

Mémoire de recherche de Master Sciences de l'éducation parcours Ingénierie des systèmes
numériques virtuels pour l'apprentissage.

2022-2023

Réalité Virtuelle et Formation :
Étude de l'Influence du Choix d'Environnement 3D sur
l'Engagement et l'Apprentissage des Utilisateurs

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Grade de Master

soutenu par Valentin Midez le 29 juin 2023

Commission de soutenance composée par :

Richard NGU LEUBOU directeur

Benoît CRESPIN assesseur

Je tiens à remercier Marc Trestini pour sa confiance et son accompagnement tout au long de ce Master, commencé à la fin de ma Licence 2. Cette aventure n'a pas été de tout repos.

Je souhaite également exprimer ma gratitude à Richard NGU LEUBOU, qui a accepté d'être mon directeur de mémoire. Il a su me guider dans ce travail, notamment pour ma méthodologie qui s'inspire fortement de sa thèse.

Aussi, une pensée pour ceux qui doutaient de ma réussite dans mes études, malgré mes fréquentes participations aux rave parties.

Table des matières

1.	Introduction.....	6
2.	Revue de littérature.....	9
2.1	Environnement virtuel 3D	9
2.1.2	CARACTERISTIQUES DES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS 3D	9
2.1.3	APPLICATIONS DES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS 3D :.....	10
2.1.4	CHALLENGES ET OPPORTUNITES DES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS 3D :	11
1.3.1	L'état de flow	12
1.2.1	L'ETAT DE FLOW DANS L'APPRENTISSAGE ET LA FORMATION	13
2.1	SIMULATION VR.....	14
2.1.1	Définition Réalité Virtuelle	14
2.1.2	Avantages des simulations en réalité virtuelle	14
2.1.3	CARACTÉRISTIQUES DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :.....	15
2.1.4	CARACTÉRISTIQUES DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :.....	15
2.1.5	APPLICATIONS DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :	15
2.1.6	DÉFIS ET OPPORTUNITÉS DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :	16
2.1.7	ACCESSIBILITÉ ET INCLUSION :	16
2.1.8	ÉVALUATION DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :	17
2.1.9	FUTUR DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :	17
2.1.10	DÉFIS ET CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES :	18
2.2	Le choix et son impact sur l'apprentissage.....	18
2.3	La motivation en formation et son rôle dans la réussite des apprenants	19
2.4	Question de recherche et formulation des hypothèses	20
3.	Méthodologie de recherche	22
3.1	Choix du public	22
3.1.1	Public cible.....	22
	Recrutement et Participants.....	22
3.1.2	Critère d'exclusion	23
3.2	Choix de la méthode de collecte des données.....	23
3.2.1	Utilisation de l'échelle de Flow Short Scale (FSS)	23
3.3	Application de Réalité Virtuelle	24
3.3.1	Choix du matériel	24
3.3.2	Conception des environnement 3D.....	25
3.3.3	Schéma narrative.....	26
3.3.4	Design des environnements	26
3.3.5	Interaction et déroulement en réalité virtuel.....	27

3.3.6 Vidéos langue de signe	28
3.4 Déroulement des sessions en réalité virtuelle	29
3.5 Les biais de recherches.....	30
4. Résultats et analyse.....	32
4.1 Analyse du sentiment d'être défier pendant une session en réalité virtuelle.....	32
4.2 Analyse de la conscience du temps pendant une session en réalité virtuelle	33
4.3 Analyse de la concentration durant une session en réalité virtuelle	34
4.4 Analyse de l'immersion durant une session en réalité virtuelle	35
4.5 Analyse du sentiment accru de maîtrise du processus durant une session en réalité virtuelle	37
4.6 Discussion.....	40
5. Conclusion	41
6. Référence.....	43
Annexe.....	45

1. Introduction

Dans un monde en constante évolution, l'innovation technologique joue un rôle crucial dans l'éducation et la formation. La réalité virtuelle (VR) est l'une de ces innovations qui transforme la manière dont les apprenants interagissent avec leur environnement et acquièrent de nouvelles compétences. Le présent travail explore l'impact du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des utilisateurs en situation d'apprentissage en simulation VR. Le sujet de recherche se concentre sur l'influence du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des apprenants en situation d'apprentissage en simulation VR. L'état de flow, tel que défini par Csikszentmihalyi (1990), est un état psychologique optimal dans lequel les individus sont totalement immergés dans une activité et éprouvent un sentiment de plaisir et de satisfaction. La question de recherche aborde les effets potentiels de l'autonomie des apprenants dans le choix de l'environnement 3D sur leur état de flow et, par conséquent, sur leur engagement et leurs résultats d'apprentissage. La réalité virtuelle offre des possibilités uniques pour l'apprentissage et la formation en raison de son caractère immersif et interactif. Les recherches ont montré que les environnements d'apprentissage en VR peuvent améliorer la compréhension, la rétention des connaissances et la motivation des apprenants (Radianti, Majchrzak, Fromm, & Wohlgenannt, 2020). De plus, la réalité virtuelle permet de proposer des expériences d'apprentissage personnalisées et adaptées aux besoins individuels des apprenants (Freina & Ott, 2015). Cependant, la manière dont les apprenants interagissent avec ces environnements et les choix qu'ils sont autorisés à faire pourraient avoir un impact significatif sur leur état de flow et leurs résultats d'apprentissage.

Les objectifs de ce travail sont multiples. Tout d'abord, il vise à examiner les recherches existantes sur la réalité virtuelle en tant qu'outil d'apprentissage, l'état de flow et son lien avec l'apprentissage, ainsi que le rôle du choix dans la motivation et l'engagement des apprenants. Deuxièmement, il cherche à proposer des hypothèses sur la manière dont le choix de l'environnement 3D pourrait influencer l'état de flow des apprenants en situation d'apprentissage en simulation VR. Troisièmement, il a pour but de concevoir une méthodologie pour étudier l'impact du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des utilisateurs en situation d'apprentissage en simulation VR. Enfin, l'objectif est d'analyser les données recueillies et de tirer des conclusions sur les implications pratiques pour la conception et la mise en œuvre d'environnements d'apprentissage en VR qui favorisent l'état de flow et améliorent les résultats d'apprentissage. Afin d'atteindre ces objectifs, le travail sera structuré de manière

à aborder chaque aspect de manière progressive et cohérente. Dans un premier temps, une revue de la littérature sera effectuée pour examiner les recherches existantes sur la réalité virtuelle en tant qu'outil d'apprentissage, l'état de flow et son lien avec l'apprentissage, et le rôle du choix dans la motivation et l'engagement des apprenants. Cette revue permettra d'établir les bases théoriques nécessaires pour comprendre les concepts clés et les relations entre eux, tout en identifiant les lacunes dans la recherche actuelle qui justifient une étude plus approfondie.

Ensuite, des hypothèses spécifiques seront proposées concernant la manière dont le choix de l'environnement 3D pourrait influencer l'état de flow des apprenants en situation d'apprentissage en simulation VR. Ces hypothèses serviront de base pour la conception de la méthodologie de recherche et la collecte de données. La méthodologie décrira les procédures, les instruments de mesure et les analyses statistiques qui seront utilisés pour évaluer l'impact du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des utilisateurs en situation d'apprentissage en simulation VR.

Après la collecte des données, une analyse approfondie sera effectuée pour déterminer si les hypothèses formulées sont soutenues par les résultats. Cette analyse permettra d'évaluer l'impact du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des utilisateurs en situation d'apprentissage en simulation VR et de tirer des conclusions sur les implications pratiques pour la conception et la mise en œuvre d'environnements d'apprentissage en VR qui favorisent l'état de flow et améliorent les résultats d'apprentissage.

Pour finir une discussion des résultats et des implications de l'étude sera présentée, mettant en lumière les contributions théoriques et pratiques de ce travail. Cette discussion comprendra également une réflexion sur les limites de l'étude et des suggestions pour de futures recherches dans ce domaine.

Ce travail vise à contribuer à une meilleure compréhension des facteurs qui influencent l'engagement et la performance des apprenants dans les environnements d'apprentissage en VR, tout en fournissant des recommandations pour améliorer la conception et l'implémentation de ces environnements. En examinant l'impact du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des utilisateurs en situation d'apprentissage en simulation VR, cette étude cherche à enrichir la littérature existante et à offrir des perspectives nouvelles et pertinentes pour les chercheurs, les concepteurs de contenu VR et les formateurs. Qui celons les résultats pourront voir un intérêt

de proposer de la personnalisation d'environnement pour les apprenants dans ces mondes virtuels.

2. Revue de littérature

2.1 Environnement virtuel 3D

2.1.1 DEFINITION

Un environnement virtuel 3D est un espace numérique tridimensionnel qui simule un environnement réel ou imaginaire. Cet espace est conçu pour permettre une interaction utilisateur immersive et en temps réel, en utilisant des représentations graphiques en trois dimensions des objets et des scènes. Les environnements virtuels 3D sont largement utilisés dans diverses applications, notamment les jeux vidéo, la réalité virtuelle, la formation professionnelle et l'éducation

2.1.2 CARACTERISTIQUES DES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS 3D

Représentation graphique tridimensionnelle : Les environnements virtuels 3D utilisent des modèles géométriques et des textures pour représenter les objets, les personnages et les scènes de manière réaliste ou stylisée. Les objets 3D sont construits à l'aide de polygones, de courbes et de surfaces, et sont ensuite rendus à l'écran en utilisant des techniques d'ombrage, d'éclairage et de projection.

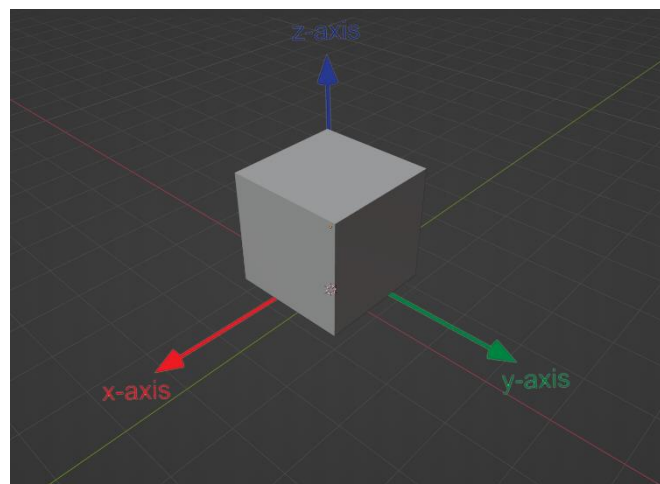


Figure 1 : Représentation en 3D des axes X, Y, et Z.

Immersion : Les environnements virtuels 3D cherchent à immerger les utilisateurs dans un espace numérique en offrant une expérience sensorielle et interactive. Cela peut être réalisé

grâce à des dispositifs tels que des casques de réalité virtuelle, des capteurs de mouvement et des contrôleurs haptiques, qui permettent aux utilisateurs de voir, d'entendre et de ressentir l'environnement virtuel comme s'ils étaient physiquement présents.

Interaction : Les environnements virtuels 3D offrent aux utilisateurs la possibilité d'interagir avec des objets, des personnages et des éléments de l'environnement en utilisant des interfaces utilisateur intuitives et naturelles. Les interactions peuvent inclure la manipulation d'objets, la communication avec des personnages virtuels, la résolution de problèmes et la navigation dans l'espace 3D.

Évolutivité et personnalisation : Les environnements virtuels 3D peuvent être conçus pour être évolutifs et personnalisables, permettant aux utilisateurs de modifier et d'adapter l'environnement en fonction de leurs besoins et de leurs préférences. Cela peut inclure des options pour personnaliser l'apparence des objets, des personnages et des éléments de l'environnement, ainsi que des paramètres pour ajuster la difficulté, la complexité et la progression des activités et des scénarios.

2.1.3 APPLICATIONS DES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS 3D :

Couramment utilisés dans les jeux vidéo pour créer des mondes immersifs et interactifs dans lesquels les joueurs peuvent explorer, les environnements 3D résoudre des énigmes, combattre des ennemis et accomplir des quêtes. Ces environnements sont également la base de la réalité virtuelle (VR), une technologie qui permet aux utilisateurs de s'immerger dans un espace numérique et d'interagir avec lui en utilisant des dispositifs spécifiques, tels que des casques VR et des contrôleurs de mouvement. Les applications de réalité virtuelle vont des expériences de divertissement immersives, comme les jeux VR et les films interactifs, aux applications professionnelles, telles que la formation en réalité virtuelle.

Les environnements virtuels 3D offrent un potentiel considérable pour améliorer l'apprentissage et la formation dans divers domaines, tels que la médecine, l'ingénierie, l'histoire et les langues. Les apprenants peuvent interagir avec des objets, des scénarios et des personnages virtuels pour acquérir des compétences pratiques, explorer des concepts complexes et comprendre des situations réelles ou historiques d'une manière plus engageante et efficace. Ces environnements sont également utilisés dans des domaines tels que l'architecture, l'ingénierie et la conception de produits pour créer des maquettes numériques, simuler des

conditions et des processus réels, et permettre aux concepteurs et aux clients de visualiser et d'évaluer des projets avant leur réalisation.

Mais aussi, les environnements virtuels 3D offrent un espace pour la communication et l'interaction sociale en ligne, permettant aux utilisateurs de créer et de personnaliser des avatars, de participer à des activités de groupe et de communiquer avec d'autres personnes à travers le monde, un exemple récent parlant étant le jeu en ligne VRchat ce jouant aussi bien avec les périphérique clavier souris qu'avec un casque VR.



Figure 2 : Interaction entre plusieurs utilisateurs dans l'application VRchat

2.1.4 CHALLENGES ET OPPORTUNITES DES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS 3D :

L'accessibilité et l'adoption généralisées des technologies de réalité virtuelle et d'environnements virtuels 3D restent un défi, malgré leur développement considérable ces dernières années. Les coûts associés à l'achat de matériel de réalité virtuelle et à la création d'environnements 3D de haute qualité peuvent être prohibitifs pour certains utilisateurs et organisations. De plus, les environnements virtuels 3D, en particulier ceux utilisés avec des dispositifs de réalité virtuelle, peuvent poser des problèmes d'ergonomie et de confort pour certains utilisateurs, tels que la fatigue visuelle, le mal des transports et la surcharge sensorielle.

L'accessibilité et l'adoption généralisées des technologies de réalité virtuelle et d'environnements virtuels 3D restent un défi, bien que le coût du matériel ait considérablement baissé ces dernières années. Cependant, la création d'environnements 3D de haute qualité peut toujours être coûteuse pour certains utilisateurs et organisations. De plus, les environnements virtuels 3D, en particulier ceux utilisés avec des dispositifs de réalité virtuelle, peuvent poser des problèmes d'ergonomie et de confort pour certains utilisateurs, tels que la fatigue visuelle, le mal des transports (Cybercinétose) et la surcharge sensorielle. Enfin, pour tirer pleinement parti des possibilités offertes par les environnements virtuels 3D et la réalité virtuelle, il est

essentiel de poursuivre les investissements en recherche et développement. Cela permettra de résoudre les problèmes techniques et ergonomiques, d'améliorer l'immersion et l'interactivité, et d'explorer de nouvelles applications et méthodes pédagogiques, contribuant ainsi à un meilleur apprentissage et à une expérience utilisateur plus riche.

1.3.1 L'état de flow

L'état de flow est un concept clé en psychologie qui décrit un état mental optimal de concentration, d'engagement et de satisfaction dans une activité³. Il a été introduit pour la première fois par le psychologue Mihaly Csikszentmihalyi dans les années 1970. Selon Csikszentmihalyi, le flow est un état mental dans lequel une personne est complètement absorbée par une activité, atteignant un niveau élevé de concentration et de performance, et éprouvant un sentiment de satisfaction et de bien-être.

Les caractéristiques de l'état de flow incluent la concentration intense, La personne est totalement absorbée par l'activité, focalisant toute son attention sur la tâche à accomplir. La fusion de l'action et de la conscience, la perte de la notion du temps et un sentiment de satisfaction. L'état de flow est souvent associé à une performance optimale dans divers domaines, tels que le sport, les arts, le travail et les jeux. Il peut également être appliqué à l'apprentissage et à l'éducation, car il favorise la concentration, l'engagement et la satisfaction dans les activités d'apprentissage. Les étudiants qui expérimentent le flow sont généralement plus motivés pour apprendre et réussissent mieux dans leurs études.

L'état de flow a également des implications positives pour le bien-être et la santé mentale des individus. Les personnes qui expérimentent régulièrement le flow signalent généralement une meilleure qualité de vie, un plus grand bonheur et une meilleure satisfaction dans leurs activités quotidiennes. De plus, l'état de flow peut contribuer à réduire le stress, l'anxiété et la dépression en aidant les individus à se concentrer sur des activités significatives et gratifiantes.

Pour atteindre l'état de flow, plusieurs facteurs doivent être pris en compte. Tout d'abord, il est essentiel de trouver un équilibre entre la compétence de l'individu et le niveau de défi présenté par l'activité. Cela permet à la personne de se sentir engagée et compétente, évitant ainsi l'ennui ou l'anxiété liés à des tâches trop faciles ou trop difficiles. Ensuite, des objectifs clairs et bien définis aident à orienter l'attention et à maintenir la concentration sur la tâche à accomplir.

Un autre aspect important pour atteindre l'état de flow est la rétroaction immédiate. Recevoir des informations en temps réel sur la performance permet à l'individu de s'ajuster et

de rester engagé dans l'activité. La capacité à se concentrer sur une tâche sans être distrait est également essentielle pour parvenir à cet état d'immersion totale.

De plus, il est crucial que l'individu ressente un certain contrôle sur l'activité et qu'il puisse influencer son issue. Enfin, pour atteindre l'état de flow, l'individu doit être complètement absorbé par l'activité, au point d'oublier les soucis et les distractions extérieures. En combinant ces éléments, il est possible de créer des conditions propices à l'entrée dans l'état de flow.

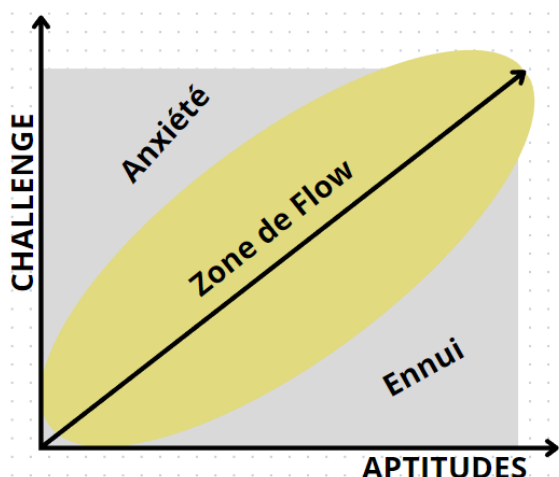


Figure 3 : Représentation de la Zone de flow recréer sur Canva

1.2.1 L'ETAT DE FLOW DANS L'APPRENTISSAGE ET LA FORMATION

L'état de flow joue un rôle essentiel dans l'apprentissage et la formation, en favorisant un environnement où les apprenants peuvent se concentrer pleinement sur la tâche à accomplir. Dans un contexte éducatif, le flow contribue à améliorer la motivation, la persévérance et la rétention des informations. Les enseignants et formateurs peuvent créer des conditions propices au flow en adaptant la difficulté des tâches, en établissant des objectifs clairs et en offrant des retours d'information constructifs et réguliers (Csikszentmihalyi, 1990).

En outre, les apprenants qui expérimentent le flow lors de formations sont plus susceptibles d'acquérir de nouvelles compétences et connaissances de manière efficace et durable. Pour favoriser cet état d'esprit, il est important de créer un environnement d'apprentissage stimulant et attrayant, où les apprenants peuvent explorer et résoudre des problèmes en fonction de leurs intérêts et de leurs compétences.

L'état de flow est également bénéfique pour les formateurs et les enseignants, qui peuvent eux-mêmes vivre des expériences de flow en préparant et en animant des sessions de formation. Cela peut améliorer leur créativité, leur engagement et leur satisfaction professionnelle, leur permettant ainsi d'offrir des expériences d'apprentissage plus enrichissantes et efficaces pour

leurs élèves. L'état de flow est donc un élément qui touche peut toucher tout le monde et est un atout clé pour optimiser les processus d'apprentissage et de formation. En favorisant l'émergence du flow dans les contextes éducatifs, les apprenants, les enseignants et les formateurs peuvent travailler ensemble pour créer des expériences d'apprentissage plus engageantes, stimulantes et fructueuses.

2.1 SIMULATION VR

2.1.1 Définition Réalité Virtuelle

En 2007 la réalité virtuelle (VR) est définie comme suit : « Il s'agit d'un environnement créé à l'aide d'un ordinateur et donnant à l'utilisateur la sensation d'être immergé dans un univers artificiel » (Tisseron & Tordo, 2021, pp. 189-200). Cette définition met en évidence le rôle central de la technologie informatique dans la création d'espaces immersifs et interactifs, permettant aux utilisateurs de vivre des expériences qui imitent la sensation d'être physiquement présents dans un environnement artificiel.

2.1.2 Avantages des simulations en réalité virtuelle

Les simulations en réalité virtuelle offrent plusieurs avantages pour l'apprentissage et la formation. Tout d'abord, elles permettent une immersion totale dans l'environnement d'apprentissage, ce qui peut favoriser l'engagement et la motivation des apprenants. De plus, les simulations en VR permettent aux utilisateurs d'interagir directement avec des objets et des éléments de l'environnement, facilitant ainsi l'apprentissage par la pratique et l'expérience.

En outre, les simulations VR fournissent un environnement sûr pour l'apprentissage, où les erreurs n'ont pas de conséquences réelles et où les apprenants peuvent pratiquer autant de fois que nécessaire pour maîtriser une compétence (Kluge & Riley, 2008). Les simulations en VR peuvent être adaptées aux besoins et aux préférences individuelles des apprenants, permettant un apprentissage personnalisé et flexible comme ces simulations peuvent être adapté à n'importe quels domaines d'études.

Dans le contexte des simulations en réalité virtuelle, les modèles d'enseignement centrés sur l'élève sont particulièrement pertinents. Ces modèles intègrent souvent des théories de l'apprentissage constructiviste, qui mettent l'accent sur l'apprenant et son expérience personnelle (Polka, 2001). Selon Polka (2001), les apprenants utilisent leurs expériences pour construire activement une compréhension qui a du sens pour eux, plutôt que de recevoir une compréhension déjà organisée. Les simulations en réalité virtuelle offrent un environnement propice à cette approche, car elles permettent aux apprenants d'interagir avec l'environnement, de résoudre des problèmes et d'acquérir des compétences de manière active et immersive. Ainsi,

les simulations en réalité virtuelle peuvent favoriser un apprentissage plus profond et plus significatif, en accord avec les principes constructivistes.

2.1.3 CARACTÉRISTIQUES DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :

Selon De Jong (1991), Lee (1999) et Tobias et Fletcher (2010), les simulations sont des environnements d'apprentissage numériques interactifs qui imitent un processus ou une situation de la vie réelle. Les simulations VR, en tant que sous-ensemble des simulations, utilisent la réalité virtuelle pour créer des environnements immersifs et interactifs qui permettent aux apprenants d'acquérir des compétences et des connaissances par l'expérience et la pratique, en simulant des situations réelles ou imaginaires. Selon ces auteurs, les simulations, y compris les simulations VR, permettent aux apprenants de tester leurs hypothèses sur les effets des variables d'entrée sur les résultats souhaités, offrant ainsi des avantages en termes de coût, de sécurité et de commodité.

2.1.4 CARACTÉRISTIQUES DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :

Immersion : Cette approche offre une expérience immersive, permettant aux apprenants de se sentir pleinement engagés dans l'environnement virtuel. Ils peuvent interagir avec les objets, les personnages et les situations comme s'ils étaient réels.

Sécurité : L'apprentissage en VR fournit un environnement sûr et contrôlé. Les apprenants peuvent y pratiquer des compétences sans risque de causer des dommages réels ou des conséquences négatives.

Personnalisation : Les environnements virtuels peuvent être adaptés aux besoins spécifiques des apprenants et offrir des expériences d'apprentissage personnalisées, en fonction de leur niveau de compétence et de leurs objectifs.

Visualisation : La VR facilite la compréhension des concepts abstraits et complexes. Elle permet aux apprenants de les explorer de manière concrète et tangible.

2.1.5 APPLICATIONS DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :

Formation professionnelle : Dans des secteurs tels que la médecine, l'aviation et la sécurité, où les erreurs peuvent avoir de graves conséquences, l'approche virtuelle est utilisée pour la formation des employés.

Éducation : Pour enseigner des compétences et des connaissances dans divers domaines, tels que les sciences, les langues, l'histoire et les arts, l'immersion virtuelle offre une plateforme interactive et engageante.

Thérapie et réadaptation : Pour aider les patients à se rétablir de traumatismes physiques ou psychologiques, l'environnement sécurisé et contrôlé des simulations permet de pratiquer des compétences et de surmonter des défis.

Recherche : En étudiant des phénomènes complexes et en expérimentant des théories et des hypothèses, les chercheurs tirent parti de la flexibilité et de la contrôlabilité des environnements virtuels.

2.1.6 DÉFIS ET OPPORTUNITÉS DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :

Coût : Le matériel et le développement de contenu VR peuvent être coûteux, bien que les prix aient baissé ces dernières années.

Effets secondaires : Certains utilisateurs peuvent éprouver des effets secondaires tels que la nausée, les maux de tête ou la désorientation lors de l'utilisation de la VR, ce qui peut nuire à leur expérience d'apprentissage.

Recherche et développement : Il est important de continuer à investir dans la recherche et le développement pour résoudre les problèmes techniques et ergonomiques liés à la VR, améliorer l'immersion et l'interactivité, et explorer de nouvelles applications et méthodes pédagogiques pour tirer pleinement parti des possibilités offertes par l'apprentissage en simulation VR.

2.1.7 ACCESSIBILITÉ ET INCLUSION :

Accessibilité : Les concepteurs de contenu VR doivent s'assurer que les expériences d'apprentissage en simulation VR sont accessibles à un large éventail d'utilisateurs, y compris ceux ayant des besoins particuliers ou des handicaps. Les interfaces utilisateur et les scénarios d'apprentissage doivent être conçus pour être adaptatifs et flexibles, permettant à tous les apprenants de participer pleinement et de bénéficier des avantages de l'apprentissage en simulation VR.

Inclusion : L'apprentissage en simulation VR doit prendre en compte la diversité des apprenants et de leurs besoins. Les scénarios d'apprentissage et les environnements virtuels doivent être culturellement sensibles et adaptés pour encourager l'inclusion et l'équité dans l'éducation.

2.1.8 ÉVALUATION DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :

Méthodes d'évaluation : L'évaluation des performances des apprenants et de l'efficacité des simulations VR peut être réalisée à l'aide de diverses méthodes, telles que les tests de connaissances, les observations comportementales, l'auto-évaluation et les analyses de données d'apprentissage.

Mesure de l'impact : Il est important de mesurer l'impact de l'apprentissage en simulation VR sur les résultats d'apprentissage des apprenants, tels que l'amélioration des compétences, l'acquisition de connaissances, la rétention à long terme et la transférabilité des compétences acquises dans des situations réelles.

2.1.9 FUTUR DE L'APPRENTISSAGE EN SIMULATION VR :

Le futur de l'apprentissage en simulation VR est prometteur, avec des avancées technologiques et des innovations pédagogiques qui continuent d'élargir les possibilités et les applications de la VR dans l'éducation et la formation. Les développements futurs pourraient inclure :

Amélioration des technologies VR : Des avancées dans les technologies de réalité virtuelle, telles que des casques plus légers et confortables, des graphismes plus réalistes et une meilleure intégration des sens, pourraient améliorer l'immersion et l'interactivité dans les simulations VR.

Intelligence artificielle : L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans les simulations VR pourrait permettre des scénarios d'apprentissage plus adaptatifs et personnalisés, avec des agents virtuels capables de fournir des conseils et un soutien en temps réel aux apprenants.

Collaboration et apprentissage social : Le développement de plateformes VR multi-utilisateurs pourrait faciliter la collaboration et l'apprentissage social dans des environnements virtuels, permettant aux apprenants de travailler ensemble sur des projets et d'échanger des idées et des connaissances.

Accessibilité et démocratisation : La baisse des coûts du matériel et du développement de contenu VR pourrait rendre l'apprentissage en simulation VR plus accessible et démocratique, en permettant à un plus grand nombre d'apprenants et d'institutions d'en bénéficier.

2.1.10 DÉFIS ET CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES :

Sécurité et confidentialité des données : Avec l'utilisation croissante de la réalité virtuelle dans l'éducation, il est essentiel de veiller à la sécurité et à la confidentialité des données des apprenants, en particulier lorsqu'il s'agit de données sensibles telles que les performances et les progrès d'apprentissage. Les concepteurs et les développeurs de simulations VR doivent s'assurer que les données sont stockées et traitées de manière sécurisée et conformément aux réglementations en vigueur sur la protection des données.

Équité et diversité : Pour garantir l'équité et la diversité dans l'apprentissage en simulation VR, il est important de veiller à ce que les scénarios d'apprentissage, les environnements virtuels et les personnages soient représentatifs de la diversité des apprenants et de leurs contextes culturels. Cela peut aider à prévenir la discrimination et le biais, et à promouvoir l'inclusion et l'équité dans l'éducation.

Dépendance à la technologie : L'utilisation de la réalité virtuelle dans l'éducation soulève également des questions sur la dépendance à la technologie et les effets potentiels sur la santé mentale et le bien-être des apprenants. Il est important de promouvoir un équilibre sain entre l'utilisation de la VR et d'autres méthodes d'apprentissage, et d'encourager les apprenants à développer des compétences d'autorégulation et de gestion du temps.

Éthique de la conception : Les concepteurs de simulations VR doivent tenir compte des questions éthiques liées à la création de scénarios d'apprentissage et d'environnements virtuels. Cela peut inclure des considérations sur la manipulation, la persuasion et le consentement des apprenants, ainsi que l'impact potentiel des simulations VR sur les valeurs, les attitudes et les comportements des apprenants.

En conclusion, l'apprentissage en simulation VR offre de nombreuses opportunités pour améliorer l'éducation et la formation dans divers domaines. Les avancées technologiques et les innovations pédagogiques continuent de repousser les limites de ce que la VR peut offrir en termes d'immersion, d'interactivité et d'engagement. Cependant, il est important de tenir compte des défis et des considérations éthiques liés à l'utilisation de la réalité virtuelle dans l'éducation, et de travailler ensemble pour créer des expériences d'apprentissage qui sont accessibles, inclusives et éthiquement responsables.

2.2 Le choix et son impact sur l'apprentissage

Le choix est un élément essentiel de la psychologie humaine et a été étudié par Iyengar et Lepper (2000) dans le contexte de l'apprentissage et de la motivation. Les auteurs ont examiné

l'impact du choix sur l'engagement, la motivation et les performances des élèves, en se concentrant sur l'équilibre entre la liberté de choisir et les contraintes imposées par le nombre d'options disponibles. Leurs recherches ont révélé que trop de choix peut parfois être démotivant et entraîner une diminution de la motivation et de la satisfaction, alors qu'un nombre limité de choix peut être préférable et conduire à une meilleure motivation et engagement.

Dans le contexte des environnements 3D et de la simulation VR, le choix peut se rapporter aux différentes options d'environnements, telles que la complexité, l'interactivité, le réalisme et les stimuli sensoriels. Ces choix peuvent influencer l'expérience des utilisateurs et leur état de flow en situation d'apprentissage en simulation VR. Il est crucial d'examiner comment la quantité et la qualité des choix d'environnement 3D influencent l'état de flow et la motivation des apprenants.

L'importance de l'équilibre entre les choix offerts et les contraintes liées à la quantité d'options peut également s'appliquer aux aspects tels que la personnalisation des avatars, la navigation dans l'environnement virtuel et la sélection d'activités pédagogiques. En considérant l'ensemble de ces éléments, il devient possible d'analyser l'impact global du choix sur l'expérience d'apprentissage en simulation VR.

Offrir suffisamment de choix pour répondre aux besoins individuels et éviter de surcharger les apprenants avec trop d'options. En adoptant cette approche, les concepteurs de simulations VR pourront mieux comprendre les besoins et les préférences des apprenants, et créer des expériences d'apprentissage plus efficaces et attrayantes.

2.3 La motivation en formation et son rôle dans la réussite des apprenants

La motivation en formation est un élément crucial pour la réussite des apprenants, comme l'ont démontré de nombreuses études. Plusieurs facteurs peuvent influencer la motivation des apprenants, tels que l'environnement d'apprentissage, les objectifs d'apprentissage et les attentes.

Parmi les théories qui expliquent la motivation en formation, la théorie de l'autodétermination développée par Edward L. Deci et Richard M. Ryan est l'une des plus reconnues (Deci & Ryan, 2000). Cette théorie propose que la motivation est influencée par trois besoins psychologiques fondamentaux : l'autonomie, la compétence et la relation sociale. En satisfaisant ces besoins, les apprenants sont plus enclins à s'engager pleinement dans leur formation, ce qui favorise leur réussite académique et professionnelle. En comprenant les facteurs qui influencent la motivation, les concepteurs de formation et les enseignants peuvent

mettre en place des environnements d'apprentissage adaptés et stimulants, qui encouragent les apprenants à donner le meilleur d'eux-mêmes et à atteindre leurs objectifs.

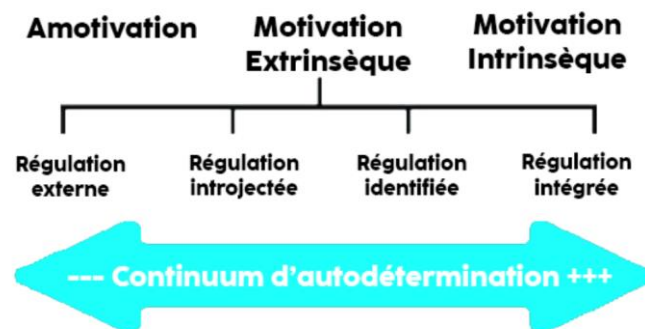


Figure 4 : Schématisation de la théorie de l'autodétermination de Deci et Ryan (2000)¹

2.4 Question de recherche et formulation des hypothèses

La revue de la littérature précédente révèle que la Réalité Virtuelle constitue un véritable atout pour l'apprentissage, en particulier dans le cadre des simulations en VR. Les environnements d'apprentissage immersifs ont le potentiel d'engager les apprenants à un niveau plus profond, facilitant ainsi l'atteinte de l'état de "flow", un état de concentration profonde et de satisfaction dans l'activité en cours, qui est largement reconnu comme bénéfique pour l'apprentissage.

La capacité de la RV à représenter des environnements tridimensionnels (3D) complexes et interactifs offre des possibilités uniques pour l'apprentissage basé sur la simulation, où les apprenants peuvent expérimenter et interagir avec des modèles 3D de concepts ou de situations, facilitant ainsi la compréhension et l'assimilation de ces concepts.

Toutefois, en dépit des bénéfices manifestes de la Réalité Virtuelle pour l'apprentissage, des lacunes importantes subsistent dans la recherche sur l'utilisation de la RV dans le domaine éducatif. Un de ces manques porte sur l'influence du choix de l'environnement 3D sur l'expérience de l'apprenant et sa capacité à atteindre l'état de flow. Alors que la majorité des études se sont focalisées sur l'effet de la RV en soi sur l'apprentissage, peu ont examiné l'impact du choix de l'environnement par l'apprenant lui-même. De plus, alors qu'il est reconnu que le fait de donner un choix peut généralement favoriser un meilleur état de flow, aucune recherche n'a à ce jour exploré spécifiquement l'impact du choix de son environnement 3D sur l'état de flow de l'apprenant dans un contexte de RV.

Il est plausible de supposer que le choix de l'environnement pourrait avoir un impact significatif sur l'expérience de l'apprenant. Par exemple, le fait de choisir un environnement dans lequel l'apprenant se sent à l'aise ou intéressé pourrait augmenter son engagement et sa motivation, facilitant ainsi l'atteinte de l'état de flow. De même, le choix de l'environnement pourrait affecter le sentiment d'immersion de l'apprenant, un facteur souvent considéré comme crucial pour l'efficacité de l'apprentissage en RV.

C'est dans ce contexte que notre question de recherche se pose : Quel est l'impact du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des utilisateurs en situation d'apprentissage en simulation VR ?

Nous formulons alors les hypothèses de recherche suivantes :

- **Hypothèse 1** : La possibilité de choisir son environnement en VR intensifie le sentiment de défi optimal chez l'apprenant.
- **Hypothèse 2** : Les apprenants en VR qui ont la possibilité de choisir leur environnement remarquent moins le temps qui passe.
- **Hypothèse 3** : La possibilité de choisir son environnement en VR favorise une meilleure concentration chez l'apprenants.
- **Hypothèse 4** : Le choix de l'environnement en VR contribue à une meilleure immersion dans l'activité de l'apprenants.
- **Hypothèse 5** : L'apprenants qui peut choisir son environnement VR a le sentiment de mieux maîtriser le processus.

Ces hypothèses seront testées dans le cadre de ce mémoire, avec l'objectif de mieux comprendre comment le choix de l'environnement 3D en VR peut affecter l'expérience d'apprentissage.

3. Méthodologie de recherche

3.1 Choix du public

3.1.1 Public cible

La présente étude se focalise sur une population spécifique d'apprenants en réalité virtuelle, soit les individus âgés de 20 à 30 ans. Cette tranche d'âge a été choisie en raison de plusieurs facteurs.

Premièrement, les individus dans cette tranche d'âge ont généralement une familiarité et une aisance avec la technologie supérieures à celles des groupes d'âge plus avancé. Cela est dû à leur exposition précoce et fréquente à la technologie numérique, y compris les jeux vidéo, les smartphones, les ordinateurs et d'autres formes de technologie numérique. Cette familiarité préalable avec la technologie peut faciliter l'apprentissage et l'engagement dans un environnement de réalité virtuelle.

Deuxièmement, les individus âgés de 20 à 30 ans sont souvent engagés dans l'enseignement supérieur ou la formation professionnelle continue, rendant cette population particulièrement pertinente pour une étude sur l'apprentissage en réalité virtuelle.

Troisièmement, il était plus simple de recruter ce public en raison de leur disponibilité et de leur intérêt pour l'utilisation de la technologie dans l'apprentissage.

Pour cette étude, un total de 14 participants ont été recrutés. Le choix de ce nombre relativement restreint permet de réaliser une étude pilote, avec une attention particulière portée à chaque participant et une analyse détaillée de leurs réponses. Ces participants ont été sélectionnés sur la base de leur disponibilité, de leur intérêt pour l'apprentissage en réalité virtuelle et de leur volonté de participer à une étude de recherche. Il est important de noter que bien que cette étude se concentre sur une population spécifique, les résultats peuvent ne pas être généralisables à tous les apprenants en réalité virtuelle.

Recrutement et Participants

Étant donné les contraintes de temps et de ressources, le processus de recrutement pour cette recherche a été effectué par le biais de mes réseaux sociaux. J'ai publié une annonce détaillant le besoin de participants pour mon mémoire, précisant que ceux qui seraient intéressés devraient tester une application en réalité virtuelle.

Mon objectif initial était de recruter au moins 14 participants afin d'assurer une signification statistique minimale à mes résultats. En outre, je souhaitais établir deux groupes homogènes, équilibrés en termes d'âge et de niveau d'éducation.

Le groupe final de participants retenus pour l'étude se composait de 14 individus avec une moyenne d'âge de 23 ans. Malheureusement, la répartition par genre n'a pas été aussi équilibrée que je l'aurais souhaité, avec seulement deux femmes sur les 14 personnes. Cependant, j'ai pris des mesures pour minimiser l'impact de cette disproportion sur l'analyse des résultats.

3.1.2 Critère d'exclusion

Plusieurs critères ont été établis pour exclure certaines personnes de la recherche. Tout d'abord, nous avons écarté les individus qui ne tolèrent pas les sessions de réalité virtuelle. Par ailleurs, les personnes sous l'influence de l'alcool ou d'autres substances ont également été exclues de l'étude, afin de garantir la fiabilité des résultats. Enfin, tout participant présentant des troubles de la vision, y compris par exemple un individu possédant un œil de verre, a été exclu pour assurer une expérience de réalité virtuelle uniforme pour tous les participants.

3.2 Choix de la méthode de collecte des données

3.2.1 Utilisation de l'échelle de Flow Short Scale (FSS)

Pour cette étude, l'outil de collecte des données le choix s'est porté sur l'échelle Flow Short Scale (FSS). Cet instrument a été spécifiquement développé pour évaluer l'état de flow dans le cadre d'une activité donnée, comme celle de l'apprentissage en réalité virtuelle. Il est basé sur le modèle du flow de Csikszentmihalyi, qui met en avant des éléments tels que l'absorption dans l'activité, la perte de la conscience de soi et du temps, ainsi que l'équilibre entre les compétences de l'individu et les défis de l'activité.

L'échelle FSS est largement utilisée dans la recherche sur le flow en raison de sa fiabilité et de sa validité prouvées. De plus, sa brièveté (elle ne comporte que 13 items) la rend particulièrement appropriée pour cette étude, où l'objectif est de minimiser le fardeau pour les participants tout en recueillant des données précises sur leur état de flow.

La principale raison de notre choix de la FSS comme outil de collecte des données est qu'elle correspond parfaitement à l'objectif de notre étude : évaluer l'impact du choix de l'environnement 3D sur l'état de flow des utilisateurs lors de l'apprentissage en réalité virtuelle.

De plus, la FSS nous permet de quantifier le flow, ce qui nous permettra de procéder à des analyses statistiques pour tester nos hypothèses. Nous utiliserons notamment le test du Chi2 et le V de Cramer pour vérifier l'existence d'une dépendance entre le choix de l'environnement et l'état de flow. La FSS utilise une échelle de Likert à 5 points, qui est simple à comprendre et à utiliser pour les participants. Cette simplicité de mise en œuvre nous permettra de recueillir des données rapidement et efficacement.

3.3 Application de Réalité Virtuelle

Pour les besoins de cette étude, j'ai conçu une application spécifique en réalité virtuelle. J'ai opté pour le logiciel SimLab VR en raison de ses avantages considérables pour mon contexte de recherche. En effet, SimLab VR permet de créer une application de réalité virtuelle sans nécessiter de compétences en codage. Cela représente un gain de temps considérable dans le processus de conception. De plus, cela limite les risques d'erreurs de programmation ou d'autres problèmes techniques susceptibles de survenir lors de la conception de l'application.

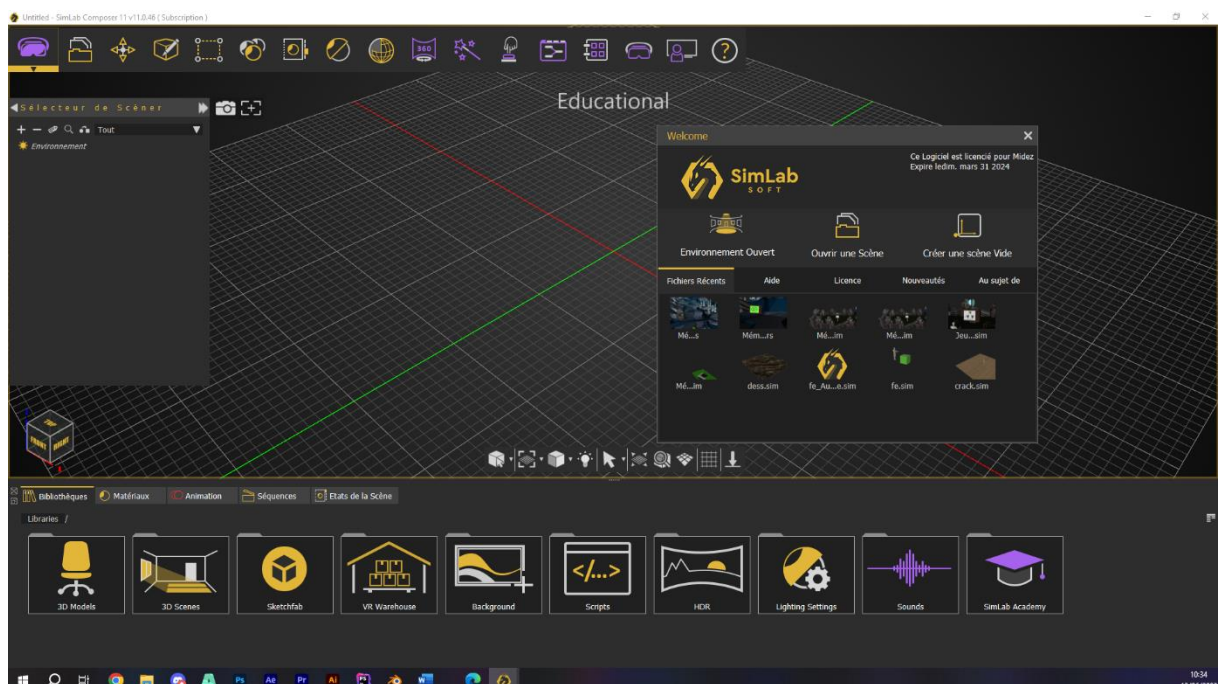


Figure 5 : Screenshot du menu du logiciel Simlab Composer

3.3.1 Choix du matériel

Pour permettre l'interaction avec l'application de réalité virtuelle, j'ai choisi d'utiliser l'Oculus Quest 2. Ce choix s'est fondé sur plusieurs raisons clés. Premièrement, le Quest 2 est

un appareil autonome qui ne nécessite pas d'être relié à un PC puissant pour fonctionner. Cette caractéristique rend l'expérience de réalité virtuelle accessible à un plus grand nombre d'utilisateurs et facilite grandement la mise en place de sessions d'utilisation pour ma recherche.

Deuxièmement, l'Oculus Quest 2 est doté d'une puissance de calcul significativement plus élevée par rapport à des modèles antérieurs comme l'Oculus Go. Cette puissance accrue permet d'exécuter des applications de réalité virtuelle plus sophistiquées et graphiquement plus riches. Cela favorise l'immersion et la capacité des utilisateurs à interagir de manière complexe avec l'environnement virtuel, ce qui est essentiel pour l'objectif de cette recherche.

Finalement, un facteur tout aussi important dans le choix de l'Oculus Quest 2 était sa disponibilité. Ayant eu l'opportunité d'avoir accès à ce dispositif, j'ai pu mener cette recherche sans nécessité de ressources supplémentaires coûteuses. L'accessibilité de l'Oculus Quest 2 a donc été un atout clé dans la réalisation de cette étude.

3.3.2 Conception des environnement 3D

Pour cette recherche, dont l'objectif est de déterminer s'il existe un impact significatif sur l'état de flow dû au choix de l'environnement chez l'apprenant, j'ai conçu une application en deux versions très similaires. La seule différence est l'ordre de présentation des environnements. Dans une première version, l'apprenant commence par un environnement qui n'est pas de son choix, puis dans une seconde phase, il peut choisir entre deux environnements. Deux choix me semblent suffisants, car comme l'ont souligné Iyengar et Lepper (2000), un nombre trop important de choix peut justement influencer négativement l'état de flow des apprenants. Dans la deuxième version de l'application, l'apprenant commence par choisir son environnement, puis se voit imposer un environnement dans une seconde phase. Les deux groupes de participants sont exposés exactement aux mêmes concepts d'apprentissage. L'objectif premier de cette conception est de limiter les risques de biais dans la recherche.

3.3.3 Schéma narrative

Voici une représentation des deux scénarios possibles entre les deux groupes d'apprenants composés de 7 personnes chacun, pour un total de 14. Entre ces deux scénarios, les deux groupes verront exactement la même conception d'apprentissage, qui comprend 10 vidéos sur 10 mots en langue des signes. Ces environnements possèdent exactement la même structure, que ce soit au niveau du placement des décors ou de la durée. En fait, la seule variable qui change est la texture de l'environnement : l'une rappelle un biome d'été, et l'autre représente plutôt un biome d'hiver. Rien ne change dans leurs structure, juste les couleurs en fonction (voir figure 7 et 8).

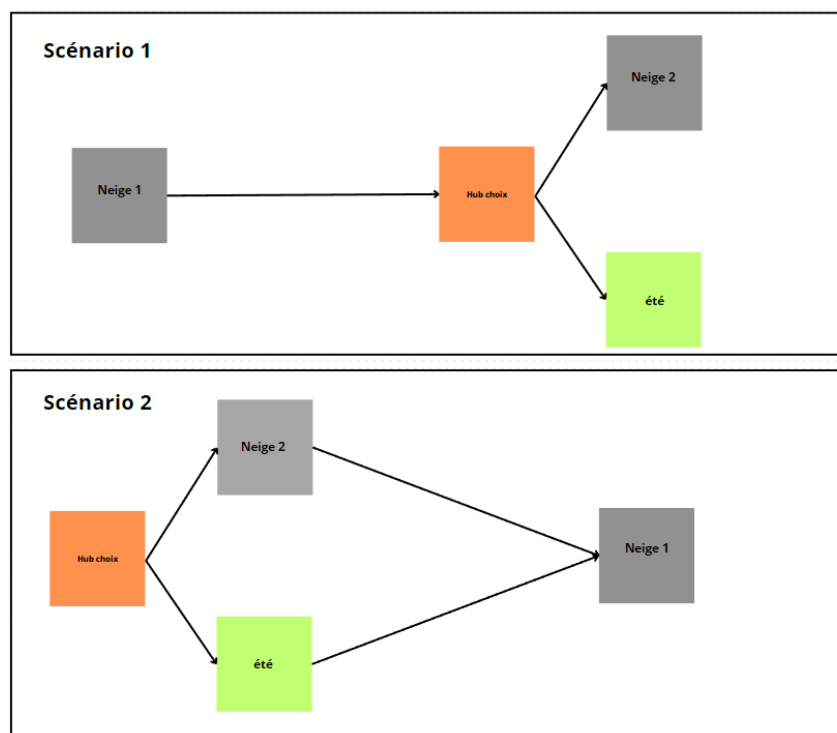


Figure 6 : Schématisations scénaristique de l'application

3.3.4 Design des environnements

J'ai opté pour deux environnements de style low-poly pour deux raisons principales. La première est d'éviter les risques de problèmes techniques liés à la puissance relativement limitée du casque VR autonome utilisé pour cette étude, le Meta Quest 2. Outre la simplification de la conception, des recherches récentes suggèrent que le réalisme d'un environnement virtuel n'a pas d'impact significatif sur le sentiment de présence (Jicol et al., 2023). C'est pour ces raisons que j'ai choisi de créer deux environnements de style low-poly.

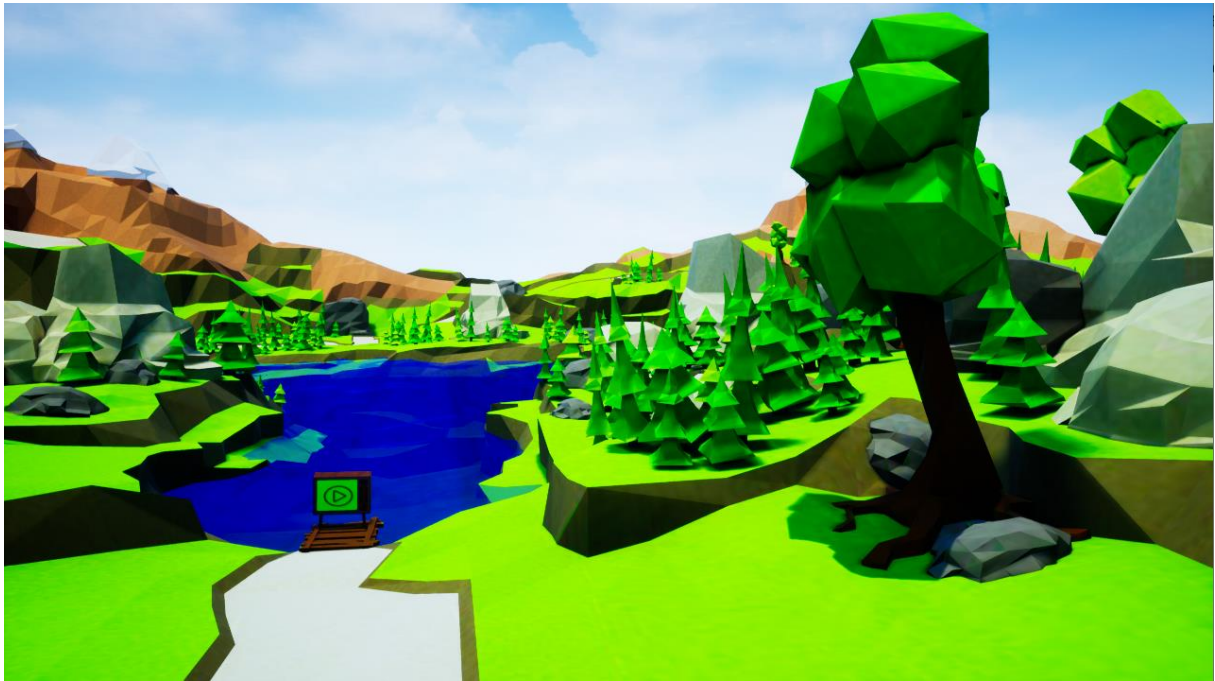


Figure 7 : Environnement low-poly été

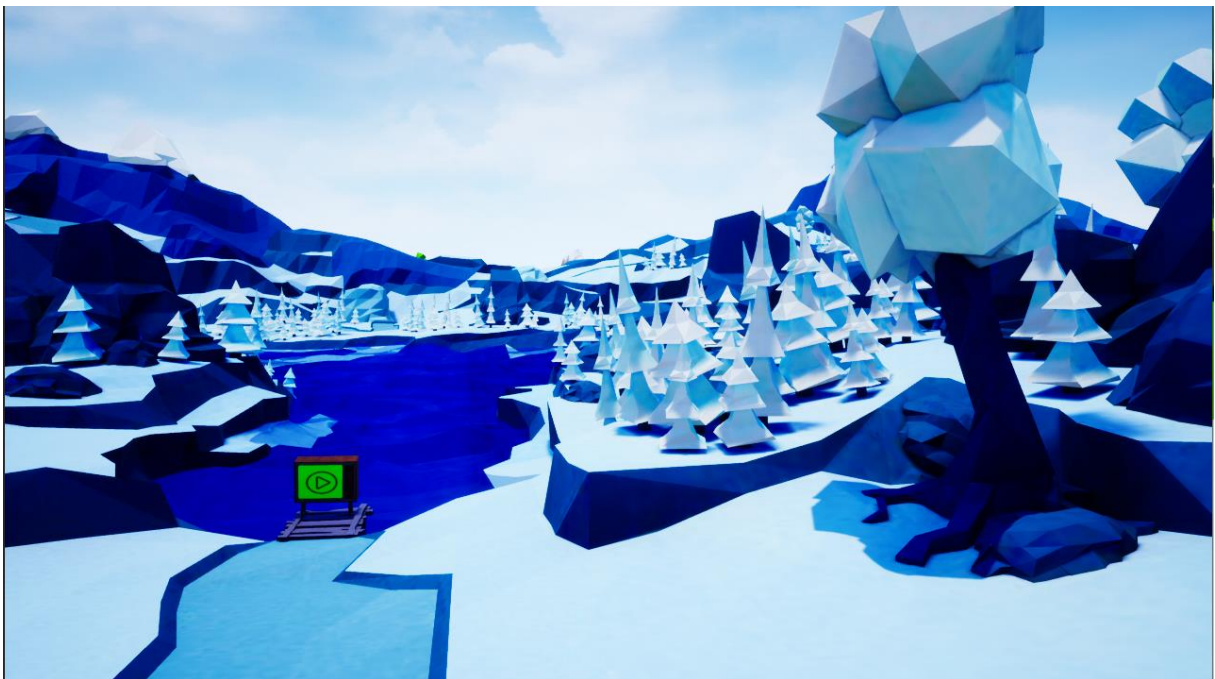


Figure 8 : Environnement low-poly hiver

3.3.5 Interaction et déroulement en réalité virtuelle

Les participants, au cours de chaque phase (choix de l'environnement et environnement imposé), suivront un chemin prédéfini où ils trouveront des vidéos disposées sur des télévisions

en 3D. Ainsi, il y a deux interactions principales, ainsi que le déplacement à effectuer dans l'application.

Concernant le déplacement, les participants devront suivre un chemin prédéterminé. Les interactions consistent principalement à cliquer sur les télévisions pour lancer l'une des 10 vidéos lors de la session. La seconde interaction consiste à cliquer sur l'environnement de leur choix pendant la phase de sélection de l'environnement.

Ces interactions et déplacements ont été conçus pour être intuitifs et accessibles, permettant aux participants de se concentrer pleinement sur l'apprentissage et l'immersion dans les différents environnements.



Figure 9 : Choix entre les deux environs

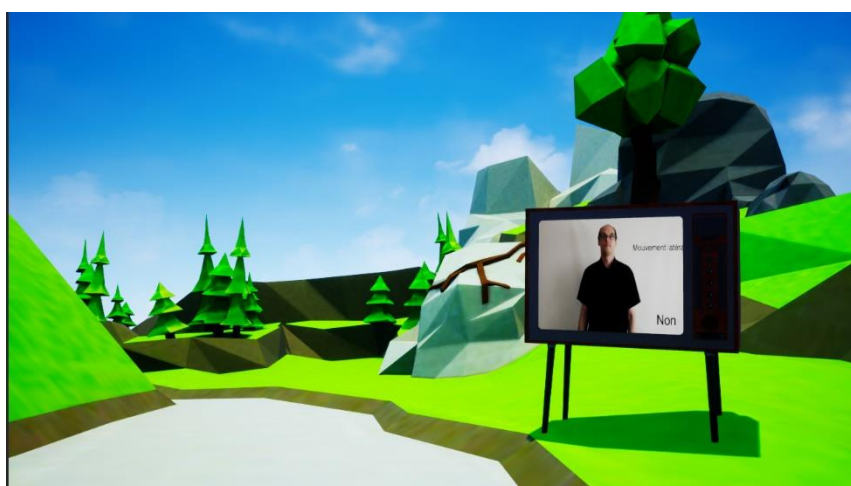


Figure 10 : Chemin avec une des vidéos dans l'environnement été

3.3.6 Vidéos langue de signe

L'application comprend 10 vidéos, chacune représentant un mot distinct en langue des signes française. Les mots sélectionnés sont les suivants : "Aujourd'hui", "Dormir", "Musique",

"Retard", "Travail", "Parler", "Fille", "Moi", "Non" et "Sourd". Chaque vidéo dure environ 5 secondes et montre simplement une personne effectuant le signe correspondant au mot en question. Il est important de noter que les vidéos sont muettes et ne contiennent aucune bande sonore.

3.4 Déroulement des sessions en réalité virtuelle

Chacun des 14 participants a participé de la même manière à la séance de réalité virtuelle, à l'exception de 7 personnes qui ont commencé avec la version comportant la phase de choix de l'environnement, et 7 autres qui ont commencé avec la phase imposée. Mis à part cela, le déroulement était identique pour tous les participants.

Pendant la phase de recrutement, les seules informations communiquées aux participants étaient que j'étais à la recherche de personnes âgées de 20 à 30 ans pouvant tester une application VR pour mon mémoire de master, et qu'un court questionnaire devait être rempli à la fin de l'expérience.

Une fois en présence du participant et avant de lui donner le casque, quelques explications ont été fournies. Par exemple, j'ai souligné qu'en cas de problème, comme le début d'une sensation de mal-être dû à la cybercinétose, ils pouvaient sans problème retirer le casque pour mettre fin à la session. Il est primordial de privilégier la sécurité des participants avant tout.

Ensuite, les instructions sur l'utilisation des contrôles ont été données. Aucune difficulté n'a été signalée par les participants, car il n'y avait que deux contrôles dans l'application : un pour le déplacement et un autre pour les interactions. J'ai également précisé qu'ils devaient suivre le chemin et visionner différentes vidéos et que l'application serait divisée en deux phases, qui leur seraient indiquées.

Une limite de 15 minutes était indiquée, mais tous les participants ont terminé l'application en moyenne après une dizaine de minutes. Si un participant avait dépassé le temps imparti, son questionnaire n'aurait pas été pris en compte, car un questionnaire factice avait été créé à cet effet. Comme je n'avais pas prévu de scénario en cas de dépassement de temps, ce questionnaire factice fait partie des mesures que j'ai prises pour limiter les biais dans ma recherche.

À la fin de chaque session, je fournissais aux participants un questionnaire via Microsoft Forms sur mon ordinateur portable. Les deux groupes ont reçu le même questionnaire, puisque tous les participants ont suivi les deux phases (avec et sans choix). Cette disposition est propice

à l'administration du même questionnaire aux deux groupes, car elle permet d'effectuer les calculs statistiques de façon optimale, avec le même nombre de personnes ayant participé à chaque phase.

3.5 Les biais de recherches

J'ai pris quelque mesure pour éviter au maximum les biais mais dû au manque de temps durant l'année rien n'a pu être parfait, comme par exemple le fait que les personnes choisis sont des personnes que je connais plus ou moins comme étant de mon cercle des réseaux sociaux et donc la différence est qu'ils sont probablement biaisés par leur relation avec moi. En effet, ils pourraient être enclins à répondre plus positivement pour ne pas me décevoir ou, au contraire, être plus critiques envers mon travail. Cependant, pour contrer ce biais, j'ai insisté sur le fait que leur anonymat serait respecté et que leurs réponses ne seraient pas liées à leur identité.

Un autre biais potentiel concerne le choix de l'échelle FSS. Bien que cet outil soit validé et largement utilisé dans la recherche, il reste subjectif et dépend de l'autoréflexion du participant. En d'autres termes, il peut y avoir une différence entre le sentiment de flow perçu par le participant et son état de flow réel. De plus c'est un questionnaire anglais initialement de ce fait la traduction français bien que vérifiée par différents moyens (traduction en ligne, étudiant en langue) il se peut qu'il ne soit pas aussi efficace en français quand anglais. Questionnaire en annexe²

De plus, le choix de la population cible, limitée aux individus âgés de 20 à 30 ans, représente un autre biais potentiel. En effet, cela limite la généralisation des résultats à d'autres groupes d'âge. De plus, la taille de l'échantillon est relativement petite, ce qui peut également limiter la généralisabilité des résultats.

Il est aussi important de mentionner le biais de genre. Comme mentionné précédemment, la distribution du genre parmi les participants n'était pas équilibrée, avec seulement deux femmes sur 14 participants. Bien que des mesures aient été prises pour minimiser l'impact de cette disproportion, elle pourrait encore avoir une influence sur les résultats.

Le recours à une application spécifiquement conçue pour cette étude pourrait également introduire un biais. Par exemple, les participants peuvent ne pas être habitués à l'interface

utilisateur de l'application, ce qui peut affecter leur expérience et leur perception de l'état de flow.

Malgré ces biais potentiels, je crois que cette étude apporte une contribution importante à la compréhension de l'impact de l'environnement 3D sur l'état de flow en réalité virtuelle. Néanmoins, il serait bénéfique de reproduire cette étude avec une population plus large et plus diverse pour renforcer la validité des résultats.

4. Résultats et analyse

4.1 Analyse du sentiment d'être défié pendant une session en réalité virtuelle

Dans notre enquête visant à comprendre le sentiment de défi optimal dans un environnement d'apprentissage, une première analyse des données suggère que le choix de l'environnement peut ne pas avoir d'impact significatif sur le sentiment de défi des étudiants. Voici les deux questions qui vont nous permettre de répondre à l'hypothèse 2 : L'option "La possibilité de choisir leur environnement en VR accroît chez l'apprenant le sentiment de défi optimal parmi les apprenants.

Q1 : Avez-vous eu le sentiment d'être défié (challengé) de manière optimale ? Q11 : Avait-vous le sentiment qu'il y avait quelque chose d'important en jeu pour vous ?

Pour la Q1, pendant la phase où les étudiants avaient la possibilité de choisir leur environnement d'apprentissage, les réponses étaient mixtes, avec une distribution similaire lors de la phase sans choix d'environnement. Pour tester l'hypothèse que le choix de l'environnement influence le sentiment de défi, nous avons utilisé un test du Chi-carré. Avec 4 degrés de liberté, le Chi-carré calculé est de **2.01**, inférieur au Chi-carré théorique (**9.488**) pour un niveau de confiance de 95%. De plus, le calcul du V de Cramer donne une valeur de **0.268**, indiquant une faible association entre les variables.

Avez-vous eu le sentiment d'être défié(challenger) de manière optimale ?						
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	TOTAL
Pendant la phase avec choix de l'environ	2	3	3	2	4	14
Pendant la phase sans choix de l'environ	3	1	3	4	3	14

Pour la Q11, en examinant si le choix de l'environnement avait une influence sur le sentiment qu'il y avait quelque chose d'important en jeu, les résultats étaient également variés. Le Chi-carré calculé avec 4 degrés de liberté était de **2.929**, indiquant une différence qui pourrait aussi être attribuée au hasard. Le V de Cramer, en revanche, a indiqué une association de **0.323**, ce qui pourrait suggérer que le choix de l'environnement a une influence modérée sur le sentiment qu'il y a quelque chose d'important en jeu pour les étudiants.

11. Avait-vous le sentiment qu'il y avait quelque chose d'important en jeu pour vous ?						
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	
Pendant la phase avec choix de l'environ	1	3	2	5	3	
Pendant la phase sans choix de l'environ	1	1	5	3	4	

Selon nos résultats, l'hypothèse selon laquelle la possibilité de choisir leur environnement en réalité virtuelle accroîtrait le sentiment de défi optimal chez les apprenants ne peut être confirmée. En effet, le test du Chi-carré indique que les différences observées pourraient être attribuées au hasard et que l'association entre le choix de l'environnement et le sentiment de défi est faible.

Il semble donc que, bien que le choix de l'environnement en réalité virtuelle puisse sembler intuitivement influencer le sentiment de défi, nos données ne soutiennent pas cette hypothèse. Cela ne signifie pas nécessairement que le choix de l'environnement n'a aucun effet sur le sentiment de défi, mais plutôt que d'autres facteurs pourraient jouer un rôle plus significatif dans cette dynamique.

Variable	Question	χ^2	ddl	1-p	V de Cramer	Dépendance
H1	Q1	2.01	4	73.6%	0.268	Pas significative
	Q2	2.93	4	56.98%	0.323	Pas significative

En se basant sur les résultats obtenus à partir de l'analyse des réponses aux questions Q1 et Q11, nous pouvons conclure que notre hypothèse 1 stipulant que la possibilité de choisir son environnement en réalité virtuelle intensifie le sentiment de défi optimal chez l'apprenant, n'est pas confirmée.

4.2 Analyse de la conscience du temps pendant une session en réalité virtuelle

Pour la question numéro 3 du questionnaire Q3: 'Avez-vous remarqué le temps qui passait ?', nous allons commencer par procéder à un tri à plat : Pendant la phase où les étudiants avaient le choix de leur environnement d'apprentissage, nous avons constaté 1 réponse "Pas du tout d'accord", 3 réponses "Plutôt pas d'accord", 2 réponses "Ni d'accord, ni pas d'accord", 3 réponses "Plutôt d'accord" et 5 réponses "Tout à fait d'accord". Par ailleurs, pendant la phase sans choix d'environnement, les réponses étaient comme suit : 0 "Pas du tout d'accord", 3 "Plutôt pas d'accord", 4 "Ni d'accord, ni pas d'accord", 4 "Plutôt d'accord", et 3 "Tout à fait d'accord".

3. Avez-vous remarqué le temps qui passait ?						
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total
Pendant la phase avec choix de l'environnement	1	3	2	3	5	14
Pendant la phase sans choix de l'environnement	0	3	4	4	3	14

Bien que les réponses soient plutôt similaires, nous notons une différence intéressante : un étudiant a répondu "Pas du tout d'accord" pour avoir remarqué le temps qui passait durant la

phase avec le choix d'environnement. Cette observation s'aligne quelque peu avec notre hypothèse initiale.

Concernant le test statistique, le Chi-carré obtenu était **de 2.31** avec 4 degrés de liberté, ce qui est inférieur au Chi-carré théorique à 95% de niveau de confiance. Par ailleurs, le V de Cramer calculé était de **0.287**, indiquant un faible lien entre le choix de l'environnement et la perception du temps.

Cependant, compte tenu de la taille d'échantillon relativement petite et de l'association faible à modérée indiquée par le V de Cramer, nous ne pouvons pas confirmer définitivement l'hypothèse selon laquelle le choix de l'environnement d'apprentissage influence la perception du temps. Il se peut que d'autres facteurs non pris en compte dans cette étude aient également une influence sur la perception du temps des participants. l'hypothèse 2 (H2) n'est pas formellement validée à ce stade, mais ces résultats fournissent des indications intéressantes qui méritent d'être explorées plus en détail dans de futures recherches

Variable	Question	χ^2	ddl	1-p	V de Cramer	Dépendance
H2	Q3	2.01	4	73.6%	0.268	Pas significative

4.3 Analyse de la concentration durant une session en réalité virtuelle

En examinant la question numéro 4 du questionnaire Q4 : "Avez-vous eu du mal à vous concentrer ?", un panorama intéressant se dessine. Au cours de la phase de choix de l'environnement d'apprentissage, nous avons enregistré 6 réponses "Pas du tout d'accord", 1 réponse "Plutôt pas d'accord", 1 réponse "Ni d'accord, ni pas d'accord", 5 réponses "Plutôt d'accord" et 1 réponse "Tout à fait d'accord". De l'autre côté, lors de la phase sans choix d'environnement, les réponses ont été comme suit : 5 "Pas du tout d'accord", 1 "Plutôt pas d'accord", 2 "Ni d'accord, ni pas d'accord" et 6 "Plutôt d'accord".

4. Avez-vous eu du mal à vous concentrer ?						
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total
Pendant la phase avec choix de l'environnement	6	1	1	5	1	14
Pendant la phase sans choix de l'environnement	5	1	2	6	0	14

Une analyse des réponses indique une répartition assez équilibrée entre les différents degrés d'accord. On note que la capacité à se concentrer ne semble pas varier de manière significative en fonction de la possibilité de choisir son environnement d'apprentissage. En

effet, le nombre de réponses "Plutôt d'accord" est presque le même dans les deux contextes : 5 réponses lors de la phase avec choix et 6 lors de la phase sans choix. Ces observations ne viennent pas spécialement confirmer notre hypothèse de départ selon laquelle la liberté de choisir son environnement d'apprentissage influencerait la concentration des participants.

Concernant l'aspect statistique, le Chi-carré obtenu était **de 1.515** avec 4 degrés de liberté, ce qui est moindre que le Chi-carré critique à un niveau de confiance de 95%. De plus, le V de Cramer s'est avéré être de **0.233**, signifiant un faible lien entre le choix de l'environnement et la capacité de concentration.

Toutefois, l'échantillon de petite taille et le lien faible mis en évidence par le V de Cramer ne nous permettent pas de valider de manière définitive l'hypothèse 3 selon laquelle le choix de l'environnement d'apprentissage impacte la concentration des participants. D'autres facteurs non abordés dans cette étude pourraient également avoir une incidence sur la concentration des participants.

Variable	Question	χ^2	ddl	1-p	V de Cramer	Dépendance
H3	Q4	1.515	4	82.4%	0.233	Pas significative

4.4 Analyse de l'immersion durant une session en réalité virtuelle

En nous basant sur les réponses aux questions Q5, Q6 et Q10, nous avons analysé les retours des participants pendant les phases d'apprentissage avec et sans choix de l'environnement.

Pour la question Q5 : 'Est-ce que votre esprit était totalement dégagé ?', pendant la phase où les participants pouvaient choisir leur environnement, les réponses se sont réparties comme suit : 1 participants était "Pas du tout d'accord", 1 était "Plutôt pas d'accord", 3 étaient "Ni d'accord, ni pas d'accord", 5 étaient "Plutôt d'accord" et 4 étaient "Tout à fait d'accord". Sans le choix d'environnement, les réponses étaient : 1 "Pas du tout d'accord", 1 "Plutôt pas d'accord", 4 "Ni d'accord, ni pas d'accord", 6 "Plutôt d'accord" et 2 "Tout à fait d'accord".

5.Est-ce que votre esprit était totalement dégagé ?						
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total
Pendant la phase avec choix de l'environnement	1	1	3	5	4	14
Pendant la phase sans choix de l'environnement	1	1	4	6	2	14

Pour la question Q6 : 'Étiez-vous totalement absorbé par ce que vous faisiez ?', lors de la phase avec choix, nous avons recueilli : 1 "Ni d'accord, ni pas d'accord", 6 "Plutôt d'accord" et 5 "Tout à fait d'accord". En phase sans choix, les réponses étaient : 1 "Pas du tout d'accord", 1 "Plutôt pas d'accord", 1 "Ni d'accord, ni pas d'accord", 4 "Plutôt d'accord" et 7 "Tout à fait d'accord".

6. Étiez-vous totalement absorbé par ce que vous faisiez ?							
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total	
Pendant la phase avec choix de l'environnement	0	0	1	6	7	14	
Pendant la phase sans choix de l'environnement	1	1	1	4	7	14	

Enfin, pour la question Q10 : 'Est-ce que vous aviez une sensation de contrôle ?', en phase avec choix : 2 participants n'étaient "Pas du tout d'accord", 2 étaient "Plutôt pas d'accord", 3 étaient "Ni d'accord, ni pas d'accord", 4 étaient "Plutôt d'accord" et 3 étaient "Tout à fait d'accord". Sans choix : 2 "Pas du tout d'accord", 1 "Plutôt pas d'accord", 4 "Ni d'accord, ni pas d'accord", 4 "Plutôt d'accord" et 3 "Tout à fait d'accord".

10. Avez-vous complètement oublié votre présence ?							
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total	
Pendant la phase avec choix de l'environnement	2	2	3	4	3	14	
Pendant la phase sans choix de l'environnement	2	1	4	4	3	14	

Malgré une certaine homogénéité des résultats dans l'ensemble pour les deux phases, révélée par le tri à plat, nous observons un léger accord plus marqué concernant les affirmations des questions 5 et 6 durant la **phase avec choix de l'environnement**. Ceci pourrait indiquer une efficacité légèrement supérieure de cette phase pour instiller le sentiment d'être immergé.

Mais après avoir effectué le test du Chi-carré pour chaque question, nous avons obtenu les valeurs suivantes : 0.9 pour la Q5, 2.4 pour la Q6, et 0.476 pour la Q10, toutes avec 4 degrés de liberté. Ces résultats sont inférieurs aux valeurs théoriques du Chi-carré à un niveau de confiance de 95%, ce qui suggère que les différences observées pourraient être dues au hasard.

Nous avons calculé le V de Cramer pour évaluer l'association entre le choix de l'environnement et les réponses aux questions. Les valeurs obtenues ont été de 0.179 pour la Q5, 0.293 pour la Q6, et 0.13 pour la Q10, indiquant une association très faible.

Les données recueillies et les tests statistiques effectués rendent difficile l'assertion de notre hypothèse initiale qui stipulait que le choix de l'environnement en VR favorise une meilleure immersion des participants dans l'activité d'apprentissage. Cependant, ces résultats

n'excluent pas cette possibilité. Ils mettent en avant le besoin de poursuivre les recherches dans cette direction, peut-être avec une méthodologie plus diversifiée et un échantillon plus large pour renforcer la fiabilité des résultats.

Sur l'analyse des questions 5, 6 et 10 liées à l'hypothèse 4, les résultats sont nuancés et ne permettent pas d'affirmer ou d'infirmer de manière catégorique l'hypothèse selon laquelle le choix de l'environnement en VR améliore l'immersion des apprenants. Une tendance peut être observée avec une légère inclinaison des réponses vers l'accord avec les affirmations pendant la phase où les participants avaient le choix de leur environnement. Cependant, ces différences ne sont pas suffisantes pour être statistiquement significatives.

Variable	Question	χ^2	ddl	1-p	V de Cramer	Dépendance
H4	Q5	0.9	4	92.45%	0.179	Pas significative
	Q6	2.4	4	76.2%	0.293	Pas significative
	Q10	0.476	4	97.58%	0.13	Pas significative

4.5 Analyse du sentiment accru de maîtrise du processus durant une session en réalité virtuelle

L'analyse des retours des participants suite à l'expérimentation de phases d'apprentissage avec et sans choix de l'environnement, a été basée sur leurs réponses aux questions Q7, Q8 et Q11.

Abordant la question Q7 : Les bonnes pensées/mouvements vous sont-ils venus automatiquement ?, lors de l'apprentissage dans un environnement de leur choix, les participants ont répondu comme suit : 1 participants étaient "Pas du tout d'accord", 2 étaient "Plutôt pas d'accord", 2 étaient "Ni d'accord, ni pas d'accord", 6 étaient "Plutôt d'accord" et 3 étaient "Tout à fait d'accord". Sans la liberté de choisir leur environnement, nous avons exactement la même répartition de réponse : 1 participants étaient "Pas du tout d'accord", 2 étaient "Plutôt pas d'accord", 2 étaient "Ni d'accord, ni pas d'accord", 6 étaient "Plutôt d'accord" et 3 étaient "Tout à fait d'accord".

7. Les bonnes pensées/mouvements vous sont-ils venus automatiquement ?							
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total	
Pendant la phase avec choix de l'environnement	1	2	2	6	3	14	
Pendant la phase sans choix de l'environnement	1	2	2	6	3	14	

Pour la question Q8 : Saviez-vous à chaque étape ce que vous aviez à faire ? ', lors de la phase avec choix, nous avons recueilli : 1 "Pas du tout d'accord", 3 "Plutôt pas d'accord", 4 "Plutôt d'accord" et 6 "Tout à fait d'accord". En phase sans choix, les réponses étaient : 4 "Plutôt pas d'accord", 3 "Plutôt d'accord" et 7 "Tout à fait d'accord".

8. Saviez-vous à chaque étape ce que vous aviez à faire ?							
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total	
Pendant la phase avec choix de l'environ	1	3	0	4	6	14	
Pendant la phase sans choix de l'environ	0	4	0	3	7	14	

Enfin, pour la question Q9 : Aviez-vous le sentiment de maîtriser le processus ?', en phase avec choix : 2 étaient "Plutôt pas d'accord", 1 était "Ni d'accord, ni pas d'accord", 4 étaient "Plutôt d'accord" et 7 étaient "Tout à fait d'accord". Sans choix : 2 "Plutôt pas d'accord", 3 "Ni d'accord, ni pas d'accord", 4 "Plutôt d'accord" et 5 "Tout à fait d'accord".

9. Aviez-vous le sentiment de maîtriser le processus ?							
	Pas du tout d'accord	Plutôt pas d'accord	Ni d'accord, ni pas d'accord	Plutôt d'accord	Tout à fait d'accord	Total	
Pendant la phase avec choix de l'environ	0	2	1	4	7	14	
Pendant la phase sans choix de l'environ	0	2	3	4	5	14	

En analysant les réponses, nous constatons une distribution assez uniforme des réponses pour les deux phases. Pour la question Q7, nous remarquons le même nombre de réponses pour chaque option, ce qui est extrêmement rare. Pour la question Q9, une légère différence apparaît qui met en lumière une concordance entre la phase avec choix et le sentiment de maîtrise du processus. Cependant, en contradiction avec la question Q8, lors de la phase sans choix, les participants semblent être légèrement plus en accord avec le fait de ne pas savoir ce qu'ils avaient à faire.

Cependant, après avoir effectué le test du Chi-carré pour chaque question, nous avons obtenu les valeurs suivantes : 0 pour la Q7 ce qui est normal dû au fait qu'il y a exactement la même répartition de réponse entre les deux phase. 1.363 pour la Q8, et 1.333 pour la Q9, avec un degrés de liberté de 4 pour Q7 et 3 pour Q8 et Q9. Ces résultats sont inférieurs aux valeurs théoriques du Chi-carré à un niveau de confiance de 95%, ce qui suggère que les différences observées pourraient être dues au hasard.

Nous avons calculé le V de Cramer pour évaluer l'association entre le choix de l'environnement et les réponses aux questions. Les valeurs obtenues ont été de 0 pour la Q7, 0.221 pour la Q8, et 0.218 pour la Q9, indiquant une association très faible. Les données recueillies et les tests statistiques effectués rendent difficile l'assertion de notre hypothèse

initiale qui stipulait que le choix de l'environnement en VR favorise une meilleure immersion des participants dans l'activité d'apprentissage. Cependant, ces résultats n'excluent pas cette possibilité.

Pour conclure sur l'analyse des questions 7, 8 et 9 liées à l'hypothèse 6, les résultats sont nuancés et même parfois contradictoire, ils ne permettent pas d'affirmer ou d'infirmer de manière catégorique l'hypothèse selon laquelle le choix de l'environnement en VR améliore l'immersion des apprenants. Une tendance peut être observée avec une légère inclinaison des réponses vers l'accord avec les affirmations Q9 pendant la phase où les participants avaient le choix de leur environnement mais rentre en contradiction avec Q8 qui nous montre un tendance inverse. Cependant, ces différences ne sont pas suffisantes pour être statistiquement significatives.

Variable	Question	χ^2	ddl	1-p	V de Cramer	Dépendance
H5	Q7	0	4	100%	0	Pas significative
	Q8	1.363	3	71.43%	0.221	Pas significative
	Q9	1.333	3	72.12%	0.218	Pas significative

Tableau de l'ensemble des résultats obtenue :

Variable	Question	χ^2	ddl	1-p	V de Cramer	Dépendance
H1	Q1	2.01	4	73.6%	0.268	Pas significative
	Q2	2.93	4	56.98%	0.323	Pas significative
H2	Q3	2.01	4	73.6%	0.268	Pas significative
H3	Q4	1.515	4	82.4%	0.233	Pas significative
H4	Q5	0.9	4	92.45%	0.179	Pas significative
	Q6	2.4	4	76.2%	0.293	Pas significative
	Q10	0.476	4	97.58%	0.13	Pas significative
H5	Q7	0	4	100%	0	Pas significative
	Q8	1.363	3	71.43%	0.221	Pas significative
	Q9	1.333	3	72.12%	0.218	Pas significative

4.6 Discussion

D'après les résultats obtenus à travers les différentes analyses, il semble que la possibilité de choisir son environnement d'apprentissage en réalité virtuelle n'a pas d'impact significatif sur le niveau de concentration, d'immersion et le sentiment de maîtrise du processus de la part des participants. En effet, les variations observées dans les réponses aux différentes questions du questionnaire ne sont pas suffisamment significatives pour confirmer les hypothèses initiales.

Malgré une légère tendance observée vers un meilleur niveau d'immersion et un sentiment accru de maîtrise du processus lors des phases où les participants avaient le choix de leur environnement, ces différences n'ont pas été statistiquement significatives.

De plus, les résultats du test du Chi-carré et les faibles valeurs du V de Cramer pour chaque question indiquent une faible association entre le choix de l'environnement d'apprentissage et les facteurs analysés.

Ces résultats soulignent la complexité de l'impact de l'environnement d'apprentissage sur l'expérience d'apprentissage des participants en réalité virtuelle et indiquent la nécessité d'études plus approfondies et plus diversifiées sur cette question, notamment avec des échantillons de taille plus grande pour améliorer la fiabilité des résultats.

5. Conclusion

Dans cette étude, je me suis intéressé à l'influence du choix de l'environnement d'apprentissage en réalité virtuelle sur la concentration, l'immersion et le sentiment de maîtrise du processus d'apprentissage. Malgré mes attentes initiales, mes résultats n'ont pas montré de différences significatives entre les participants ayant la possibilité de choisir leur environnement d'apprentissage et ceux n'ayant pas cette liberté.

Un aspect limitatif de mon étude est l'absence de mesures objectives des acquis d'apprentissage. À l'avenir, l'ajout d'un questionnaire portant sur les concepts abordés pendant la session en réalité virtuelle pourrait fournir une mesure plus directe de l'efficacité de l'apprentissage. Cette approche permettrait de calculer des moyennes et d'établir une efficacité moyenne pour les deux phases, avec ou sans choix de l'environnement. Cela pourrait révéler des différences qui ne sont pas perceptibles à travers les mesures d'auto-évaluation de la concentration, de l'immersion et du sentiment de maîtrise du processus.

Mon travail de recherche a ouvert de nouvelles pistes d'investigation sur l'expérience d'apprentissage en réalité virtuelle. Il met en évidence le besoin d'une compréhension plus approfondie des facteurs qui influencent l'immersion, la concentration et le sentiment de maîtrise du processus d'apprentissage dans ce contexte spécifique. J'espère que mon travail stimulera d'autres recherches dans ce domaine en pleine expansion.

Par rapport aux recherches précédentes, mes résultats sont surprenants, car plusieurs études avaient démontré un impact significatif du choix de l'environnement sur l'expérience d'apprentissage. Cette divergence pourrait s'expliquer par la présence de certains biais dans mon étude, par exemple, le nombre restreint de participants. De plus, le type de tâche d'apprentissage ou les caractéristiques individuelles des apprenants, qui n'ont pas été pris en compte dans mon étude, pourraient également influencer l'impact du choix de l'environnement. Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches dans ce domaine pour mieux comprendre ces divergences et éventuellement ajuster les méthodologies futures pour minimiser ces biais potentiels.

En conclusion, malgré l'absence de résultats escomptés, l'exploration de l'impact des environnements d'apprentissage en réalité virtuelle sur l'expérience d'apprentissage reste une source d'opportunités inestimables. La réalité virtuelle continue de se développer et de s'intégrer à nos méthodes d'apprentissage, offrant des possibilités uniques pour transformer l'éducation.

Cependant, il est devenu évident qu'une compréhension précise de son utilisation efficace, qui constitue un défi majeur pour la recherche future, nécessiterait de répéter cette étude avec un échantillon de participants plus grand, plus diversifié et plus aléatoire. De plus, pour mieux évaluer l'impact du choix de l'environnement, il serait judicieux de définir deux groupes distincts : un groupe avec le choix de l'environnement et un autre sans.

Comprendre ces nuances demande du temps, de la patience et une méthodologie rigoureuse, mais les bénéfices potentiels pour le domaine de l'éducation justifient cet effort.

6. Référence

¹Karsenti, T., & Bugmann, J. (2016). Soutenir la motivation des participants aux MOOC : quels rôles pour la ludification, la mobilité et l'aspect social ? *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 13(3), 133 -149. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2016-v13n23-09>

Bozec, Y. (2017). *L'apprentissage à travers la réalité virtuelle. État de l'art 2017*. Rapport. Futuroscope : Canopé.

CsikszentMihályi M. (1997), *Finding flow*.

Bailenson, J. N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A. C., Lundblad, N., & Jin, M. C. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences : Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *The Journal of the Learning Sciences*, 17(1), 102-141. <https://doi.org/10.1080/10508400701793141>

Baydaş, Ö. (2015). Retention and flow under guided and unguided learning experience in 3D virtual worlds. *giresun*.
https://www.academia.edu/10428962/Retention_and_flow_under_guided_and_unguided_learning_experience_in_3D_virtual_worlds

Beck, L. (1992). Csikszentmihalyi, Mihaly. (1990). Flow : The Psychology of Optimal Experience. *Journal of Leisure Research*, 24(1), 93-94.
<https://doi.org/10.1080/00222216.1992.11969876>

Csikszentmihalyi, M. (1990). Flow : The Psychology of Optimal Experience. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/224927532_Flow_The_Psychology_of_Optimal_Experience

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The « What » and « Why » of Goal Pursuits : Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
https://doi.org/10.1207/s15327965pli1104_01

Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning. *Science*, 323(5910), 66-69. <https://doi.org/10.1126/science.1167311>

Engeser, S., & Rheinberg, F. (2008). Flow, performance and moderators of challenge-skill balance. *Motivation and Emotion*, 32(3), 158-172. <https://doi.org/10.1007/s11031-008-9102-4>

Jicol, C., Clarke, C., Tor, E., Dakin, R. M., Lancaster, T. C., Chang, S. T., Petrini, K., O'Neill, E., Proulx, M. J., & Lutteroth, C. (2023). *Realism and Field of View Affect Presence in VR but Not the Way You Think*. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581448>

Huang, H., Rauch, U., & Liaw, S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments : Based on a constructivist approach. *Computers & education*, 55(3), 1171-1182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.014>

Iyengar, S. S., & Lepper, M. R. (2000). When choice is demotivating : Can one desire too much of a good thing ? *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(6), 995-1006.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.79.6.995>

Kalay, Y. E. (2004). *Virtual learning environments*. <https://www.itcon.org/2004/13>

- Kluge, S., & Riley, L. (2008). Teaching in Virtual Worlds : Opportunities and Challenges. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 5, 127-135.
<https://doi.org/10.28945/1000>
- Polka, W. (2001). Facilitating the transition from teacher centered to student centered instruction at the university level via constructivist principles and customized learning plans. *Educational Planning* 13(3), 55-61.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education : A meta-analysis. *Computers & education*, 70, 29-40.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>
- Mikropoulos, T. and Natsis, A. (2011) Educational Virtual Environments: A Ten-Year Review of Empirical Research (1999-2009). *Computers & Education*, 56, 769-780.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020>
- Patall, E. A., Cooper, H., & Robinson, J. C. (2008). The effects of choice on intrinsic motivation and related outcomes : A meta-analysis of research findings. *Psychological Bulletin*, 134(2), 270-300. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.2.270>
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE) : Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence : Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603-616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality : Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1992.tb00812.x>
- Thouvenin, I., & Lelong, R. (2020). *La réalité virtuelle démystifiée : Principe - Interfaces - Applications - Perspectives*.

Annexe

Résultats au questionnaire FSS²

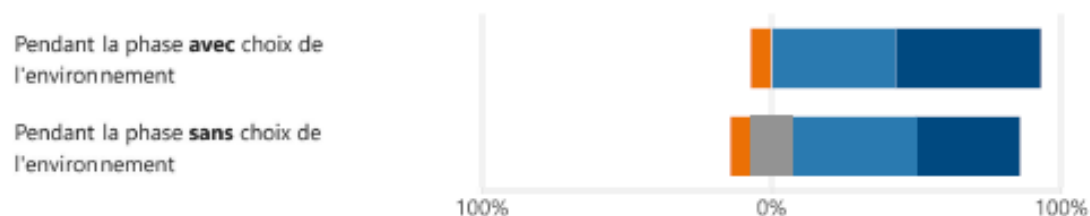
1. Avez-vous eu le sentiment d'être défié(chellanger) de manière optimale ?

■ Pas du tout d'accord ■ Plutôt pas d'accord ■ Ni d'accord, ni pas d'accord ■ Plutôt d'accord ■ Tout à fait d'accord

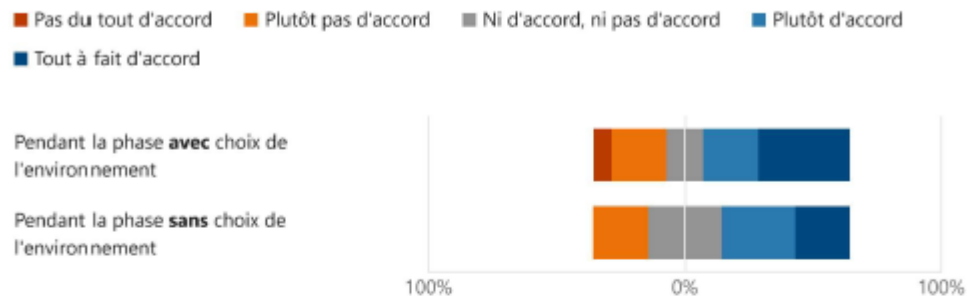


2. Vos pensées ou activités se sont-elles déroulées de manière fluide et sans accroc ?

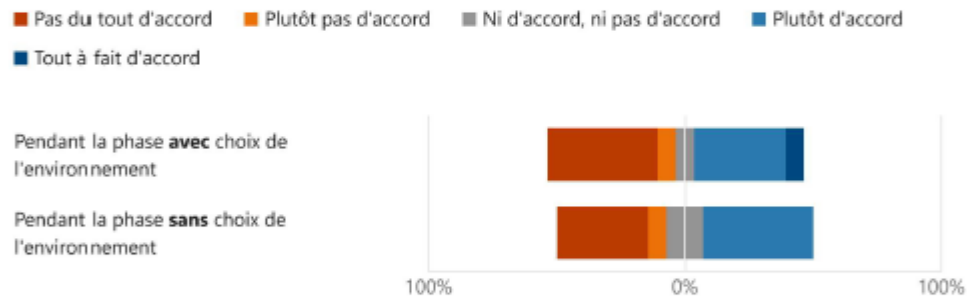
■ Pas du tout d'accord ■ Plutôt pas d'accord ■ Ni d'accord, ni pas d'accord ■ Plutôt d'accord ■ Tout à fait d'accord



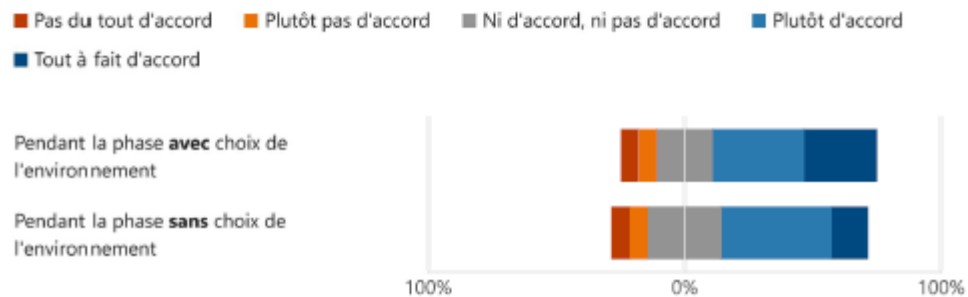
3. Avez-vous remarqué le temps qui passait ?



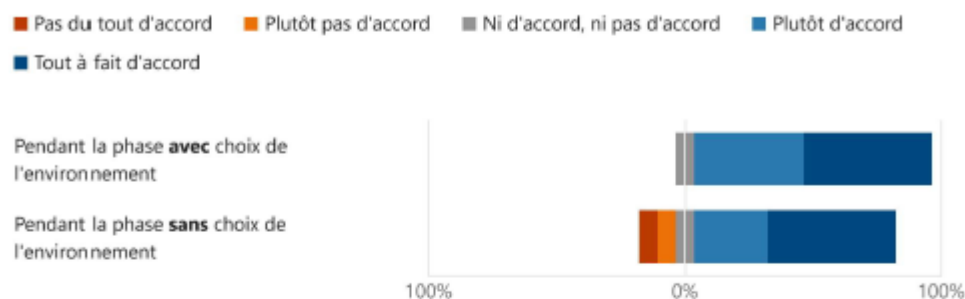
4. Avez-vous eu du mal à vous concentrer ?



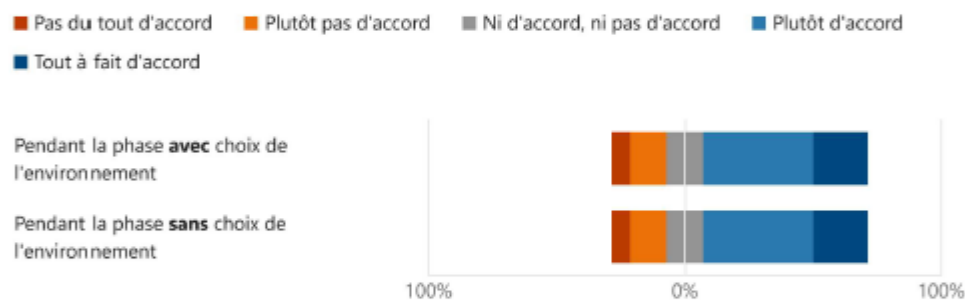
5. Est-ce que votre esprit était totalement dégagé ?



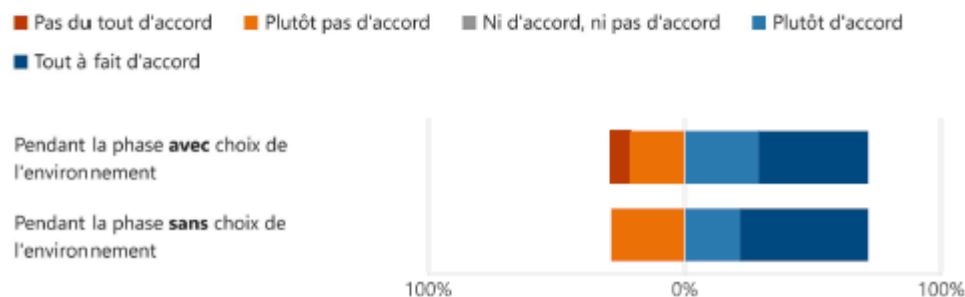
6. Étiez-vous totalement absorbé par ce que vous faisiez ?



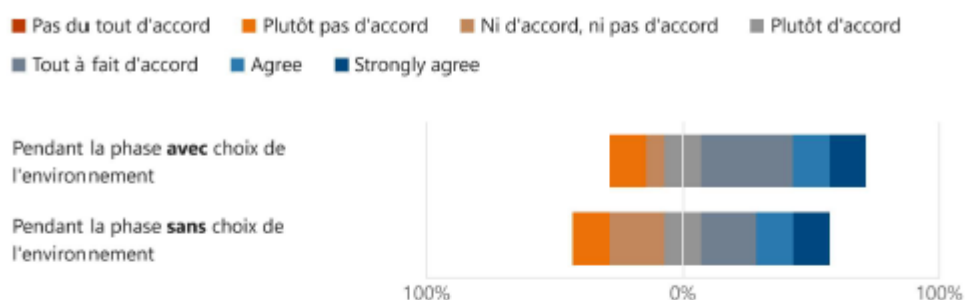
7. Les bonnes pensées/mouvements vous sont-ils venus automatiquement ?



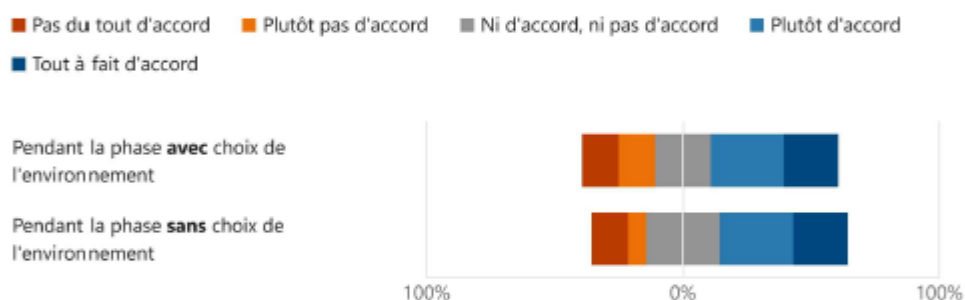
8. Saviez-vous à chaque étape ce que vous aviez à faire ?



9. Aviez-vous le sentiment de maîtriser le processus ?



10. Avez-vous complètement oublié votre présence ?



11. Avait-vous le sentiment qu'il y avait quelque chose d'important en jeu pour vous ?

