

Classification des types de jeux en fonction des facteurs de jeu en réalité virtuelle impactant le plus la cinétose du joueur.

Barnabé Parisien
Cesi Ecole d'ingénieur
France

Baptiste Sanahuges
Cesi Ecole d'ingénieur
France

Mattéo Coffin
Cesi Ecole d'ingénieur
France

Nicolas Mazy
Cesi Ecole d'ingénieur
France

Abstract—This article presents a scientific review focusing on the classification of virtual reality gameplay types according to the gameplay factors that have the greatest impact on player kinetosis. The authors conducted an in-depth study using homogeneous samples of neutral gamers and evaluating variables such as the intensity of vertical and horizontal movements, the frequency of perspective changes, as well as kinetosis symptoms such as nausea, disorientation, dizziness, fatigue and blurred vision.

The results showed that moving simulators, such as sports games and motion simulators, had a significant impact on gamers' kinetosis. Role-playing games and shooting games were also associated with kinetosis symptoms, but to a lesser extent. Variables related to visual, physical and mental fatigue were also identified as important factors in measuring kinetosis in gamers.

These results support the hypothesis that games with fast, dry and repetitive camera movements, as well as moving simulators, have a greater impact on gamers' kinetosis. By following up an experiment with a neutral sample of people in the same environment, this deeper understanding of the impact of different types of games on kinetosis will help guide the development of safer virtual reality games that are better adapted to different gamer profiles.

This scientific review contributes to the classification of the factors in virtual reality games that most influence player kinetosis. This information is essential for improving virtual reality experiences, minimising the undesirable effects of kinetosis and providing more comfortable and enjoyable gaming environments for all players.

Index Terms—Réalité virtuelle, Cinétose, Motion Sickness, MOSKIT, VMSSQ, Jeux vidéo, VR

I. INTRODUCTION

La réalité virtuelle (VR) a connu une popularité croissante ces dernières années, offrant une expérience immersive qui transporte les utilisateurs dans des mondes virtuels de simulations ou de jeux. Les casques VR permettent aux joueurs de vivre des expériences visuelles et sensorielles totalement nouvelles, offrant un potentiel immense pour les jeux vidéo et d'autres domaines d'application. Cependant, avec cette immersion accrue vient également un défi de taille : la cinétose, communément appelée "mal des transports virtuel".

La cinétose se manifeste par des symptômes tels que des nausées, des étourdissements, des vertiges et une sensation générale de malaise. Elle est induite par des conflits sensoriels entre les informations visuelles fournies par la réalité virtuelle

et les sensations physiques du corps. Lorsque les signaux visuels indiquent un mouvement alors que le corps est immobile, cela crée une discordance sensorielle qui peut perturber l'équilibre naturel de l'organisme et déclencher la cinétose.

Dans le contexte de la réalité virtuelle et de l'utilisation de casque VR, la cinétose est une préoccupation majeure qui limite l'expérience utilisateur et peut même entraîner une aversion pour l'utilisation de la réalité virtuelle. Comprendre les facteurs qui contribuent à la cinétose est donc essentiel pour améliorer l'acceptation et l'expérience utilisateur des casques VR.

En s'appuyant sur une approche multidisciplinaire, cette revue scientifique analysera les études existantes sur la cinétose en réalité virtuelle, en mettant l'accent sur les résultats obtenus pour différents types de jeux. Nous aborderons également les mécanismes physiologiques sous-jacents à la cinétose et son impact en fonction de différents type de jeux.

La classification des types de jeux en réalité virtuelle en fonction de l'impact de la cinétose sur le joueur revêt une importance cruciale pour les développeurs de jeux et les concepteurs de casques VR. Une meilleure compréhension des facteurs influençant la survenue de la cinétose permettra de développer des stratégies visant à minimiser ces effets indésirables et à améliorer l'expérience des utilisateurs de la réalité virtuelle.

Dans cette étude nous allons utiliser un échantillon de 100 personnes qui vont tester différents jeux pour déterminer les facteurs impactant la cinétose afin de pouvoir les classer : les simulateurs de tir, jeux de rôle, les simulateurs de stratégie, les simulateurs de combat, les simulateurs de sport, les simulateurs automobile, les simulateurs de vol et les jeux de rythme. En suivant ces facteurs et les résultats obtenus grâce aux deux méthodes de mesure de la cinétose nous pouvons classer les types de jeux en réalité virtuelle. Cette étude propose une approche novatrice pour classer les types de jeux en réalité virtuelle en fonction de l'impact de la cinétose sur le joueur. En fournissant des informations précieuses sur les jeux susceptibles de provoquer la cinétose, cette recherche contribuera à l'amélioration des expériences en réalité virtuelle et à une utilisation plus sûre et agréable de cette technologie émergente.

II. ÉTAT DE L'ART

On estime le nombre de d'utilisateur VR de plus de 130 millions de personnes, ce marché est en constante augmentation. Un des problèmes rencontrés lors de l'utilisation des casques VR est la cinétose, également connue sous le nom de mal des transports virtuel. Garantir une bonne expérience au nouveaux utilisateurs est donc un objectif primordial pour toutes personnes voulant commencer la réalité virtuelle. De nombreuses études ont été menées pour comprendre les effets et les facteurs contribuant à la cinétose en réalité virtuelle.

A. Résultats et discussion

Une approche couramment utilisée consiste à évaluer la cinétose à l'aide de questionnaires spécifiques, tels que le Questionnaire de susceptibilité à la cinétose induite visuellement (VIMSSQ) [8] [6] [3] [2], le Virtual Reality Sickness Questionnaire (VRSQ) [11] ou une plateforme d'analyse du mal des transports pour les contenus de jeux en réalité virtuelle (MOSKIT) [12]. Ces questionnaires permettent de recueillir des informations subjectives sur l'intensité des symptômes de cinétose ressentis par les utilisateurs.

L'une des dimensions étudiées est la corrélation entre les caractéristiques du jeu en réalité virtuelle et l'apparition de la cinétose. Certains jeux impliquent des mouvements rapides, des rotations ou des déplacements virtuels qui peuvent perturber l'équilibre sensoriel des utilisateurs. Des recherches ont montré que les jeux avec une forte intensité de mouvement, des changements de perspective fréquents ou des rotations sur plusieurs axes sont plus susceptibles de provoquer la cinétose [5].

Parallèlement aux caractéristiques du jeu, les facteurs individuels peuvent également influencer la sensibilité d'un joueur à la cinétose en réalité virtuelle [15]. Des études ont suggéré que des facteurs tels que l'âge, le sexe, l'expérience préalable en réalité virtuelle, la susceptibilité aux nausées dans les environnements réels ou les problèmes d'équilibre peuvent jouer un rôle dans la prédisposition à la cinétose en réalité virtuelle [14] [8] [11] [9] [14].

Une autre approche pour classer les types de jeux en fonction de l'impact de la cinétose consiste à mesurer les réponses physiologiques des utilisateurs pendant le jeu. Des études ont utilisé des mesures telles que la fréquence cardiaque [9], la conductance de la peau ou le mouvement oculaire [3] [10] pour évaluer la réaction du corps face à des stimuli provoquant la cinétose. Ces mesures objectives permettent d'obtenir des indications supplémentaires sur l'impact spécifique d'un jeu sur la physiologie de l'utilisateur.

De plus de nombreuses études se basent sur les simulateurs de conduite. Affirmant l'importance des comportements réalistes pour réduire le risque de cinétose. Les principales interfaces sensorielles, telles que la vision, le mouvement, le toucher-kinesthésique et le son, sont décrites en détail [1], en mettant notamment l'accent sur la restitution du mouvement longitudinal et ses conséquences sur le comportement de freinage [13].

En outre, une autre étude a corroboré le fait que les femmes seraient plus susceptibles d'avoir le mal des transports en jouant à des jeux vidéo VR [7]. La recherche a été menée pendant la pandémie de coronavirus, ce qui a limité la taille de l'échantillon pour les expériences en laboratoire. La thèse conclut que l'industrie du jeu devrait utiliser des techniques de conception de jeu plus sensibles pour atténuer le mal des transports chez les joueurs et ainsi offrir une meilleure expérience de jeu.

B. Discussion

Dans notre recherche, nous avons identifié plusieurs méthodes qui visent à réduire l'impact de la cinétose lors de l'utilisation de jeux VR, notamment ceux de type simulation de voiture. L'une de ces approches consiste à modifier les paramètres de mouvement du jeu, tels que la vitesse, l'accélération et les virages brusques, afin de réduire les stimuli sensoriels susceptibles de déclencher la cinétose. Des études ont montré que des ajustements judicieux de ces paramètres peuvent réduire considérablement l'incidence de la cinétose chez les joueurs.

Une autre approche consiste à intégrer des éléments visuels ou sonores spécifiques pour aider à atténuer les symptômes de la cinétose. Par exemple, l'utilisation de points de repère fixes dans le paysage virtuel peut aider à stabiliser la perception de mouvement du joueur et à réduire les sensations de désorientation. De même, l'ajout de sons ambiants ou de musique apaisante peut contribuer à créer une expérience plus immersive et agréable, ce qui peut aider à diminuer les symptômes de la cinétose.

Cependant, malgré ces avancées, plusieurs problèmes persistent dans la classification des types de jeux en fonction de leur impact sur la cinétose. Tout d'abord, il existe une variabilité individuelle considérable dans la sensibilité à la cinétose, ce qui rend difficile l'établissement de critères universels de classification. De plus, les facteurs contribuant à la cinétose peuvent être multifactoriels et interdépendants, ce qui rend complexe l'identification de relations claires entre les caractéristiques du jeu et l'incidence de la cinétose.

La problématique de la classification des types de jeux en réalité virtuelle en fonction de l'impact de la cinétose sur le joueur est donc un sujet d'intérêt croissant dans le domaine de la réalité virtuelle.

C. Limites de l'étude et recherches futures

Malgré les avancées réalisées dans notre état de l'art sur la classification des types de jeux en réalité virtuelle en fonction de l'impact de la cinétose sur le joueur, certaines limites et des pistes de recherche futures demeurent.

L'une des principales limites de notre étude réside dans la variabilité individuelle de la sensibilité à la cinétose. Chaque individu peut réagir différemment aux stimuli susceptibles de déclencher la cinétose, ce qui rend difficile l'établissement de critères universels de classification. Des

recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les facteurs individuels qui influencent la sensibilité à la cinétose et pour développer des approches de classification personnalisées en tenant compte de ces différences.

Une autre limite concerne la disponibilité de données appropriées et suffisantes. Bien que nous ayons examiné un large éventail d'études et d'articles scientifiques, il est possible que des données spécifiques à certains types de jeux en réalité virtuelle et à leur impact sur la cinétose aient été manquantes. Des études plus approfondies et des ensembles de données plus complets pourraient fournir des informations plus précises et fiables pour une classification plus précise des jeux.

En ce qui concerne les recherches futures, il serait intéressant d'explorer plus en détail les techniques de réduction de la cinétose spécifiques à chaque type de jeu en réalité virtuelle. Certaines approches peuvent être plus efficaces pour certains types de jeux, tandis que d'autres peuvent être moins adaptées. Une analyse comparative approfondie des différentes techniques de réduction de la cinétose en fonction des caractéristiques spécifiques de chaque type de jeu pourrait permettre de développer des recommandations plus précises et ciblées.

Parallèlement, il serait également pertinent d'étudier l'impact des facteurs préalables à l'expérience de jeu sur la cinétose. Des recherches sur les étapes précédant l'utilisation de la réalité virtuelle, telles que la période de repos, l'alimentation ou l'environnement dans lequel le joueur se trouve, pourraient fournir des informations supplémentaires sur les moyens d'atténuer l'impact de la cinétose. Une compréhension approfondie de ces facteurs pourrait aider à développer des recommandations préalables à l'expérience de jeu pour minimiser l'incidence de la cinétose.

D. Conclusion

Bien que notre état de l'art ait permis d'identifier des approches et des méthodes pour aborder la problématique de la classification des types de jeux en réalité virtuelle en fonction de l'impact de la cinétose sur le joueur, certaines limites persistent. Les recherches futures devraient se concentrer sur la compréhension des facteurs individuels, l'analyse comparative des techniques de réduction de la cinétose adaptées à chaque type de jeu et l'étude des facteurs préalables à l'expérience de jeu. Ces efforts contribueront à améliorer la classification et à optimiser l'expérience des joueurs en réalité virtuelle en réduisant les symptômes de la cinétose.

III. MÉTHODOLOGIE

A. Hypothèses

Dans l'état de l'art nous avons vu plusieurs méthodes de mesure de la cinétose, plusieurs facteurs permettent de déterminer le niveau de cinétose du joueur.

Hypothèse 1 : Les jeux avec des mouvements de caméra

rapides, secs et répétitifs ont plus d'impact sur la cinétose des joueurs.

Des mouvements rapides, secs et répétitifs dans un environnement virtuel peut entraîner plusieurs facteurs intervenant sur la cinétose tels que la fatigue, des vertiges ou des maux de tête, suivant l'effort. Comme mentionné précédemment dans l'état de l'art les jeux avec une forte intensité de mouvement, des changements de perspective fréquents ou des rotations sur plusieurs axes sont plus susceptibles de provoquer la cinétose [5].

Hypothèse 2 : Les simulateurs mouvant, dans lesquels le joueur doit se déplacer ont plus d'impact sur la cinétose des joueurs.

Le fait que le joueur doive se placer dans le monde réel risque un décalage entre les gestes fait et l'image des gestes, il peut y avoir un décalage entre ce que le joueur fait comme mouvement et ce qu'il voit. Comme mentionné précédemment dans l'état de l'art les caractéristiques oculomotrices des individus exposés à des environnements virtuels en mouvement provoquent le mal des transports induit par la réalité virtuelle [4].

Hypothèse 3 : La fatigue, visuelle, physique ou mentale est le paramètre le plus important dans la mesure de la cinétose chez le joueur.

Dans la continuité des hypothèses suivantes, le facteur de fatigue est, pour nous, l'un des plus important accentuant la cinétose chez le joueur. La fatigue peut venir du temps passé à jouer, de la répétition de mouvement ou d'échouer dans le jeu (on parlerait ici de fatigue mentale) les mouvements oculaires des individus exposés à des environnements virtuels en mouvement provoquent le mal des transports induit par la réalité virtuelle [4].

B. Protocole de recherche

1) Échantillon de la population: Dans le cadre de notre étude visant à répondre parfaitement à notre problématique de classification des types de jouabilité en fonction des facteurs de jeu en réalité virtuelle ayant le plus d'impact sur la cinétose du joueur, nous avons décidé de constituer un échantillon homogène constitué de 100 personnes. Cette approche nous permet de minimiser l'influence des caractéristiques individuelles sur notre analyse.

En sélectionnant un échantillon homogène, nous veillons à ce que tous les participants partagent des caractéristiques similaires qui pourraient potentiellement biaiser les résultats de notre étude. Nous prenons en compte des facteurs tels que l'expérience préalable en réalité virtuelle, la sensibilité à la cinétose, les préférences de jeu et d'autres variables pertinentes.

2) *Procédures d'expérience*: Une fois l'échantillon constitué, nous procéderons à une moyenne des caractéristiques de chaque participant afin d'obtenir une représentation globale et équilibrée. Cette approche nous permettra d'obtenir des données statistiquement fiables et de dégager des tendances générales concernant les facteurs de jeu en réalité virtuelle ayant le plus d'impact sur la cinétose.

En prenant soin d'éliminer les biais potentiels liés aux caractéristiques individuelles des participants, nous pourrons fournir des résultats précis et pertinents pour la classification des types de jouabilité en réalité virtuelle en fonction de leur impact sur la cinétose. Cette approche nous permettra de prendre des décisions éclairées quant à l'amélioration de l'expérience de jeu en réalité virtuelle et de mieux comprendre les facteurs qui influencent la cinétose afin de proposer des recommandations adaptées.

Aussi, dans le but d'approfondir notre analyse sur les effets de la cinétose dans les jeux en réalité virtuelle, nous avons adopté une approche méthodologique rigoureuse consistant à effectuer une moyenne des paramètres clés, tels que l'intensité des mouvements verticaux, l'intensité des mouvements horizontaux, la fréquence des changements de perspective et les déplacements, pour chaque catégorie de jeux en réalité virtuelle. En regroupant les jeux par catégorie, nous sommes en mesure d'observer les caractéristiques distinctes et les tendances propres à chaque type de jeu en termes de leurs effets sur la cinétose.

Cette approche nous permet d'obtenir une vision plus précise et spécifique de l'impact de chaque catégorie de jeu, en moyennant les paramètres de chaque catégorie de jeux, nous pouvons quantifier les variations et fournir des résultats significatifs, offrant ainsi des informations approfondies pour améliorer la conception et l'expérience des jeux en réalité virtuelle tout en minimisant les effets indésirables de la cinétose. Cette approche méthodologique renforce la validité et la fiabilité de notre étude, en fournissant des données spécifiques et ciblées pour chaque catégorie de jeux en réalité virtuelle.

Chaque individu devra jouer à chaque jeu avec les mêmes caractéristiques de jeu en suivant le plan d'expérience I, les outils seront les mêmes. Les joueurs joueront tous dans le même environnement avec de la place pour se placer, un pièce de 10x10 mètres. La pièce sera toujours à la même température. Ils auront tous le même matériel, un casque de réalité virtuelle (HTC VIVE XR Elite) avec un taux de rafraîchissement de l'image de 90Hz (correspondant à 90 images par seconde). Le casque est équipé d'un système audio. Aucune interaction extérieure ne sera effectuée lors du test.

C. Les variables facteurs

Type de jeu en réalité virtuelle :

- **Jeu de rôle (VR)** : Les jeux de rôle en réalité virtuelle permettent aux joueurs d'incarner un personnage et de vivre des aventures dans un monde virtuel immersif. Les joueurs peuvent interagir avec des personnages non

jouables (PNJ), résoudre des énigmes, explorer des environnements fantastiques et développer leur personnage à travers des quêtes et des choix narratifs.

- **Simulateur de tir (VR)** : Les jeux de tir en réalité virtuelle mettent l'accent sur l'action et les combats armés dans un environnement virtuel immersif. Les joueurs peuvent utiliser des armes virtuelles, viser et tirer sur des ennemis ou des cibles, tout en se déplaçant dans l'espace virtuel pour éviter les attaques. Ces jeux offrent une expérience de tir réaliste et immersive.
- **Jeu de rythme (VR)** : Les jeux de rythme en réalité virtuelle proposent une expérience de jeu interactive basée sur la musique. Les joueurs doivent suivre le rythme de la musique en effectuant des mouvements précis avec leurs mains ou leur corps dans un environnement virtuel. Ils peuvent frapper des notes, danser ou interagir avec des objets en fonction du rythme de la musique, offrant ainsi une expérience de jeu rythmique immersive.
- **Simulateur automobile (VR)** : Les simulateurs automobiles en réalité virtuelle recréent des environnements stables et immobiles dans lesquels les joueurs peuvent interagir. Par exemple, un simulateur de conduite en réalité virtuelle permet aux joueurs de s'asseoir dans un siège et de piloter une voiture virtuelle dans des environnements réalistes sans ressentir de mouvement physique. Ces jeux offrent une expérience de simulation réaliste et précise.
- **Simulateur de vol (VR)** : Les simulateurs de vol en réalité virtuelle offrent une expérience immersive où les joueurs ressentent un mouvement physique correspondant à l'environnement virtuel. Par exemple, un simulateur de montagnes russes en réalité virtuelle reproduit les sensations de montée, de descente et de virages serrés, créant une expérience de montagnes russes virtuelles réaliste et stimulante.
- **Simulateur de sport (VR)** : Les jeux de sport en réalité virtuelle permettent aux joueurs de participer à des activités sportives dans un environnement virtuel immersif. Les joueurs peuvent pratiquer des sports tels que le basketball, le tennis, le football ou le golf, en utilisant des contrôleurs de mouvement pour simuler les mouvements réels nécessaires à chaque sport. Ces jeux offrent une expérience sportive réaliste et interactive en réalité virtuelle.
- **Simulateur de stratégie (VR)** : Les jeux de stratégie en réalité virtuelle proposent des défis tactiques et stratégiques aux joueurs dans un environnement virtuel immersif. Les joueurs peuvent prendre des décisions pour gérer des ressources, construire des bases, former des armées, et planifier des stratégies pour atteindre leurs objectifs. Ces jeux offrent une expérience de jeu de réflexion et de planification en réalité virtuelle.

Point de vue :

TABLE I: Plan d'expérience

Jeu en VR	type de jeu	Temps (en minute)	Intensité des mouvements visuels verticaux	Intensité des mouvements visuels horizontaux	Fréquence changements perspective	de de	Déplacement
Jeu 1	Simulateur de tir	10	2	4	1		1
Jeu 1	Simulateur de tir	30	2	4	1		1
Jeu 1	Simulateur de tir	60	2	4	1		1
Jeu 2	Jeu de rôle	10	2	2	2		1
Jeu 2	Jeu de rôle	30	2	2	2		1
Jeu 2	Jeu de rôle	60	2	2	2		1
Jeu 3	Simulateur de stratégie	10	1	2	4		0
Jeu 3	Simulateur de stratégie	30	1	2	4		0
Jeu 3	Simulateur de stratégie	60	1	2	4		0
Jeu 4	Simulateur de combat	10	4	4	1		1
Jeu 4	Simulateur de combat	30	4	4	1		1
Jeu 4	Simulateur de combat	60	4	4	1		1
Jeu 5	Simulateur de sport	10	3	3	1		1
Jeu 5	Simulateur de sport	30	3	3	1		1
Jeu 5	Simulateur de sport	60	3	3	1		1
Jeu 6	Simulateur de vol	10	4	2	1		0
Jeu 6	Simulateur de vol	30	4	2	1		0
Jeu 6	Simulateur de vol	60	4	3	1		0
Jeu 7	Simulateur automobile	10	2	4	1		0
Jeu 7	Simulateur automobile	30	2	4	1		0
Jeu 7	Simulateur automobile	60	2	4	1		0
Jeu 8	Jeux vidéo de rythme	10	3	3	2		0
Jeu 8	Jeux vidéo de rythme	30	3	3	2		0
Jeu 8	Jeux vidéo de rythme	60	3	3	2		0

Dans notre étude nous avons uniquement des jeux à la première personne car les jeux vidéo en réalité virtuelle sont majoritairement en première personne.

Durée :

La durée pendant laquelle les participants sont exposés à chaque type de jeu peut être une variable importante à prendre en compte. Il est intéressant d'étudier différentes durées d'exposition pour évaluer comment cela influence l'impact de la cinétose.

- 10 minutes
- 30 minutes
- 60 minutes

En étudiant la cinétose sur des durées variées, nous pouvons identifier ou non les seuils de déclenchement des symptômes chez les joueurs. Par exemple, certains joueurs pourraient développer des symptômes après 10 minutes de jeu, tandis que d'autres pourraient nécessiter une exposition plus longue.

Fréquence des changements de perspective :

- **Palier 1** : Faible, la fréquence des changements de perspective est minimale. Le joueur reste principalement dans une perspective fixe et les changements de caméra sont rares ou inexistantes. Cela offre une expérience de jeu plus stable et prévisible, réduisant ainsi le risque de cinétose.
- **Palier 2** : Modérée, Ce palier implique une fréquence modérée de changements de perspective. Les angles de caméra peuvent varier de temps en temps, offrant des vues différentes du jeu, mais sans trop de variations rapides.

des. Les transitions sont fluides et prévisibles, permettant au joueur de s'adapter progressivement aux changements.

- **Palier 3** : Élevée, la fréquence des changements de perspective est élevée. Les angles de caméra peuvent changer fréquemment et rapidement, offrant une diversité de points de vue tout au long du jeu. Les transitions peuvent être rapides et inattendues, créant une expérience immersive et dynamique, mais pouvant également augmenter le risque de cinétose chez certains joueurs sensibles.
- **Palier 4** : Très élevée, la fréquence des changements de perspective est très élevée et les transitions sont constantes et rapides. Les angles de caméra peuvent changer de manière brusque et fréquente, créant une expérience de jeu très dynamique et immersive. Cependant, cela peut également augmenter considérablement le risque de cinétose chez la plupart des joueurs, en particulier ceux qui sont sensibles aux mouvements rapides et aux changements brusques de perspective.

Sensibilité individuelle :

La sensibilité individuelle à la cinétose peut également être une variable importante à prendre en compte. Certains participants peuvent être plus sensibles que d'autres, ce qui peut influencer leur réaction à différents types de jeux en réalité virtuelle. Nous allons demander aux participants de s'auto-évaluer sur une échelle de 1 à 5, où 1 représente une sensibilité très faible et 5 représente une sensibilité très élevée à la cinétose. Bien que la sensibilité s'évalue différemment pour chaque personne, une étude comparative entre un ressenti

pré-évaluation (VIMSSQ) et des faits scientifiques du moskit permettront une étude plus détaillée de la cinétose.

Confort visuel :

Cette variable peut être liée à la qualité visuelle du jeu, y compris la résolution, la netteté des images, la présence d'effets visuels tels que le flou de mouvement, etc. Des jeux avec un confort visuel réduit peuvent augmenter le risque de cinétose. Nous allons utiliser une échelle pour évaluer le confort visuel des participants. Cette échelle peut aller de 1 à 5, où 1 représente un niveau de confort très faible et 5 représente un niveau de confort très élevé. Les participants peuvent être invités à évaluer leur confort visuel global pendant l'expérience de jeu en réalité virtuelle. Encore, nous allons recueillir des informations sur les symptômes visuels spécifiques ressentis par les participants. Cela peut inclure des symptômes tels que la fatigue oculaire, les maux de tête, les douleurs oculaires ou les sensations de flou visuel.

D. Détails des paliers

Intensité des mouvements visuels verticaux

- **Palier 1 :** Faible intensité des mouvements verticaux
Dans ce palier, les mouvements verticaux sont minimes ou inexistantes. Le jeu en réalité virtuelle offre une expérience où les mouvements verticaux sont limités. Les joueurs ressentent peu ou pas du tout d'effets indésirables liés à ces mouvements.
- **Palier 2 :** Légère intensité des mouvements verticaux
Ce palier implique une intensité légèrement accrue des mouvements verticaux. Les joueurs peuvent faire face à de légers changements de hauteur, comme des sauts ou des mouvements de montée/descente. Bien que ces mouvements puissent entraîner une certaine sensation de légère instabilité, le ressenti reste généralement minimale et bien tolérée.
- **Palier 3 :** Modérée intensité des mouvements verticaux
Dans ce palier, les mouvements verticaux deviennent plus prononcés et plus fréquents. Les joueurs peuvent être soumis à des ascensions, des chutes ou des variations significatives de hauteur. Cette intensité modérée peut entraîner un ressenti plus prononcé chez certaines personnes sensibles, mais la majorité des joueurs peuvent encore profiter du jeu sans être trop affectés.
- **Palier 4 :** Forte intensité des mouvements verticaux
Ce palier représente une intensité élevée des mouvements verticaux. Les joueurs sont exposés à des changements de hauteur fréquents, rapides et extrêmes, tels que des montagnes russes virtuelles ou des sauts à grande échelle. La cinétose est susceptible d'être significative pour un pourcentage élevé de joueurs, en particulier ceux sensibles aux mouvements brusques. Des précautions doivent être prises pour minimiser les effets indésirables et offrir des options adaptées aux joueurs plus sensibles.

Intensité des mouvements visuels horizontaux

- **Palier 1 :** Faible intensité des mouvements horizontaux
Dans ce palier, les mouvements horizontaux sont minimes ou inexistantes. Le jeu en réalité virtuelle offre une expérience où les mouvements horizontaux sont limités, ce qui réduit considérablement le risque de cinétose. Les joueurs ressentent peu ou pas du tout d'effets indésirables liés à ces mouvements.
- **Palier 2 :** Légère intensité des mouvements horizontaux
Ce palier implique une intensité légèrement accrue des mouvements horizontaux. Les joueurs peuvent faire face à des déplacements latéraux ou des rotations modérées. Bien que ces mouvements puissent entraîner une certaine sensation de légère désorientation, la cinétose reste généralement minimale et bien tolérée.
- **Palier 3 :** Modérée intensité des mouvements horizontaux
Dans ce palier, les mouvements horizontaux deviennent plus prononcés et plus fréquents. Les joueurs peuvent être soumis à des déplacements rapides, des virages serrés ou des changements de direction brusques. Cette intensité modérée peut entraîner une cinétose plus prononcée chez certaines personnes sensibles, mais la majorité des joueurs peuvent encore profiter du jeu sans être trop affectés.
- **Palier 4 :** Forte intensité des mouvements horizontaux
Ce palier représente une intensité élevée des mouvements horizontaux. Les joueurs sont exposés à des mouvements horizontaux rapides, chaotiques ou constants, tels que des courses effrénées, des rotations rapides ou des virages à grande vitesse. La cinétose est susceptible d'être significative pour un pourcentage élevé de joueurs, en particulier ceux sensibles aux mouvements rapides. Des précautions doivent être prises pour minimiser les effets indésirables et offrir des options adaptées aux joueurs plus sensibles.

Changements de perspective :

- **Palier 1 :** Pour cette catégorie, cela présente des changements de perspective peu fréquents. Le joueur reste principalement dans une seule perspective tout au long du jeu, avec des transitions occasionnelles et limitées. Ces jeux offrent une expérience plus stable et prévisible, réduisant ainsi le risque de cinétose.
- **Palier 2 :** Pour cette catégorie, cela présente des changements de perspective plus fréquents, mais encore modérés. Le joueur peut passer d'une perspective à l'autre à certains moments clés du jeu, mais ces transitions restent relativement espacées. Cela peut ajouter une certaine variété à l'expérience sans générer un risque significatif de cinétose.
- **Palier 3 :** Pour cette catégorie, cela implique des changements de perspective modérément fréquents. Le joueur peut passer régulièrement d'une perspective à l'autre, créant ainsi une dynamique plus fluide et immersive. Cela peut augmenter.

- **Palier 4** : Pour cette catégorie , les jeux comportent des changements de perspective fréquents. Le joueur peut passer d'une perspective à l'autre de manière régulière et rapide, offrant une expérience plus dynamique et immersive. Cela peut augmenter le risque de cinétose, en particulier pour les personnes sensibles. Les joueurs doivent être conscients de leur confort et surveiller leurs symptômes lors de l'exposition à ces jeux.

E. Les variables résultats

Nausée :

- **N/A** : Non applicable. Ce palier est utilisé lorsque la personne n'a pas ressenti de nausée ou lorsque la question ne s'applique pas à son expérience de jeu spécifique.
- **Jamais** : Ce palier indique que la personne n'a jamais ressenti de nausée pendant toute la durée de jeu en réalité virtuelle.
- **Rarement** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la nausée de façon occasionnelle, mais que c'était une expérience peu fréquente et limitée dans le temps.
- **De temps en temps** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la nausée de manière intermittente, à certains moments pendant le jeu en réalité virtuelle, mais pas de manière constante ou persistante.
- **Régulièrement** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la nausée de façon régulière tout au long du jeu en réalité virtuelle, avec une présence constante et persistante de symptômes de nausée.

Désorientation :

La désorientation fait référence à un sentiment de perte de repères spatiaux ou de confusion pendant l'expérience en réalité virtuelle. Les participants devront signaler s'ils se sentent désorientés pendant le jeu et évaluer l'intensité de cette désorientation à l'aide d'un questionnaire.

- **N/A** : Non applicable. Ce palier est utilisé lorsque la personne n'a pas ressenti de désorientation ou lorsque la question ne s'applique pas à son expérience de jeu spécifique.
- **Jamais** : Ce palier indique que la personne n'a jamais ressenti de désorientation pendant toute la durée de jeu en réalité virtuelle.
- **Rarement** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la désorientation de façon occasionnelle, mais que c'était une expérience peu fréquente et limitée dans le temps.
- **De temps en temps** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la désorientation de manière intermittente, à certains moments pendant le jeu en réalité virtuelle, mais pas de manière constante ou persistante.
- **Régulièrement** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la désorientation de façon régulière tout

au long du jeu en réalité virtuelle, avec une présence constante et persistante de symptômes de désorientation.

Vertige :

- **N/A** : Non applicable. Ce palier est utilisé lorsque la personne n'a pas ressenti de vertiges ou lorsque la question ne s'applique pas à son expérience de jeu spécifique.
- **Jamais** : Ce palier indique que la personne n'a jamais ressenti de vertiges pendant toute la durée de jeu en réalité virtuelle.
- **Rarement** : Ce palier indique que la personne a ressenti des vertiges de façon occasionnelle, mais que c'était une expérience peu fréquente et limitée dans le temps.
- **De temps en temps** : Ce palier indique que la personne a ressenti des vertiges de manière intermittente, à certains moments pendant le jeu en réalité virtuelle, mais pas de manière constante ou persistante.
- **Régulièrement** : Ce palier indique que la personne a ressenti des vertiges de façon régulière tout au long du jeu en réalité virtuelle, avec une présence constante et persistante de symptômes de vertige.

Fatigue :

- **N/A** : Non applicable. Ce palier est utilisé lorsque la personne n'a pas ressenti de fatigue ou lorsque la question ne s'applique pas à son expérience de jeu spécifique.
- **Jamais** : Ce palier indique que la personne n'a jamais ressenti de fatigue pendant toute la durée de jeu en réalité virtuelle.
- **Rarement** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la fatigue de façon occasionnelle, mais que c'était une expérience peu fréquente et limitée dans le temps.
- **De temps en temps** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la fatigue de manière intermittente, à certains moments pendant le jeu en réalité virtuelle, mais pas de manière constante ou persistante.
- **Régulièrement** : Ce palier indique que la personne a ressenti de la fatigue de façon régulière tout au long du jeu en réalité virtuelle, avec une présence constante et persistante de symptômes de fatigue.

Maux de tête :

- **N/A** : Non applicable. Ce palier est utilisé lorsque la personne n'a pas ressenti de maux de tête ou lorsque la question ne s'applique pas à son expérience de jeu spécifique.
- **Jamais** : Ce palier indique que la personne n'a jamais ressenti de maux de tête pendant toute la durée de jeu en réalité virtuelle.
- **Rarement** : Ce palier indique que la personne a ressenti des maux de tête de façon occasionnelle, mais que c'était une expérience peu fréquente et limitée dans le temps.

- **De temps en temps** : Ce palier indique que la personne a ressenti des maux de tête de manière intermittente, à certains moments pendant le jeu en réalité virtuelle, mais pas de manière constante ou persistante.
- **Régulièrement** : Ce palier indique que la personne a ressenti des maux de tête de façon régulière tout au long du jeu en réalité virtuelle, avec une présence constante et persistante de symptômes de maux de tête.

Vue floue :

- **N/A** : Non applicable. Ce palier est utilisé lorsque la personne n'a pas ressenti de vue floue ou lorsque la question ne s'applique pas à son expérience de jeu spécifique.
- **Jamais** : Ce palier indique que la personne n'a jamais ressenti de flou visuel pendant toute la durée de jeu en réalité virtuelle.
- **Rarement** : Ce palier indique que la personne a ressenti une vue floue de façon occasionnelle, mais que c'était une expérience peu fréquente et limitée dans le temps.
- **De temps en temps** : Ce palier indique que la personne a ressenti une vue floue de manière intermittente, à certains moments pendant le jeu en réalité virtuelle, mais pas de manière constante ou persistante.
- **Régulièrement** : Ce palier indique que la personne a ressenti une vue floue de façon régulière tout au long du jeu en réalité virtuelle, avec une présence constante et persistante de flou visuel.

IV. PRISE DE MESURE

Pour mesurer l'impact de la cinétose sur le joueur nous utiliserons deux méthodes la première est grâce à l'algorithme MOSKIT ³ qui d'une manière scientifique nous donnera des résultats en suivant les données de réalité virtuelle. La deuxième méthode est suivant le ressenti de chaque joueur après le test (environ 10 minutes après le test en fonction de l'état du joueur) avec le VMSSQ, les questionnaires de l'impact de la cinétose ¹. Le score maximum pour l'impact de la cinétose d'un joueur est de 165, pour faire ce calcul, nous utilisons la méthode de calcul illustrée dans la figure 2. Dans un premier temps le joueur remplit tous les questionnaires, par la suite nous faisons la somme de chaque questionnaire et en suivant le calcul : $(\text{raw subscale score}) * (11) / (11 - n/a \text{ total})$, nous obtenons le résultat de cinétose. En faisant un comparaison croisée des résultats de ces deux méthodes nous pourrions déterminer quel est l'impact de chaque facteur et pouvoir classer les types de jeux en fonction de l'impact de la cinétose.

A quelle fréquence avez-vous ressenti de la fatigue en utilisant ces outils	n/a	jamais	rarement	de temps en temps	régulièrement
Simulateur de tir					
RPG					
Simulateur de stratégie					
Simulateur de combat					
Simulateur de sport					
Simulateur automobile					
Simulateur de vol					
Jeu de rythme					

(a) Questionnaire sur la fatigue

A quelle fréquence avez-vous ressenti le vue floutée utilisant ces outils	n/a	jamais	rarement	de temps en temps	régulièrement
Simulateur de tir					
RPG					
Simulateur de stratégie					
Simulateur de combat					
Simulateur de sport					
Simulateur automobile					
Simulateur de vol					
Jeu de rythme					

(b) Questionnaire sur la vue floue

A quelle fréquence avez-vous ressentie de la nausée en utilisant ces outils	n/a	jamais	rarement	de temps en temps	régulièrement
Simulateur de tir					
RPG					
Simulateur de stratégie					
Simulateur de combat					
Simulateur de sport					
Simulateur automobile					
Simulateur de vol					
Jeu de rythme					

(c) Questionnaire sur la nausée

A quelle fréquence avez-vous ressenti des maux de tête en utilisant ces outils	n/a	jamais	rarement	de temps en temps	régulièrement
Simulateur de tir					
RPG					
Simulateur de stratégie					
Simulateur de combat					
Simulateur de sport					
Simulateur automobile					
Simulateur de vol					
Jeu de rythme					

(d) Questionnaire sur les maux de tête

A quelle fréquence avez-vous ressenti des vertiges en utilisant ces outils	n/a	jamais	rarement	de temps en temps	régulièrement
Simulateur de tir					
RPG					
Simulateur de stratégie					
Simulateur de combat					
Simulateur de sport					
Simulateur automobile					
Simulateur de vol					
Jeu de rythme					

(e) Questionnaire sur les vertiges

Fig. 1: Questionnaire général fournit au joueur


Scoring matix	Pour chaque sous-échelle de VIMSSQ (nausée, maux de tête, vertige, fatigue, vue floutée)		
	Compter le nombre de réponse n/a		Calculer le "raw subscale score" en faisant la somme de toutes les réponses d'une sous-échelles
			Calculer de résultat d'une sous-échelle : $(raw\ subscale\ score) * (11) / (11 - n/a\ total)$
			Le score maximum est 33.
Pour le score total de VIMSSQ			
	La somme des 5 sous-échelle du VIMSSQ (le score maximum est 165)		

Fig. 2: Procedure de calcul pour le VIMSSQ

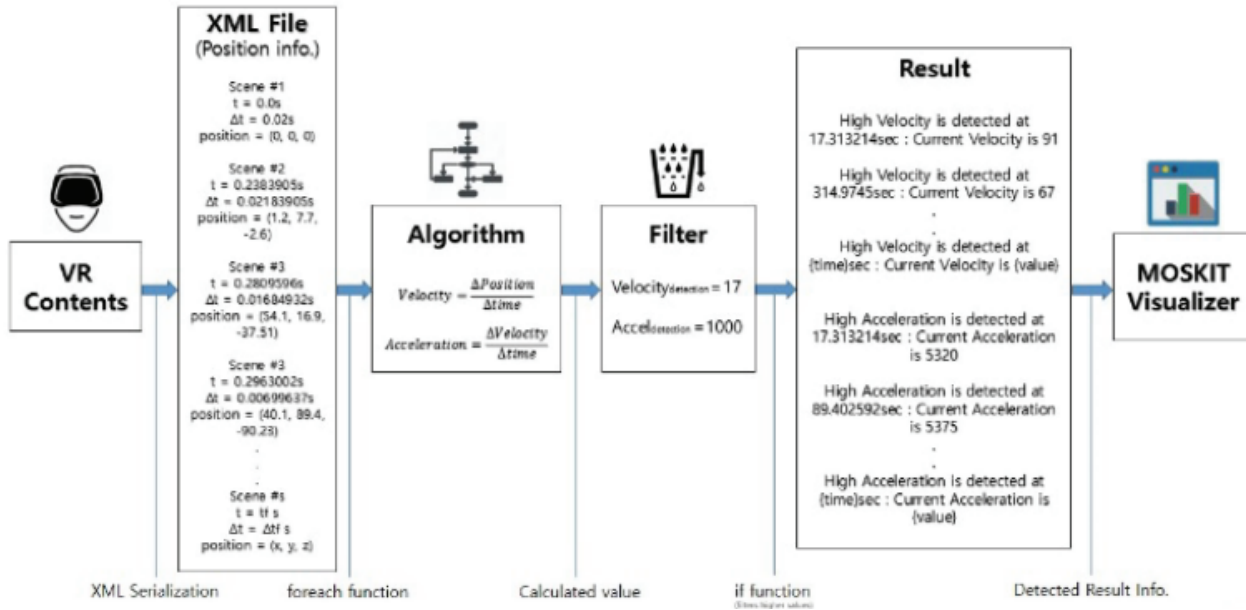


Fig. 3: Diagramme du processus interne de l'analyseur d'accélération MOSKIT

V. RÉSULTATS : VALIDATION DE L'HYPOTHÈSE

A. Hypothèses

Les jeux avec des mouvements de caméra rapides, secs et répétitifs ont plus d'impact sur la cinétose des joueurs :

Pour répondre à l'hypothèse selon laquelle "Les jeux avec des mouvements de caméra rapides, secs et répétitifs ont plus d'impact sur la cinétose des joueurs", nous analyserons les résultats des catégories de symptômes tels que la nausée, la désorientation, le flou visuel, la fatigue et les vertiges, en les comparant entre les simulateurs d'automobile et de tir. Si les scores moyens de ces catégories sont significativement plus élevés pour les simulateurs d'automobile et de tir par rapport aux autres catégories de jeux, cela validerait l'hypothèse. Une prévalence plus importante de ces symptômes dans les jeux de conduite automobile, caractérisés par des mouvements de caméra rapides et répétitifs, ainsi que dans les jeux de tir, qui impliquent des mouvements saccadés, confirmerait que ces types de mouvements de caméra ont un impact plus important sur la cinétose des joueurs. Cependant, si les scores moyens

des autres catégories de jeux, tels que les jeux de rôle, les jeux de rythme ou les jeux de sport, sont également élevés, cela indiquerait que d'autres facteurs doivent être pris en compte pour évaluer l'impact de la cinétose dans les jeux en réalité virtuelle. L'analyse des données recueillies à partir des questionnaires MOSKIT et VMSSQ nous permettra de déterminer si l'hypothèse est validée et d'identifier les facteurs de jeu ayant le plus d'impact sur la cinétose des joueurs.

Les simulateurs mouvant, dans lesquels le joueur doit se déplacer ont plus d'impact sur la cinétose des joueurs :

L'hypothèse selon laquelle "Les simulateurs mouvant, dans lesquels le joueur doit se déplacer, ont plus d'impact sur la cinétose des joueurs" peut être validée en analysant les résultats des différentes catégories de symptômes tels que la nausée, la désorientation, le flou visuel, la fatigue et les vertiges. Si les simulateurs de sport et de combat se retrouvent en tête des résultats dans ces catégories, cela confirmerait l'hypothèse. En effet, les jeux de ce type impliquent des déplacements plus intenses et rapides, ce qui peut augmenter les chances de ressentir des symptômes de cinétose. En

comparant les scores moyens de chaque catégorie entre les différents types de jeux, nous pourrions déterminer si les simulateurs mouvants ont effectivement un impact plus important sur la cinétose des joueurs. Une tendance significative montrant une prévalence plus élevée de symptômes de cinétose dans les simulateurs de sport et de mouvement soutiendrait l'hypothèse avancée.

À l'inverse, si les résultats des catégories de symptômes tels que la nausée, la désorientation, le flou visuel, la fatigue et les vertiges ne montrent pas de prédominance significative dans les simulateurs mouvants tels que les jeux de sport et de mouvement, cela remettrait en question l'hypothèse selon laquelle ces types de jeux ont un impact plus important sur la cinétose des joueurs. Si les scores moyens des autres catégories de jeux, tels que les jeux de rôle ou les jeux de stratégie, sont plus élevés, cela suggérerait que d'autres facteurs, tels que l'intensité des mouvements de caméra, pourraient avoir une influence plus prononcée sur la cinétose. En analysant les données recueillies à partir des questionnaires MOSKIT et VMSSQ et en comparant les résultats entre les différentes catégories de jeux, nous pourrions déterminer si les simulateurs mouvants ont effectivement un impact supérieur sur la cinétose des joueurs ou si d'autres facteurs doivent être pris en compte pour évaluer l'impact de la cinétose dans les jeux en réalité virtuelle.

La fatigue, visuelle, physique ou mentale est le paramètre le plus important dans la mesure de la cinétose chez le joueur :

Afin de tester l'hypothèse selon laquelle "La fatigue visuelle, physique ou mentale est le paramètre le plus important dans la mesure de la cinétose chez le joueur", nous examinerons les résultats des tests en fonction de la durée de jeu. Si les tests de longue durée, tels que ceux d'une heure, provoquent une augmentation significative des symptômes de cinétose tels que la nausée, la désorientation, le flou visuel et les vertiges, cela soutiendrait l'hypothèse en suggérant que la fatigue est un facteur déterminant dans l'apparition de la cinétose. La prolongation du temps de jeu pourrait entraîner une accumulation de fatigue visuelle, physique ou mentale, ce qui pourrait contribuer à l'aggravation des symptômes de la cinétose. Cependant, si les symptômes de cinétose sont également présents dans les tests de durée plus courte, cela suggérerait que d'autres facteurs, tels que les mouvements de la caméra ou les changements de perspective, peuvent également jouer un rôle important dans l'apparition de la cinétose. En analysant les données recueillies à partir des questionnaires MOSKIT et VMSSQ, nous pourrions évaluer l'impact de la fatigue visuelle, physique ou mentale sur la cinétose chez les joueurs et déterminer si l'hypothèse est validée.

B. Résultats

Les résultats de notre hypothèse, issue d'une revue scientifique sur la classification des types de jeux en réalité virtuelle en fonction de l'impact de la cinétose sur le joueur, ont été obtenus grâce à une expérience rigoureuse et contrôlée. Dans cette expérience, nous avons réalisé cinq graphes, soumis aux mêmes conditions, en modifiant uniquement le type de jeu auquel ils étaient exposés.

Notre étude a révélé des résultats significatifs concernant l'impact de la cinétose sur les joueurs, en particulier en ce qui concerne les jeux de combat.

Dans un premier temps, nous avons évalué les symptômes de cinétose chez les participants, tels que les nausées, les vertiges, maux de têtes, fatigue et fatigue oculaire afin de déterminer les mesures d'impact de la cinétose que nous souhaitions observer. Ces mesures nous ont permis de quantifier l'impact de la cinétose sur type de jeux.

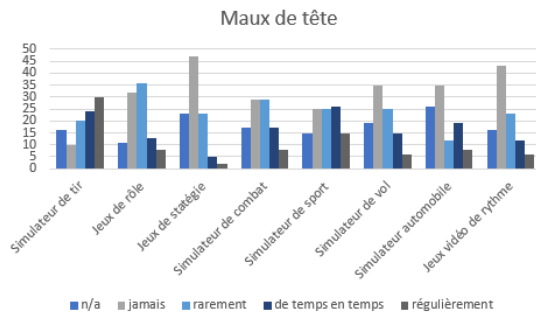
En analysant les données recueillies, nous avons constaté que les jeux de combat en réalité virtuelle présentaient un impact élevé de la cinétose sur les joueurs. Les symptômes de cinétose étaient fréquents et intenses chez les participants exposés à ce type de jeu, ce qui indique une propension plus élevée à développer des problèmes de cinétose.

En revanche, les jeux de stratégie en réalité virtuelle ont montré un impact moins prononcé de la cinétose sur les joueurs. Les symptômes de cinétose étaient moins fréquents et moins intenses chez les participants jouant à ce type de jeu 4, ce qui suggère une incidence réduite de la cinétose.

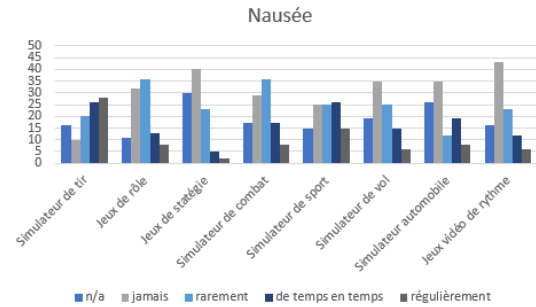
Ces résultats soulignent l'importance du type de jeu en réalité virtuelle dans l'expérience de cinétose des joueurs. Les jeux de combat, qui impliquent des mouvements rapides et des actions intenses 4, semblent augmenter le risque de développer des symptômes de cinétose.

En revanche, les jeux de stratégie, qui se caractérisent par des mouvements plus lents et une interaction moins physique, semblent réduire l'impact de la cinétose sur les joueurs.

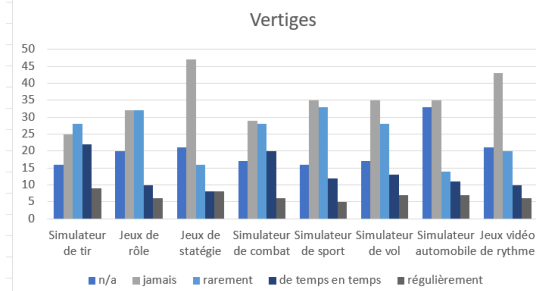
Ces conclusions ont des implications importantes pour la conception de jeux en réalité virtuelle. Il est essentiel de prendre en compte l'impact potentiel de la cinétose lors du développement de jeux, en particulier dans le cas des jeux de combat. Des mesures peuvent être mises en place pour atténuer les symptômes de cinétose, comme l'ajustement des mouvements visuels, la gestion des changements de perspective et l'introduction de mécanismes de confort pour les joueurs.



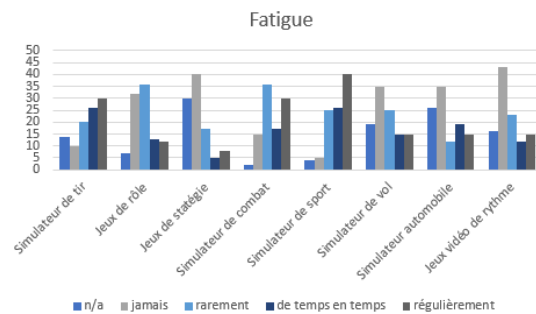
(a) Résultat du symptôme : "Maux de Tête"



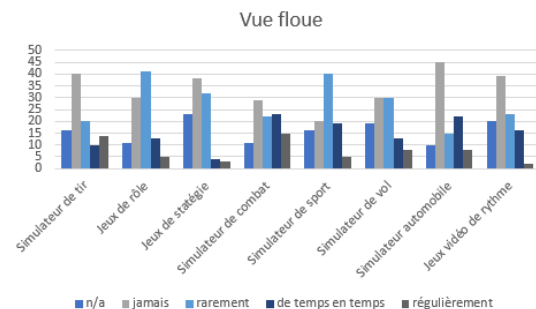
(b) Résultat du symptôme : "Nausée"



(c) Résultat du symptôme : "Vertiges"



(d) Résultat du symptôme : "Fatigue"



(e) Résultat du symptôme : "Vue floue"

Fig. 4: Résultats

VI. LIMITES DE L'ÉTUDE ET RECHERCHES FUTURES

A. Limites de l'étude

- **Échantillonnage limité** : L'une des limitations de cette étude réside dans l'échantillonnage restreint des participants. Bien que différents facteurs aient été prises en compte, telles que les types de jeux en réalité virtuelle (jeu de rôle, jeu de tir, jeu de rythme, simulateur automobile, simulateur de vol, jeu de sport, jeu de stratégie), le temps de jeu (10, 30, 60 minutes) et d'autres facteurs de jeu, il est important de noter que les résultats peuvent varier en fonction de la diversité des participants. Des études futures pourraient bénéficier d'un échantillon plus large et représentatif afin de mieux généraliser les conclusions.
- **Fiabilité des données** : La fiabilité des données collectées peut être une limite potentielle de cette étude. La collecte de données sur la cinétose peut être subjective et dépendante des réponses des participants. Des mesures objectives et quantifiables de la cinétose, telles que la fréquence cardiaque ou les mouvements oculaires, pourraient être intégrées pour améliorer la fiabilité des données.
- **Facteurs non pris en compte** : Bien que cette recherche se concentre sur des facteurs dits globaux (échantillons d'utilisateurs homogènes). Les recherches futures pourraient explorer d'autres aspects tels que l'expérience antérieure de la réalité virtuelle, l'âge, le sexe et d'autres caractéristiques individuelles qui pourraient influencer la réponse à la cinétose et avoir une plus grande précision.

B. Recherches futures

- **Impact de l'interaction entre les Facteurs** : Des recherches supplémentaires pourraient être menées pour examiner l'interaction entre les différents facteurs étudiés. Par exemple, il pourrait être intéressant de comprendre comment la combinaison de différents types de jeux, de durées de jeu et de facteurs de jeu pourrait influencer l'impact de la cinétose sur le joueur. Cela permettrait de mieux comprendre les relations complexes entre ces facteurs et d'identifier des modèles spécifiques.
- **Comparaison avec d'autres plateformes de jeu** : Une extension de cette étude consisterait à comparer l'impact de la cinétose entre la réalité virtuelle et d'autres plateformes de jeu, telles que les jeux sur écran d'ordinateur ou les consoles de jeu. Cela permettrait de mieux comprendre si la cinétose est spécifique à la réalité virtuelle ou si elle est également présente dans d'autres formes de jeu.

VII. CONCLUSION

Bien que cette étude ait permis d'explorer la classification des types de jouabilité en réalité virtuelle en fonction des

facteurs de jeu ayant le plus d'impact sur la cinétose du joueur, il existe encore des limitations à prendre en compte. Des recherches futures devraient se concentrer sur l'amélioration de l'échantillonnage, l'exploration d'autres facteurs pertinents et le développement de techniques d'atténuation de la cinétose. Cela permettra d'approfondir notre compréhension de l'impact de la cinétose dans les jeux en réalité virtuelle et de fournir des recommandations pour une expérience de jeu plus agréable et immersive.

VIII. OUVERTURE

Dans un avenir proche, alors que la réalité virtuelle continue de gagner en popularité et que de plus en plus de jeux en VR sont disponibles, il devient essentiel de prendre en compte les effets de la cinétose pour offrir une expérience de jeu plus agréable et sécurisée pour tous les joueurs. À l'instar du système PEGI déjà présent sur les jaquettes des jeux vidéo pour indiquer le contenu approprié à différents groupes d'âge, l'idée de mettre en place une graduation de la sensibilité à la cinétose pourrait être envisagée.

Ce système de graduation pourrait comporter quatre niveaux, basés sur la réactivité individuelle des joueurs à la cinétose. Il permettrait aux consommateurs de mieux comprendre les risques potentiels de chaque jeu en termes de provocation de symptômes de cinétose. Les niveaux pourraient être indiqués de manière claire sur les emballages des jeux en VR, fournissant ainsi des informations utiles aux joueurs avant leur achat.

Niveau 1 de la cinétose : Ce jeu peut provoquer une légère sensation de malaise chez certaines personnes sensibles à la cinétose. Les mouvements de caméra et les effets visuels sont généralement modérés, mais peuvent occasionnellement entraîner des symptômes légers de nausée ou de vertige. Les joueurs sensibles à la cinétose sont encouragés à prendre des pauses régulières lors de la session de jeu.

Niveau 2 de la cinétose : Ce jeu peut provoquer des symptômes modérés de cinétose chez certaines personnes sensibles. Les mouvements de caméra et les effets visuels sont plus intenses, ce qui peut entraîner des nausées, des étourdissements et une gêne notable. Il est recommandé aux joueurs sensibles à la cinétose de limiter la durée de jeu et d'utiliser des paramètres d'ajustement spécifiques pour atténuer les effets de la cinétose.

Niveau 3 de la cinétose : Ce jeu est susceptible de provoquer une forte cinétose chez un pourcentage élevé de joueurs sensibles. Les mouvements de caméra, les effets visuels et les mécanismes de jeu sont conçus de manière à intensifier les symptômes de la cinétose. Les joueurs sensibles devraient éviter ce jeu ou consulter un professionnel de la santé avant de jouer. Des mesures spécifiques, telles que l'ajustement des paramètres visuels ou l'utilisation de dispositifs de réduction de la cinétose, peuvent être nécessaires pour tenter de minimiser les symptômes.

Niveau 4 de la cinétose : Ce jeu est extrêmement susceptible de provoquer des symptômes de cinétose sévères chez la majorité des joueurs sensibles. Les mouvements de caméra et les effets visuels sont intensifs et peuvent causer des nausées, des vomissements et une grande détresse physique. Il est fortement déconseillé aux personnes sensibles à la cinétose de jouer à ce jeu, car il peut avoir des effets néfastes sur leur santé.



(a) Niveau 1 de cinétose



(b) Niveau 2 de cinétose



(c) Niveau 3 de cinétose



(d) Niveau 4 de cinétose

Fig. 5: MSEGI

REFERENCES

- [1] The development of driving simulators: toward a multisensory solution, 2008. <https://www.cairn.info/revue-le-travail-humain-2008-1-page-62.htm?ref=doi&contenu=article> (visited 2023-05-25).
- [2] Simulator sickness and its measurement with simulator sickness questionnaire (ssq), 2016. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27623835/> (visited 2023-05-25).
- [3] The application of virtual reality technology to testing resistance to motion sickness. psychology in russia: State of the art, 2017. http://psychologyinrussia.com/volumes/pdf/2017_3/psych_3_2017_11.pdf (visited 2023-05-25).
- [4] The effect of visual, spatial and temporal manipulations on embodiment and action, 2017. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2017.00227/full> (visited 2023-05-25).
- [5] Vection is the main contributor to motion sickness induced by visual yaw rotation: Implications for conflict and eye movement theories, 04 2017. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0175305> (visited 2023-05-25).
- [6] Factors associated with virtual reality sickness in head-mounted displays: A systematic review and meta-analysis, 03 2020. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2020.00096/full> (visited 2023-05-25).
- [7] Females are more likely to get motion sickness while playing video games: A comparative study between pc games and vr games, 2020. <https://repository.library.northeastern.edu/files/neu/bz61dv68x/fulltext.pdf> (visited 2023-05-25).
- [8] Introducing the vimssq: Measuring susceptibility to visually induced motion sickness, 2020. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1071181319631216> (visited 2023-05-25).
- [9] Motion sickness in virtual reality: An empirical evaluation, 2020. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9133071> (visited 2023-05-25).
- [10] Increased screen time as a cause of declining physical, psychological health, and sleep patterns: A literary review, 10 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9638701/> (visited 2023-05-25).
- [11] Hyun K. Kim, Jaehyun Park, Yeongcheol Choi, and Mungyeong Choe. Virtual reality sickness questionnaire (vrsq): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied Ergonomics*, 69:66–73, 2018.
- [12] Sangho Lee, Ashley Koo, and Junekyo Jung. Moskit: Motion sickness analysis platform for vr games. In *2017 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, pages 17–18, 2017.
- [13] Chin-Teng Lin, Shu-Fang Tsai, and Li-Wei Ko. Eeg-based learning system for online motion sickness level estimation in a dynamic vehicle environment. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 24(10):1689–1700, 2013.
- [14] Gadi Lissak. Adverse physiological and psychological effects of screen time on children and adolescents: Literature review and case study. *Environmental Research*, 164:149–157, 2018.
- [15] Seizo Ohyama, Suetaka Nishiike, Hiroshi Watanabe, Katsunori Matsuoka, Hironori Akizuki, Noriaki Takeda, and Tamotsu Harada. Autonomic responses during motion sickness induced by virtual reality. *Auris Nasus Larynx*, 34(3):303–306, 2007.