes.

Ainsi un test de t de Student a été appliqué afin de comparer les deux moyennes au score de l'état de présence pour les deux groupes. Le résultat présente une valeur de $t = 3,59$ avec un risque de dépassement de $p = 0,01 (<0,05)$. Cela permet de conclure que les deux moyennes sont différentes, autrement dit, selon les résultats au questionnaire, les joueurs de jeux vidéo ont un sentiment de présence significativement plus élevé que les designers. (Cependant ces résultats pourront être nuancés dans la partie discussion).

7 Données corrélationnelles

Il semble intéressant de tester le lien entre certaines variables étudiées dans ce protocole à l'aide de calculs de corrélations. Dès lors, les données suivant une loi normale, l'intensité de la liaison entre les variables considérées pourra être mise en évidence (Wannacott & Wannacott, 1991). Ainsi, l'évaluation du lien entre le fait d'avoir un cybermalaise et le sentiment de présence paraît pertinent. En effet la supposition selon laquelle le sentiment de présence pourrait être influencé par la présence ou non d'un cybermalaise, peut être émise. Le tableau 12 permet de rappeler les résultats obtenus aux tests de l'état de présence (QPE) et de cybermalaise. C'est également ce tableau qui a servi à faire le test de corrélation sur le logiciel Excel.

Tableau 12 *Présentation des résultats aux tests QPE et cybermalaise*

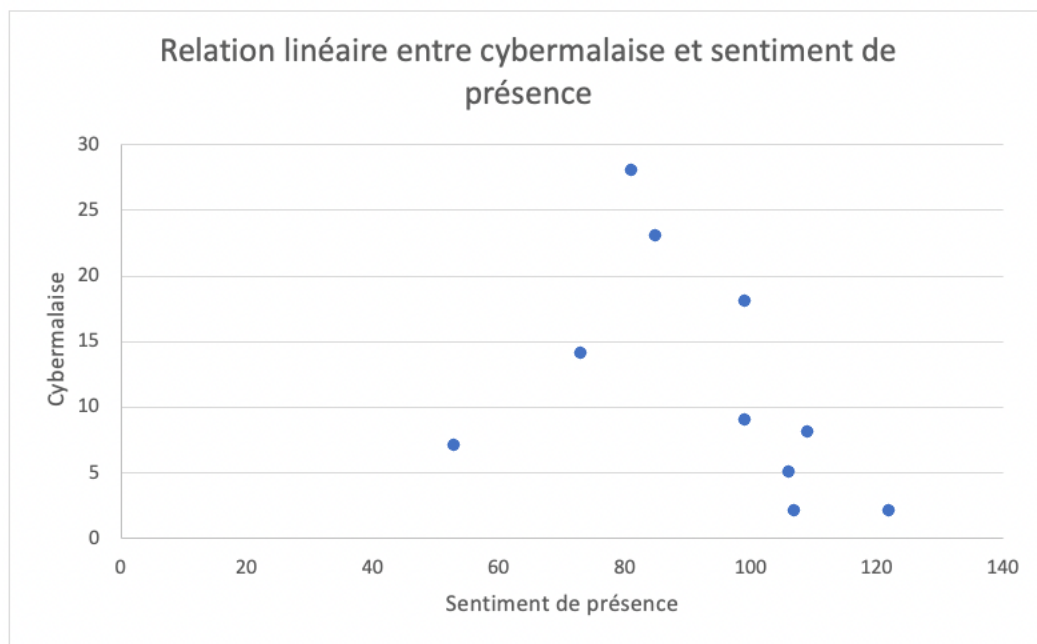
Joueurs	QPE		Cybermalaise
	Participants	Total	Total
Joueurs	BE14BL	122	1
	JA19CO	109	9
	BE15CH	107	1
	MA13WE	106	6
	AL18FE	99	20
	GA30HA	99	10
Artistes	PI24DE	85	23
	OLI31SC	81	33
	FL04PA	73	14
	EM09BO	53	8

Tableau 13 *Corrélation entre la variable cybermalaise et la variable sentiment de présence*

	QPE
Cybermalaise	-0,42

Comme le montre le tableau corrélationnel 13, le résultat au test de corrélation de Bravais-Pearson indique une corrélation modérée entre les variables avec un seuil de significativité $p < 0,05$. Autrement dit, il semblerait que lorsque le cybermalaise diminue, le sentiment de présence aurait tendance à augmenter.

Figure 4 Diagramme de la relation linéaire entre cybermalaise et sentiment de présence



En imaginant une ligne rejoignant les différents points, le diagramme ci -dessus montre que certains points en sont proches, tandis que d'autres en sont éloignés. Cela signifie qu'il existe effectivement une relation linéaire entre la variable cybermalaise et la variable sentiment de présence, mais que celle-ci est modérée.

Pour la population de cette étude, ces résultats permettraient d'expliquer le fait que les joueurs de jeux, vidéo compte tenu d'une faible apparition des cybermalaises, auraient un meilleur sentiment de présence. Dans l'autre sens, cela expliquerait en partie que les artistes designers, du fait de cybermalaises plus forts et plus fréquents, pourraient ne pas avoir ressenti suffisamment de sentiment de présence.

Partie 6 Discussion

1 Introduction

À présent qu'un état des lieux de la littérature scientifique consacrée à l'utilisation de la réalité virtuelle, au phénomène d'habituation et à la charge cognitive. Que les données recueillies lors des différentes rencontres avec les participants ont été triées, analysées et interprétées. Il est à présent question de tirer des enseignements de cette démarche.

2 Réflexion autour des résultats de l'étude

2.1 *Hypothèse n°1*

Rappel : L'habituation à des environnements virtuels, caractérisée par la fréquence et le temps de pratique, pourrait avoir une influence positive sur la charge cognitive des joueurs et des artistes lors d'une immersion en réalité virtuelle. Néanmoins, cette charge cognitive pourrait être moindre chez les joueurs en comparaison aux artistes designers du fait d'un investissement différent de ces environnements, dont l'un est plutôt statique tandis que l'autre est plutôt interactif.

Pour cela, la charge cognitive a été évaluée par le biais du test de Stroop effectué avant toute exposition à la réalité virtuelle, puis après chaque exposition à la réalité virtuelle. Tout d'abord, il est à noter que les deux groupes sont capables de diminuer leur charge cognitive au fur et à mesure de l'exposition, cela étant reflété par la diminution progressive du temps de réponse entre le Stroop 1 et le Stroop 3. Ce résultat était attendu du fait que les participants, qu'ils soient joueurs ou designers, sont tous habitués au virtuel de par leur pratique. Néanmoins, il était attendu que les résultats au test de Stroop 2 reflètent une augmentation de la charge cognitive à travers, soit des temps de réponse plus élevés, soit des erreurs plus fréquentes (Kowal et al. 2018 ; Toth et al. 2019). Pourtant c'est bien l'inverse qui est constaté, les participants augmentant leurs performances au test de Stroop 2.

Plusieurs explications peuvent justifier ces résultats. La première serait que la phase de familiarisation n'ait pas été assez mobilisante au niveau de la charge cognitive. Cela peut être dû à l'environnement qui n'est pas assez stimulant d'une part, mais également au fait que la familiarisation avec les déplacements en réalité virtuelle n'ait pas mobilisé suffisamment d'effort cognitif, surtout pour les joueurs qui montraient une bonne adaptation comparée aux designers. À noter d'ailleurs qu'à cette étape du Stroop, les performances des joueurs sont meilleures que celles des designers. La deuxième

explication serait un biais d'apprentissage à la tâche de Stroop plutôt qu'une habitude à la réalité virtuelle. En effet en rapprochant la passation des trois tests de Stroop, les participants ont pu développer une automatisation de la dénomination des couleurs (Dignazio, 2018 ; Augustinova et al, 2017), ce qui expliquerait qu'au fur et à mesure des passations, leurs performances aient augmenté. Aussi il sera vu dans la partie limite du protocole, comment palier à cet effet.

Il a donc été intéressant d'effectuer une comparaison entre les deux groupes concernant l'évolution de leurs performances. Globalement, entre le test de Stroop 1 et le test de Stroop 3, les joueurs de jeux vidéo sont ceux qui ont pu améliorer de façon significative leurs performances, en comparaison aux artistes designers, ce qui était justement attendu.

Cette vue globale affirme l'hypothèse énoncée, dans laquelle les joueurs de jeux vidéo, habitués au monde de la pleine interaction virtuelle, seraient plus aguerris et flexibles cognitivement afin de prendre possession de l'environnement fictif proposé par l'expérience. Cependant, il est essentiel de poser son attention sur le détail de cette évolution. En effet, les joueurs de jeux vidéo malgré leur performance globale, connaissent une diminution de l'augmentation de cette performance en comparaison aux artistes designers entre le test de Stroop 2 et le test de Stroop 3. Cela pourrait s'expliquer par des valeurs extrêmes retrouvées chez l'un des joueurs de jeux vidéo. Cela pourrait donc être le reflet d'un biais porté par des critères d'exclusion non pris en compte comme l'âge, la fatigue, le stress ou la prise de médicaments.

2.2 Hypothèse n°2

Rappel : La différence des environnements virtuels dans lesquels les deux groupes évoluent pourrait se traduire par des cybermalaises plus élevés dans la population d'artistes en comparaison aux joueurs. En effet, les designers sont moins habitués aux déplacements et aux mouvements dans les environnements virtuels que les joueurs.

Pour étudier cette hypothèse, le niveau de cybermalaise a été évalué chez les deux échantillons afin de rendre compte de la capacité d'adaptation de leurs systèmes sensoriels et vestibulaires au cœur de la réalité virtuelle, et ainsi voir si l'habitude exercée dans les milieux virtuels qui leur sont propres pouvait impacter cela. À première vue et d'après les résultats obtenus, le taux de cybermalaise chez les artistes designers semble être plus importants en comparaison aux joueurs de jeux vidéo. Cela

pourrait donc affirmer l'hypothèse énoncée précédemment. En effet, si les joueurs de jeux vidéo pratiquent leur exposition virtuelle dans des milieux impliquant des mouvements constants, sachant que ces derniers peuvent être très rapides selon la catégorie de jeux vidéo joués, ils pourraient mettre ainsi constamment à l'épreuve la coordination entre l'œil et le système vestibulaire, leur permettant alors d'avoir une meilleure affinité avec le déplacement virtuel. Ce qui à première vue ne serait pas le cas des artistes designers, puisque leur pratique virtuelle se limite à des environnements aux mouvements lents et plus anticipés.

Dès lors, en analysant l'expérience, il paraissait cohérent de retrouver des nausées plus fréquentes chez les artistes designers que chez les joueurs de jeux vidéo, celles-ci étant un symptôme du conflit vestibulo-oculaire. Ainsi, il aurait été cohérent de conclure que l'habitué à la rapidité et à la fluidité virtuelle propre aux joueurs de jeux vidéo permet au système nerveux de classer cette discordance comme n'étant plus un conflit, et de synchroniser davantage les mouvements oculaires avec la perception sensorielle (Weech et al. 2020). De plus, en regardant les résultats obtenus, il est possible d'observer un effort oculaire moindre chez les joueurs, ces derniers ayant ainsi l'habitude d'exercer leurs yeux dans un cadre virtuel riche en stimuli.

Cependant, les résultats aux tests statistiques, en ne montrant aucune différence des moyennes, obligent les conclusions à prendre un autre tournant, et aboutir à une absence de différence significative entre les joueurs et les artistes en termes de cybermalaise. Pour autant, il est nécessaire de nuancer ces résultats. En effet le petit effectif (N=10) pourrait expliquer ce résultat statistique. S'il y avait eu plus de participants, peut-être que la différence des scores moyens aurait pu être vérifiée statistiquement. De plus, il est à noter que les écarts-types sont assez larges ce qui nécessiterait de réitérer l'expérience avec davantage de sujets afin d'affiner les tendances. Aussi, à l'heure actuelle de la recherche, il est préférable de rester prudent pour conclure dans l'un ou l'autre sens.

2.3 Hypothèse n°3

Rappel : La nature différente des environnements virtuels aurait pour effet un sentiment de présence plus élevé chez les joueurs du fait de leur exercice fréquent dans des mondes virtuels impliquant une immersion importante.

Pour cela, les joueurs de jeux vidéo et les artistes designers ont été soumis à un questionnaire concernant leur ressenti en termes d'interaction avec l'environnement de réalité virtuelle dans lequel

ils ont été immergés, soit le niveau de présence relatif à cet environnement. Une nette différence est observable entre les joueurs et les designers avec un score de présence bien plus important chez les premiers. Ces résultats affirment l'hypothèse concernant l'impact de la pratique de jeux vidéo sur la facilité d'immersion par ailleurs. En effet, les joueurs soumettent régulièrement leur esprit à la recherche d'une interaction permettant d'avancer dans les missions présentées par leur jeu et, avec une pratique avancée, ont tendance à évaluer la qualité d'un jeu vidéo par rapport à un autre, que ce soit au niveau du graphisme ou de la maniabilité, ce qui accroît leur capacité à s'inclure pleinement dans un environnement virtuel lambda.

En regardant les résultats en détail, il est possible d'apercevoir une meilleure implication de la part des joueurs en comparaison aux designers, qui seraient ainsi plus dans la découverte du monde de la réalité virtuelle et de la façon de contrôler celui-ci tout en essayant de s'adapter aux contraintes portées par le cybermalaise. De plus en effectuant une corrélation entre le cybermalaise et le score de présence, une relation linéaire inverse est effectivement observable, dans laquelle le cybermalaise est plus faible chez les hauts scores de présence. Les résultats à ce questionnaire affirment donc l'hypothèse ainsi que la facilité des joueurs habitués à l'environnement interactif, à s'adapter à d'autres milieux nécessitant une implication des sens. Pour autant, il est important de rester prudent sur cette conclusion, et bien que la tendance ait peu de chance de s'inverser en augmentant les effectifs, cela permettra tout de même d'être confiant quant aux résultats obtenus.

2.3.1 Analyse qualitative de l'état de présence

Il paraît intéressant, afin d'appuyer les résultats au test de l'état de présence, de présenter quelques extraits de verbatim des participants, au sujet de leur sentiment de présence. Ils ont été relevés lors de l'entretien individuel de clôture de l'expérimentation. Pour rappel, l'objectif était de recueillir les impressions et ressentis des participants, suite à leur expérience immersive. Le lecteur intéressé pourra retrouver l'intégral des verbatim en annexe (Annexe 13).

Lors des immersions des différents participants, l'expérimentateur a pu observer des différences de comportements entre les deux groupes. De ce fait, les joueurs de jeux vidéo enthousiastes à l'idée de tester la réalité virtuelle, ce sont montrés très actifs dans l'environnement. Il était souvent possible d'observer des comportements de type « essai-erreur », que l'on retrouve chez les joueurs

lorsqu'ils jouent à un jeu vidéo (Toh & Kirschner, 2020). Ainsi, beaucoup de joueurs ont essayé d'attraper des objets, de s'asseoir sur le canapé, voire de sauter par la fenêtre. Lors du feed-back, certains sont revenus sur ces intentions dans l'environnement en disant : « J'avais envie de toucher les objets, les déplacer, tellement c'était bien fait. Je sais pas si vous avez vu, mais j'ai même essayé d'attraper les post-it sur le frigo » ou encore « Franchement cette fenêtre, on a qu'une envie, c'est de sauter et aller dehors ! C'est trop bien qu'on voit le dehors ! ». Il a également été possible de constater des comportements de type « renforcement-apprentissage » où les participants s'attendaient à obtenir des points lorsqu'ils entraient dans une pièce où était une araignée : « Si je pouvais gagner des vies en touchant une araignée, ou alors on entendrait un petit « cling » quand je rentre dans la pièce ». De plus, les participants du groupe joueur montraient une meilleure compréhension du mode de déplacement, ce qui peut expliquer qu'ils se soient immergés davantage dans l'environnement. Dès lors, l'expérimentateur a pu remarquer qu'ils étaient plus investis dans l'environnement avec une forte envie d'exploration : « Une fois qu'on a compris comment fonctionnent les déplacements avec la tête et le joystick ça va tout seul ».

D'un autre côté, les artistes designers étaient plus dans l'expectative, observant dans le détail les différentes pièces, à la recherche souvent de défaut de construction. Lors du débriefing, les remarques qui revenaient régulièrement concernaient la conception, l'agencement, les matières et volumes des meubles. Dès lors, l'expérimentateur a pu constater une certaine mise en retrait de ces participants : « C'est bien fait, mais c'est pas réaliste, les textures sur les meubles, ça m'a sauté aux yeux ! Par exemple le bois des commodes, c'est pas réaliste ça ! » ou encore « Je pense avoir bien fait mon travail, je n'ai constaté aucun défaut de conception, l'appartement semble être aux normes c'est bien ! ». De plus, une difficulté à manipuler le matériel a souvent été perçue comme un frein à l'immersion, ne permettant pas d'oublier le média : « J'avais trop du mal à me déplacer, c'était trop saccadé, du coup j'étais pas dedans franchement ».

C'est donc cette différence de comportements et d'investissement de l'environnement qui pourrait être une des explications de la différence de sentiment de présence entre les deux groupes.

3 Les limites et perspectives au niveau du protocole

Dans un souci d'objectivité, il convient dans un premier temps d'aborder les biais qui ont pu affecter les différentes analyses. De ce fait, le biais le plus important concerne la taille des échantillons analysés, qui ne permet pas de conférer une portée générale aux conclusions faites. Cependant, un point important est à considérer pour tenter d'expliquer ce manque d'effectif, il concerne la pandémie

mondiale qui a poussé la population à maintenir des distances de sécurité. Ainsi, une méta-analyse réalisée par Banse et Al (2020) présentant des travaux de recherche sur les impacts sociaux et économiques de la stratégie de réponse à la pandémie du Corona virus, montre que la population Belge aurait fait preuve d'autodiscipline en respectant les mesures de confinements et de distanciation sociale (Banse et Al., 2020), ce qui pourrait expliquer le nombre important de refus à participer. Il serait donc important de réitérer l'expérience avec davantage de sujets. En effet, l'effectif trop faible ne permet pas d'avoir une caractérisation statistique d'une part, et d'autre part ne permet pas de diluer les valeurs extrêmes ne correspondant pas à la tendance.

Bien que le protocole mît en place ait permis de répondre à plusieurs questions concernant l'habitation à la réalité virtuelle des joueurs de jeux vidéo et des artistes designers, il n'est néanmoins pas exempt de critique et les limites qui seront relevées peuvent constituer les perspectives futures.

Lors de la passation du protocole, certaines variables qui n'ont pas pu être contrôlées ont pu affecter les résultats des participants à certains questionnaires. En effet, d'autres facteurs que la tâche elle-même peuvent influencer la charge cognitive (Armougum et al., 2019). Ainsi, l'humeur et les ressources personnelles du sujet, la prise de médicament, le manque de sommeil et la fatigue pourraient avoir influencé les performances cognitives lors de la passation des tests de Stroop (Nasrini et Al., 2020 ; Armougum et al., 2019). En tenant compte de ces éléments, il conviendrait pour une future recherche de tenir compte de ces paramètres en contrôlant les différentes variables évoquées. Aussi, de tels critères de sélection seraient plus envisageables sur une cohorte plus importante.

Comme nous avons pu le constater lors des résultats aux trois tests de Stroop, il semblerait que l'environnement proposé pour ce protocole n'ait d'une part pas mobilisé suffisamment de charges cognitives chez les participants, et que d'autre part ce soit un biais d'apprentissage dû à la mesure répétée à la tâche de Stroop qui aient permis d'augmenter les performances des participants entre le Stroop 1 et le Stroop 3, comme le suggère une méta-analyse réalisée par Homack et Riccio (2003). Dès lors, pour pallier ces inconvénients, deux changements au protocole pourraient être faits.

En effet, à supposer qu'il n'y ait pas eu assez de stimuli malgré la présence des araignées, il est possible d'imaginer un environnement plus chargé en termes de tâches à effectuer et d'informations à traiter. Si les sujets avaient été immergés en ville, plutôt que dans un appartement sécurisé, s'il y avait eu d'autres personnes avec qui interagir, ou s'il leur avait fallu se repérer pour trouver leur che-

min, peut-être que la charge cognitive aurait été plus importante. De même en imaginant utiliser l'environnement mettant en scène un attentat dans les locaux de HEC-école de gestion de l'Uliège suite à la mise en place d'un périmètre de sécurité (Valembois et Arrotin., 2018), les ressources de la charge cognitive auraient pu être davantage sollicitées, obligeant les participants à se mettre en sécurité par exemple. Cela aurait peut-être pu impacter l'effort mental et augmenter la charge cognitive. D'autre part, il aurait été intéressant de pouvoir espacer la passation aux tests de Stroop 1 et 2, puis d'espacer les deux immersions pour que les passations aux tests de Stroop 2 et 3 soient plus éloignées dans le temps, réduisant alors les phénomènes d'apprentissage et d'automatisation (Dignazio, 2018 ; Augustinova et al, 2017 ; Homack et Riccio 2003). Mais cela aurait impliqué de faire venir les participants sur plusieurs jours, chose qui était peu envisageable dans les conditions actuelles.

Une autre limite est à relever au niveau du questionnaire proposé sur la mesure subjective de l'effort mental. Cette échelle n'apporte aucun résultat satisfaisant concernant l'auto-évaluation de l'effort mental, car l'échelle étant très diluée, les résultats se situent tous sur la partie la plus basse. Ainsi il n'est pas réellement possible de distinguer les participants aillant évalués « très peu d'effort mental », de ceux aillant évalué « ni vraiment peu, ni vraiment beaucoup d'effort mental ». Dans la littérature, lorsque ce questionnaire est proposé, la subjectivité qu'il suscite oblige les chercheurs à l'accompagner d'une autre mesure de la charge cognitive souvent physiologique, telle qu'une mesure électrodermale effectuée en continu (Johannessen et al., 2029 ; Paas et al., 2003). Malheureusement la mise en place d'un tel dispositif n'était pas envisageable dans les conditions actuelles de l'étude, mais pourrait être envisagée lors de la recherche future, afin de compléter cette mesure.

Comme il a été dit dans l'introduction générale, ce présent mémoire se trouve dans la continuité d'un précédent (Göbbels, 2020). Dans ce dernier, certaines questions avaient été soulevées afin de connaître les causes d'une charge cognitive diminuée pour les joueurs de jeux vidéo. Peut-être était-elle due à l'utilisation de stratégie (Toth et al., 2019), à une meilleure maîtrise des outils ou une expertise particulière (Garnic et al. 2014 ; Kowal et al. 2018). Dès lors, en reprenant le tableau 2 de comparaison des deux populations dont les dernières analyses de terrain ont été ajoutées, certaines amorces de réponses peuvent être envisagées.

Tableau 14 *Tableau de comparaison entre les joueurs de jeux vidéo et les artistes designers*

	Joueurs de jeux vidéo	Artistes designers
Observations pré-protocolaires		
Type de plateforme utilisée	Jeux vidéo	Logiciels de création
Utilisation des environnements virtuels	Divertissement	Utilisation professionnelle
Niveau d'études requis	Aucun	Enseignement supérieur
Objectifs d'utilisation	Performance - Challenge	Création - Design
Type d'environnement utilisé	Interactif	Statique
Niveau d'expertise	Apprentissage en pratique	Nécessité d'une formation préalable à l'utilisation des environnements
Dimension des environnements	2D - 3D - RA - RV	2D - 3D - RA - RV
Type de support	Ordinateur - TV - Smart Phone - Tablette	Ordinateur - Tablette
Manipulation de l'environnement	Manette - souris - clavier	Souris - clavier - Stylet
Charge cognitive après immersion	Peu de charge cognitive	Peu de charge cognitive
Cybermalaise	Peu fréquents	Fréquents
Sentiment de présence	Bon sentiment de présence	Faible sentiment de présence
Déplacements	Facilités de déplacements	Difficultés de déplacement

En analysant les informations du tableau 14 et à la lumière des résultats du protocole, le constat d'une meilleure maîtrise des outils par les joueurs de jeux vidéo peut être fait. Ainsi, en utilisant une manette pour jouer, les joueurs ont eu des facilités de déplacements dans l'environnement, en comparaison aux artistes qui ont éprouvé plus de mal à comprendre le mécanisme. De même, les cybermalaises ont été moins fréquents pour les joueurs que pour les artistes, donnant un avantage supplémentaire lors l'exploration de l'environnement, et donnant la possibilité de mieux expérimenter le sentiment de présence. De ce fait, il est possible de parler d'une expertise particulière des joueurs de jeux vidéo en comparaison aux artistes designers. Toutefois, ces constations ne permettent pas de faire le lien avec la charge cognitive, puisque l'environnement était de fait, peu mobilisant. Ces différentes observations, sans faire l'objet de conclusions formelles, apportent toute foi des pistes d'investigations pour les futures recherches.

4 Les limites et perspectives au niveau de la clinique

Les perspectives d'apprentissages théoriques rendus possibles grâce à cette étude ont principalement une visée clinique. Dans l'intention de mettre en pratique ces connaissances lors des thérapies d'exposition, il est intéressant de connaître l'impact de la charge cognitive du patient sur certains apprentissages nécessaires au déroulement de la thérapie (Cottraux, 2017), afin que les ressources cognitives lors de l'utilisation de la réalité virtuelle soient ajustées, qu'il y ait suffisamment de ressources pour l'apprentissage (Borrigan et al. 2017 ; Sweller et al. 2011), et que le patient ne se désengage pas de l'exercice proposé par le clinicien (Macdonald & Lavie, 2008).

Lors de ce protocole, seuls deux patients avaient une appréhension des araignées, à un stade non phobique, mais qui a néanmoins généré des comportements d'évitement accompagnés d'un léger stress (le lecteur intéressé peut aller voir en annexe 9 et 10 les résultats pour ces deux participants : MA13WE et BE15CH). Pour autant, les résultats au test de Stroop 3 n'indiquent aucune augmentation de la charge cognitive après la deuxième immersion, au contraire, les performances s'améliorent. Ainsi il aurait été intéressant d'avoir un groupe phobique, ce qui aurait permis d'observer une possible différence dans les comportements et dans la charge cognitive lors de l'exploration afin d'élargir les conclusions à la population clinique.

Conclusion

Si de nos jours le monde virtuel a gagné le quotidien de bon nombre de la population. Si d'ailleurs la réalité virtuelle fait partie intégrante de certaines thérapies d'exposition, il reste pourtant beaucoup à apprendre de ces techniques immersives. Les joueurs de jeux vidéo ainsi que les artistes designers, de par leur expertise dans le domaine du virtuel, sont une population pouvant apporter beaucoup en termes de compréhension des mécanismes d'habituation, d'immersion, d'évitement ou d'engagement cognitif appliqués à la réalité virtuelle. Et s'il ne faut pas oublier que l'intérêt principal de la présente recherche réside dans l'ajustement et l'amélioration constants des thérapies proposées aux patients, il est important de rappeler qu'elle ne constitue qu'un premier pas pour ce domaine de recherche. Ainsi les questions de savoir si les habilités acquises en jouant aux jeux vidéo ou en pratiquant le design peuvent se généraliser à la réalité virtuelle, ou si les comportements et les cognitions des joueurs de jeux vidéo et des artistes designers peuvent être différents lors d'une thérapie d'exposition en réalité virtuelle, la réponse est donnée avec beaucoup de précautions.

En effet les résultats de cette étude ne permettent pas d'affirmer que suite à une exposition en réalité virtuelle, la charge cognitive d'un participant aillant une habitude des environnements virtuels change, dû au fait d'un environnement proposé peu stimulant. Néanmoins suite à la comparaison entre la population des joueurs et celle des designers, il a été possible de constater une légère différence en termes de survenue des cybermalaise. Les joueurs de cette étude étant moins susceptibles de vivre un cybermalaise que les designers de cette étude. De même, il a été possible de rendre compte d'une facilité d'immersion et de sentiment de présence des joueurs de jeux vidéo comparativement aux artistes designers.

À présent qu'une amorce de réponse à ces questions de charge cognitive, de cybermalaise ou de sentiment de présence a été donnée, il reste tout à accomplir. Car ce n'est pas seulement pour les joueurs ou les designers qu'il faut adapter les thérapies et les environnements utilisés, afin d'impacter la charge cognitive ou le sentiment de présence. Il s'agit de tenir compte de toute une population en changement, mobilisée dans un monde où le virtuel est roi. Et si la génération Y a grandi avec l'avancée du virtuel, que la génération Z est plus que jamais impliquée, qu'advient-il de la génération Alpha ? Et qu'advient-il des thérapies d'immersion ? Comment suivront-elles cette course à la technologie ?

Bibliographie

- American Psychiatric Association. (2015). Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (Elsevier Masson (Ed.); 5e édition). Elsevier Masson.
- Anderson, B.B., Vance, A., Jenkins, J.L., Kirwan, C.B., & Bjornn, D. (2017) It All Blurs Together : How the Effects of Habituation Generalize Across System Notifications and Security Warnings. In : Davis F., Riedl R., vom Brocke J., Léger PM., Randolph A. (eds) Information Systems and Neuroscience. Lecture Notes in Information Systems and Organisation, vol 16. Springer, Cham. P43
- Armougum, A., Orriols, E., Gaston-Bellegarde, A., Marle, C. J. L., & Piolino, P. (2019). Virtual reality: A new method to investigate cognitive load during navigation. *Journal of Environmental Psychology*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101338>.
- Armougum, A., Gaston-Bellegarde, A., Marle, C. J. L., & Piolino, P. (2020). Expertise reversal effect: Cost of generating new schemas. *Computers in Human Behavior*, 111.
- Augustinova, M., Almeida, E., Clarys, D., Ferrand, L., Izaute, M., Jalenques, I., Juneau, C., Normand, A., & Silvert, L. (2015). Que mesure l'interférence Stroop ? Quand et comment ? Arguments méthodologiques et théoriques en faveur d'un changement de pratiques dans sa mesure. *L'Année psychologique*, 116(01), 45-66.
- Banse, E., Bigot, A., De Valkeneer, C., Lorant, V., Luminet, O & Al. (2020). Quelques enseignements sur les impacts sociaux et économiques de la stratégie de réponse à la pandémie du coronavirus en Belgique. *Société*, 139 (05-06), 375-382.
- Barlett, C.P., Vowels, C.L., Shanteau, J., Crow, J., & Miller T. (2009). The effect of violent and non-violent computer games on cognitive performance. *Computers in Human Behavior*, 25(1), 96-102.

- Barlow, D. (2002). *Anxiety and its disorders*. New York : The Guilford Press, p. 409.
- Barrouillet, P., Bernardin, S., & Camos, V. (2004). Time Constraints and Resource Sharing in Adults' Working Memory Spans. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 83-100.
- Baus, O., & Bouchard, S. (2014). Moving from Virtual Reality Exposure-Based Therapy to Augmented Reality Exposure-Based Therapy: A Review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.
- Bediou, B., Adams, D. M., Mayer, R. E., Tipton, E., Green, C. S., and Bavelier, D. (2018). Meta-analysis of action video game impact on perceptual, attentional, and cognitive skills. *Psychol. Bull.* 144, 77–110. [http://doi : 10.1037/bul0000130](http://doi.org/10.1037/bul0000130).
- Belon, J. P. (2019). Anxiety and anxiety disorders. *Actualites Pharmaceutiques*, 58(590), 18–22. <https://doi.org/10.1016/j.actpha.2019.09.005>
- Böhnlein, J., Altegoer, L., Muck, N. K., Roesmann, K., Redlich, R., Dannlowski, U., & Leehr, E. J. (2020). Factors influencing the success of exposure therapy for specific phobia: A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.12.009>
- Boot, W. R., Blakely, D. P., & Simons, D. J. (2011). Do action video games improve perception and cognition? *Frontiers in Psychology*, 2(SEP).
- Borkovec, Thomas D, & Lyonfields, J. D. (1993). Worry: Thought suppression of emotional processing. In H. W. Krohne (Ed.), *Attention and avoidance: Strategies in coping with aversiveness* (pp. 101–118). Hogrefe & Huber Publishers.
- Borragán, G., Gilson, M., Atas, A., Slama, H., Lysandropoulos, A., De Schepper, M., & Peigneux, P. (2018). Cognitive Fatigue, Sleep and Cortical Activity in Multiple Sclerosis Disease. A Behavioral, Polysomnographic and Functional Near-Infrared Spectroscopy Investigation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00378>.

- Borragán, G., Slama, H., Bartolomei, M., & Peigneux, P. (2017). Cognitive fatigue : A Time based Resource-sharing account. *Cortex*, 89, 71–84.
- Bouchard, S., Robillard, G., Larouche, S., & Loranger, C. (2012). Description of a treatment manual for in virtuo exposure with specific phobia. *Virtual Reality in Psychological, Medical and Pedagogical Applications*, 82–108.
- Bouchard, S., Robillard, G., Renaud, P., et al. (2011). Exploring new dimensions in the assessment of virtual reality induced side effects . *J Comput Inf Technol*, 1 (3), pp. 20-32.
- Bouchard, S., St Jacques, J., Côté, J., Robillard, G., & Renaud, P. (2003). Exemples de l'utilisation de la réalité virtuelle dans le traitement des phobies. *Revue Francophone de Clinique Comportementale et Cognitive*, 8(4), 5–12.
- Bowman, D. A., & McMahan, R. P. (2007). Virtual reality: How much immersion is enough? *Computer*, 40(7), 36–43. doi :10.1109/MC.2007.257.
- Brütting, J., Shiban, Y., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2015). Fear reactivation prior to exposure therapy: Does it facilitate the effects of VR exposure in a randomized clinical sample? *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 46, 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2014.09.009>.
- Budge, K. (2016). Learning to Be: The Modelling of Art and Design Practice in University Art and Design Teaching. *International Journal of Art and Design Education*, 35(2), 243–258.
- Carl, E., Stein, A. T., Levihn-Coon, A., Pogue, J. R., Rothbaum, B., Emmelkamp, P., Asmundson, G. J. G., Carlbring, P., & Powers, M. B. (2019). Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Anxiety Disorders*, 61, 27–36.
- Carrier, M. H., & Côté, G. (2010). Évaluation de l'efficacité d'un traitement cognitif- comportemental pour le trouble d'anxiété généralisée combiné à des stratégies de régulation des émotions et d'acceptation et d'engagement expérientiel. *Revue Europeenne de Psychologie Appliquee*, 60(1), 11–25. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2009.06.002>.

- Cegarra, J., & Chevalier, A. (2008). The use of Tholos software for combining measures of mental workload: Toward theoretical and methodological improvements. *Behaviour Research Methods*, 40, 988-1000.
- Chanquoy, L., Tricot, A., & Sweller, J. (2007). *La charge cognitive : Théorie et applications*. Armand Colin.
- Chapman, C., & Rapee, R. M. (2020). A Measure of Safety Behaviors for Use with Young People: Subtle Avoidance Measure for Youth. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/15374416.2020.1716364>.
- Centre Jean Gol. (2020, Septembre 29). L'esport en Belgique, quelles perspective et quels enjeux ? <https://www.cjg.be/wp-content/uploads/2018/12/2018-novembre-DW-eSport.pdf>
- Centre National du Cinéma et de l'image animée. (2020, Mai 30) Les pratiques de consommation de jeu vidéo des Français. <https://www.cnc.fr/documents/36995/1118512/Pr%C3%A9sentation+Bilan+2019+du+CNC.pdf/f9a4ec40-6dd8-3a8d-0643-e1d49293a149>.
- Côté, S., & Bouchard, S. (2008). Virtual Reality exposure for phobias: A critical review. *Journal of Cybertherapy & Rehabilitation*, 1(1), 75–91.
- Cottraux, J. (2017). *Les psychothérapies cognitives et comportementales* (5th ed.)Elsevier Masson.
- Crawford, G., Rutter, J. (2007), Playing the game: Performance in digital game audiences, *Fandom Identities Communities a Mediat, World* 271–281.
- Cuming, S., Rapee, R.M., Kemp, N., Abbott, M. J., Peters, L., & Gaston, J. E. (2009). A self-report measure of subtle avoidance and safety behaviors relevant to social anxiety. *Development and psychometric properties. Journal of Anxiety Disorders*, 23(7), 879–883. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2009.05.002>.

- Dictionnaire Oxford*. (n.d.). Retrieved Mars 3, 2021, from https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/design_1?q=design.
- Dignazio, A., (2020). *test de STROOP - comprendre, interpréter, analyser. Bilan psychomoteur*. cabinetpsychomot. <https://www.psychomotricien-liberal.com/2018/05/31/test-de-stroop/>
- Djaouti, D., Alvarez, J., & Jessel, J.-P. (2011). Classifying Serious Games (pp. 118–136). <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.ch006>.
- Donnat, O. (2019). Les pratiques culturelles des Français à l'ère numérique : Éléments de synthèse 1997-2008. *Culture études*, 5(5), 1-12. <https://doi.org/10.3917/cule.095.0001>.
- Ermi, L., & Mäyrä F. (2005), Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion, *Worlds Play Int. Perspect. Digit. Games Res.* 37 (2005) 37–53.
- Fodor, L.A., Coteș, C.D., Cuijpers, P., Szamoskozi, S., David, D. & Cristea, I. A. (2018). The effectiveness of virtual reality based interventions for symptoms of anxiety and depression: A meta-analysis. *Scientific Reports*, 8(1). doi:10.1038/s41598-018-28113-6
- Fond, G., & Franc, N. (2013). Traiter la phobie spécifique de l'enfant en une séance ? Une revue systématique de la littérature. *Encéphale*, 39(2), 109–114. <https://doi.org/10.1016/j.en-cep.2012.04.002>.
- Fuchs, P., Moreau, G., Berthoz, A., Vercher, J.L., (2006). *Le traité de la réalité virtuelle - Volume 1. L'homme et l'environnement virtuel*. Paris, France : Presses des Mines – Transvalor.
- Gapenne, O. (2010). Alteration of the proprioceptive matrix and the genesis of psychosis: A hypothesis. *Evolution Psychiatrique*, 75(3), 383–393. <https://doi.org/10.1016/j.evopsy.2010.06.005>.

- Garcia-Palacios, A., Hoffman, H., Carlin, A., Furness, T. A., & Botella, C. (2002). Virtual reality in the treatment of spider phobia: A controlled study. *Behaviour Research and Therapy*, 40(9), 983–993.
- Gosselin, P., René-de-Cotret, F., & Martin, A. (2019). Un Nouvel Instrument Mesurant Des Variables Cognitives Associées Au Trouble D'anxiété Généralisée Chez Les Jeunes : Le CAG. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 51(4), 219.
- Graf, W., & Klam, F. (2006). Le système vestibulaire : anatomie fonctionnelle et comparée, évolution et développement. *Comptes Rendus - Palevol*, 5(3–4), 637–655. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2005.12.009>.
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. M. E. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66–78. <https://doi.org/10.1037/a0034857>.
- Gremsl, A., Schwab, D., Höfler, C., & Schienle, A. (2018). Placebo effects in spider phobia: an eye-tracking experiment. *Cognition and Emotion*, 32(8), 1571–1577. <https://doi.org/10.1080/02699931.2017.1422698>.
- Grissom, N., & Bhatnagar, S. (2009). Habituation to repeated stress : Get used to it. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 215–224. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.07.001>.
- Grizzard, M., Tamborini, R., Sherry, J. L., Weber, R., Prabhu, S., Hahn, L., & Idzik, P. (2015). The Thrill Is Gone, but You Might Not Know: Habituation and Generalization of Biophysiological and Self-reported Arousal Responses to Video Games. *Communication Monographs*, 82(1), 64–87. <https://doi.org/10.1080/03637751.2014.971418>.
- Grundey, J., Amu, R., Gergely Ambrus, G., Batsikadze, G., Paulus, W., A., Nitsche, M., (2015). Double dissociation of working memory and attentional processes in smokers and non-smokers with and without nicotine. *Psychopharmacology* 232:2491–2501. <https://doi.org/10.1007/s00213-015-3880-7>.

- Guay, F., Vallerand, R. J., Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The situational motivation scale (SIMS). *Motivation and Emotion*, 24(3), p.175-213.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), *Advances in psychology*, 52. Human mental workload (p. 139–183). North-Holland.
- Homack, S., & Riccio, C (2004) A meta-analysis of the sensitivity and specificity of the Stroop Color and Word Test with children, *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19, 6, P.725–743. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2003.09.003>
- Jex, H. R. (1988). Measuring Mental Workload: Problem, Progress and Promises. *Advances in Psychology*, 52, 5-39.
- Johannessen, E., Szulewski, A., Radulovic, N., White, M., Braund, H., Howes, D., Davies, C. (2020). Psychophysiologic measures of cognitive load in physician team leaders during trauma resuscitation. *Computers in Human Behavior*, 111. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106393>.
- Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3.
- Kent, S. (2001). *The Ultimate History of Video Games: Volume Two*. New York, New York. Three Rivers Press. 6-60.
- Kirk, A., Broman-Fulks, J. J., & Arch, J. J. (2020). A Taxometric Analysis of Experiential Avoidance. *Behavior Therapy*. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2020.04.008>.

- Klinger, E., Bouchard, S., Légeron, P., Roy, S., Lauer, F., Chemin, I., & Nugues, P. (2005). Virtual reality therapy versus cognitive behavior therapy for social phobia: A preliminary controlled study. *Cyberpsychology and Behavior*, 8(1), 76–88. <https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.76>.
- Korbach, A., Brünken, R., & Park, B. (2017). Differentiating Different Types of Cognitive Load: a Comparison of Different Measures. *Educational Psychology Review*.
- Kowal, M., Toth, A. J., Exton, C., & Campbell, M. J. (2018). Different cognitive abilities displayed by action video gamers and non-gamers. *Comput. Hum. Behav.* 88, 255–262. doi : 10.1016/j.chb.2018.07.010.
- Lee, M.S., Ko, Y.H., Song, H.S., Kwon, K.H., Lee, H.S., Nam, M., & Jung, I.K. (2007). Characteristics of Internet use in relation to game genre in Korean adolescents. *Cyberpsychology and Behaviour*, 10, 278-285.
- Léglise, M. (2016). Informatique et architecture : la grande illusion, Texte de la conférence invitée donnée à SCAN-16.
- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., Davidoff, J. (2001). Across-media presence questionnaire: the itc-sense of presence inventory. *Teleoper, Virtual Environ.*, 10, pp.282-297.
- Liège game lab (2019). Culture vidéoludique ! Maison des sciences de l’homme.
- Lognoul, M., Nasello, J., & Triffaux, J. M. (2020). Virtual reality exposure therapy for post- traumatic stress disorders, obsessive-compulsive disorders and anxiety disorders: Indications, added value and limitations. *Encephale*. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2020.01.005>.
- Lorist, M., Boksem, M., & Ridderinkhof, R. (2005). Impaired cognitive control and reduced cingulate activity during mental fatigue. *Cognitive Brain Research*, 24, 199-205.
- Macdonald, J. S., & Lavie, N. (2008). Load induced blindness. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(5), 1078-1091.

- Malbos, J., Oppenheimer, R., & Lançon, C. (2018). *Se libérer des troubles anxieux par la réalité virtuelle*. Paris, France : Eyrolles.
- McLeod, S. A. (2007). Bf skinner : Operant conditioning. Retrieved September, 9(2009), 7.
- Miloff, A., Lindner, P., Hamilton, W., Reuterskiöld, L., Andersson, G., & Carlbring, P. (2016). Single-session gamified virtual reality exposure therapy for spider phobia vs. traditional exposure therapy: Study protocol for a randomized controlled non-inferiority trial. *Trials*, 17(1).
- Miloff, A., Lindner, P., Dafgård, P., Deak, S., Garke, M., Hamilton, W., & Carlbring, P. (2019). Automated virtual reality exposure therapy for spider phobia vs. in-vivo one-session treatment: A randomized non-inferiority trial. *Behaviour Research and Therapy*, 118, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2019.04.004>.
- Minns, S., Levihn-Coon, A., Carl, E., Smits, J. A. J., Miller, W., Howard, D., & Powers, M. B. (2019). Immersive 3D exposure-based treatment for spider fear: A randomized controlled trial. *Journal of Anxiety Disorders*, 61, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.12.003>.
- Moreno, R. E., & Park, B. (2010). Cognitive load theory: Historical development and relation to other theories. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive load theory* (pp.9-28). New York, NY : Cambridge University Press.
- Mortensen, T. E. (2018). Anger, Fear, and Games: The Long Event of #GamerGate. *Games and Culture*, 13(8), 787–806. <https://doi.org/10.1177/1555412016640408>.
- Muñoz-Saavedra, L., Miró-Amarante, L., & Domínguez-Morales, M. (2020). Augmented and virtual reality evolution and future tendency. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(1).

- Nasrini, J., Hermosillo, E., Dinges, D. F., Moore, T. M., Gur, R. C., & Basner, M. (2020). Cognitive Performance During Confinement and Sleep Restriction in NASA's Human Exploration Research Analog (HERA). *Frontiers in Physiology*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00394>
- Ndengeyingoma, A., Ruel, J. & Moreau, A. C. (2016). Programme de sensibilisation/désensibilisation à la prise de sang : apports et défis. *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, 27, 25–43.
- Öst, L.G., Hugdahl, K. (1981). Behaviour research and therapy : an international multi- disciplinary journal. , 1981, Vol.19(5), p.439-447 ISSN : 0005-7967; [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(81\)90134-0](https://doi.org/10.1016/0005-7967(81)90134-0)
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38, 1-4.
- Palazzolo, J. (2019). De l'anxiété normale à l'anxiété pathologique. *Le Journal des psychologues*, 369(7), 72–77.
- Parent, A. A., & Comtois, A. S. (2019). Comparison of various active video gameplays and consoles on the energy expenditure and cardiorespiratory responses in young male adult gamers. *Entertainment Computing*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100293>.
- Pearlin, L. I., & Schooler, C. (1978). The structure of coping. *Journal of Health and Social Behavior*, 19(1), 2–21. <https://doi.org/10.2307/2136319>
- Perez, C., & Chokron, S. (2018). Apport de l'IRM fonctionnelle à l'étude du système visuel et de sa réorganisation à la suite d'une lésion. In *Imagerie en Ophtalmologie pour les Radiologues* (pp. 247-252.e1). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-2-294-75446-3.00010-7>

Pflugshaupt, T., Mosimann, U. P., Von Wartburg, R., Schmitt, W., Nyffeler, T., & Müri, R. M. (2005). Hypervigilance-avoidance pattern in spider phobia. *Journal of Anxiety Disorders*, 19(1), 105–116.

Puma, S. (2016). Optimisation des apprentissages : modèles et mesures de la charge cognitive. Psychologie. [Doctoral dissertation, Université Toulouse le Mirail] - Toulouse II, Français.

Puma, S., Matton, N., Paubel, P.V., Raufaste, E., & El-Yagoubi, R.(2018).Using theta and alpha band power to assess cognitive workload in multitasking environments,*International Journal of Psychophysiology*,Volume 123,2018,Pages 111- 120,ISSN 0167-8760.

Rankin, C. H. (2009). Introduction to special issue of neurobiology of learning and memory on habituation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 125–126.

Rankin, C. H., Abrams, T., Barry, R. J., Bhatnagar, S., Clayton, D. F., Colombo, J., & Thompson, R. F. (2009). Habituation revisited: An updated and revised description of the behavioral characteristics of habituation. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(2), 135–138. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2008.09.012>.

Razavi, D., & Delvaux, N. (2008). Précis de psycho-oncologie de l'adulte. Issy-les- Moulineaux : Elsevier Masson.

Rémond, J. J., Hernández-Mora, M., Marseille, C., Mesure, G., & Romo, L. (2020). Feasibility study of therapeutic exposure in virtual reality for pathological gamblers. *Encephale*, 46(1), 23–29.

Robillard, G., Bouchard, S., Renaud, P., & al. (2002) Validation canadienne-française de deux mesures importantes en réalité virtuelle : l’Immersive Tendencies Questionnaire et le Presence Questionnaire. Poster Present 25e Congrès Annu Société Québécoise Pour Rech En Psychol SQRP Trois-Rivières.

Santiago-Delefosse, M., & Carral, D. M. R. (2017). *Les méthodes qualitatives en psychologie et sciences humaines de la santé (Psycho Sup) (French Edition)*. DUNOD.

- Schlickum, M. K., Hedman, L., Enochsson, L., Kjellin, A., & Felländer-Tsai, L. (2009). Systematic video game training in surgical novices improves performance in virtual reality endoscopic surgical simulators: A prospective randomized study. *World Journal of Surgery*, 33(11), 2360–2367.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effect on learning. *Cognitive Science*, 12 (2), 257-285
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4 (44), 295-312.
- Seymour, N. E., Gallagher, A. G., Roman, S. A., O'Brien, M. K., Bansal, V. K., Andersen, D. K., Blumgart, L. H. (2002). Virtual reality training improves operating room performance results of a randomized, double-blinded study. In *Annals of Surgery* (Vol. 236, pp. 458– 464). <https://doi.org/10.1097/00000658-200210000-00008>.
- Shiban, Y., Schelhorn, I., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2015). Effect of combined multiple contexts and multiple stimuli exposure in spider phobia: A randomized clinical trial in virtual reality. *Behaviour Research and Therapy*, 71, 45–53.
- Shin, D. (2018). Empathy and embodied experience in virtual environment: To what extent can virtual reality stimulate empathy and embodied experience? *Computers in Human Behavior*, 78, 64–73.
- Soylu, M. Y., & Bruning, R. H. (2016). Exploring self-regulation of more or less expert college-age video game players: A sequential explanatory design. *Frontiers in Psychology*, 7(SEP). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.0144>.
- Spielberger, C.D., Bruchon-Schweitzer, M. Paulhain, I. (1993). Inventaire d'Anxiété Etat- Trait Forme Y (STAI-Y). Les Editions du Centre de Psychologie Appliquée, Paris.

- Stroop, J.R., (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, pp. 643-662.
- Suzuki, K., Garfinkel, S. N., Critchley, H. D., & Seth, A. K. (2013). Multisensory integration across exteroceptive and interoceptive domains modulates self-experience in the rubber-hand illusion. *Neuropsychologia*, 51(13), 2909–2917.
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory (Vol. 1, Explorations in the Learning Sciences, Instructional Systems and Performance Technologies)*. New York, NY : Springer New York.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and Instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- Taquet, P. (2014). *Addiction au jeu vidéo : Processus cognitifs émotionnels et comportementaux impliqués dans son émergence, son maintien et sa prise en charge*. Psychologie. Université Charles de Gaulle - Lille III. Français. ffNNT : 2014LIL30029ff. fftel-01145205f 2014.
- Tanaka, M., Shigihara, Y., Funakura, M., Kanai, E., & Watanabe, Y. (2012). Fatigue- associated alterations of cognitive function and electroencephalographic power densities. *PloS One*, 7(4), e34774.
- Thompson, R. F., & Spencer, W. A. (1966). Habituation : A model phenomenon for the study of neuronal substrates of behavior. *Psychological Review*, 73(1), 16–43.
- Toh, W., & Kirschner, D. (2020). Self-directed learning in video games, affordances and pedagogical implications for teaching and learning. *Computers and Education*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103912>.
- Toth, A. J., Kowal, M., & Campbell, M. J. (2019). The Color-Word Stroop Task Does Not Differentiate Cognitive Inhibition Ability Among Esports Gamers of Varying Expertise. *Frontiers in Psychology*, 10.

- Unsworth, N., Redick, T. S., McMillan, B. D., Hambrick, D. Z., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2015). Is playing video games related to cognitive abilities?. *Psychological science*, 0956797615570367.
- Van Den Hout, M., Gangemi, A., Mancini, F., Engelhard, I. M., Rijkeboer, M. M., Van Dams, M., & Klugkist, I. (2014). Behavior as information about threat in anxiety disorders: A comparison of patients with anxiety disorders and non-anxious controls. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 45(4), 489–495. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2014.07.002>.
- Van der Linden, D., Frese, M., & Meijman, T. F. (2003). Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning. *Acta Psychologica*, 113(1), 45– 65. [http://doi.org/10.1016/s0001-6918\(02\)00150-6](http://doi.org/10.1016/s0001-6918(02)00150-6).
- Van Gog, T., & Paas, F. (2008) Instructional Efficiency: Revisiting the Original Construct in Educational Research, *Educational Psychologist*, 43:1, 16-26, DOI : 10.1080/00461520701756248
- Weech, S., Kenny, S., Lenizky, M., & Barnett-Cowan, M. (2020). Narrative and gaming experience interact to affect presence and cybersickness in virtual reality. *International Journal of Human Computer Studies*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102398>
- Wells, A., Clark, D.M., alkovskis, P., Ludgate, J., Hackmann, A., Gelder, M. (2016). Social Phobia: The Role of In-Situation Safety Behaviors in Maintaining Anxiety and Negative Beliefs – Republished Article, *Behavior Therapy*, Volume 47, Issue 5, 2016, Pages 669-674, ISSN 0005-7894, <https://doi.org/10.1016/j.beth.2016.08.010>.
- Wiebe, E. N., Lamb, A., Hardy, M., & Sharek, D. (2014). Measuring engagement in video game-based environments: Investigation of the User Engagement Scale. *Computers in Human Behavior*, 32, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.12.001>.
- Wiederhold, B. K., & Wiederhold, M. (2001). The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety disorders. *Information Technologies in Medicine*, 19–37.

- Williams, C. and Mcclay, C.-A. (2015). What are the options for managing phobias? *Prescriber*, 26(9), pp. 25-28.
- Witmer, B.G., & Singer, M.J. (1998). Measuring presence in virtual environments : a presence questionnaire *Presence Teleoper Virtual Env*, 7 (3) (1998), pp. 225-240.
- Wolitzky-Taylor, K. B., Horowitz, J. D., Powers, M. B., & Telch, M. J. (2008). Psychological approaches in the treatment of specific phobias: a meta-analysis. *Clin Psychol Rev*, 28, 1021-1037.
- Wolpe, J., & Lang, P. J. (1964). A fear survey schedule for use in behaviour therapy. *Behaviour Research and Therapy*, 2(1), 27–30. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(64\)90051-8](https://doi.org/10.1016/0005-7967(64)90051-8).
- Wolpe, J. (1975). *La pratique de la thérapie comportementale*. (Traduction : Rognant, J.). Paris : Masson.
- Wonnacott, T., & Wonnacott, R. (1991). *Statistique : Economie – gestion – sciences – médecine (avec exercices d'application) (4ème édition) (P. Cohendet, M. Lethielleux, A-M. Richardot, G. Schade, Trad.)*. Paris : Economica. (Œuvre originale publiée en 1990).
- Ylief, M., Fontaine, O. (2011). Démarche diagnostique et analyse fonctionnelle. In O. Fontaine, P. Fontaine (Eds.), *Guide clinique de thérapie comportementale et cognitive* (pp.168). Retz
- Zieda, KM., Phillipea, A., Pinon, K., Havet-Thomassin, V., Aubin, G., & LeGall, D. , (2004). Bilingualism and adult differences in inhibitory mechanisms: Evidence from a bilingual stroop task. *Brain and Cognition*. Volume 54, Issue 3, April 2004, Pages 254-256.