

Master Systèmes Dynamiques et Signaux
Mémoire de master

**Influence du contexte et de l'immersion sur la performance, le
comportement et l'état émotionnel, lors d'une tâche de prise de commande
en restauration**

Auteur :
M. Bastian MONTOYA

Encadrants :
M. Paul Richard

Jury :
Pr. Laurent HARDOUIN
Pr. Laurent AUTRIQUE
Pr. Bruno CASTANIER
Pr. Anne HEURTIER
Pr. Laetitia PEREZ
Pr. Paul RICHARD

2020/2021

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes grâce à qui j'ai pu entreprendre le master Systèmes Dynamiques et Signaux (SDS) de l'université d'Angers, et qui ont contribué de loin ou de près au projet.

J'aimerais tout d'abord remercier mon professeur encadrant, **Mr Paul Richard**, de m'avoir fourni ce sujet très intéressant. Merci, de m'avoir encadré jusqu'à présent et d'être resté disponible et à l'écoute au long de l'année.

Je remercie également **Mr Florian Focone**, de m'avoir supervisé dans mon expérimentation et introduit le UserLab.

Je tiens à remercier vivement **Mr Laurent Hardouin**, responsable du master SDS, pour avoir pris le temps de nous le présenter, ainsi que de nous avoir tenu informés.

Merci à **Mme Morgane Le Garrec**, de se tenir à disposition et de nous assister dans la partie administrative derrière le projet. Merci de m'avoir aidé à la création de la convention de stage.

J'aimerais remercier une dernière fois toute l'équipe de Polytech Angers qui m'ont permis d'accéder à un niveau ingénieur.

Table des matières

Introduction	1
1 Bibliographie et objectifs fixés	3
1.1 Rappel du travail bibliographique préliminaire	3
1.1.1 Les différents guides virtuels dans la formation professionnelle	3
1.1.2 Les avantages de l'incarnation	5
1.2 Les objectifs fixés	5
1.2.1 Virtual Kitchen	5
1.2.2 Simulation de prise de commande	6
2 Développement et configuration de l'environnement virtuel	9
2.1 Développement de l'environnement virtuel	9
2.1.1 Présentation du projet de base	9
2.1.2 Ajouts apportés au projet de base	9
2.2 Configuration de l'environnement virtuel	10
2.2.1 Dernières modifications	11
3 Expérimentation et exploitation des résultats	13
3.1 Explication de l'expérimentation	13
3.1.1 Données collectées	13
3.1.2 Protocole expérimental	14
3.1.3 Résultats attendus	15
3.2 Résultats	15
3.2.1 Exploitation des résultats	15
3.2.2 Premiers résultats	15
Conclusion	19
Bibliographie	21
Annexes	22

Table des figures

<i>Figure 1 : Exemple d'interface utilisateur</i>	3
<i>Figure 2 : Tablette interactive de P. Gac</i>	4
<i>Figure 3 : exemple d'AVP</i>	4
<i>Figure 4 : MACH My Automated Conversation coach</i>	5
<i>Figure 5 : Virtual Kitchen avec et sans avatar</i>	6
<i>Figure 6 : Projet prise de commande</i>	7
<i>Figure 7 : Tablette virtuelle - prise de commande</i>	9
<i>Figure 8 : prise de commande - contexte calme</i>	10
<i>Figure 9 : prise de commande - contexte bruyant</i>	10
<i>Figure 10 : prise de commande – liste des entrées, page 1 et 2</i>	11
<i>Figure 11 : Technologie d'eye-tracking</i>	13
<i>Figure 12 : Capteurs physiologiques</i>	14
<i>Figure 13 : Nombre d'erreurs du participant 2, pour chaque commande prise en RV</i>	16
<i>Figure 14 : Repère appliqué à l'image de base</i>	16
<i>Figure 15 : coordonnées 2d du regard du participant 1 sur l'application bureau dans un contexte avec peu de clientèle</i>	17
<i>Figure 16 : coordonnées 2d du regard du participant 1 sur l'application bureau dans un contexte avec beaucoup de clientèle</i>	17
<i>Figure 17 : Conductance cutanée et température mesurée sur le participant 2 au cours de l'expérimentation</i>	18

Liste des acronymes

RV	<i>Réalité Virtuelle</i>
GRETA	<i>Groupement d'Établissements</i>
3D	<i>Trois dimensions</i>
2D	<i>Deux dimensions</i>
AVP	<i>Agent Virtuel Pédagogique</i>
ACA	<i>Agent Conversationnel Animé</i>
IHM	<i>Interaction Homme-Machine</i>

Introduction

Dans le domaine de la formation professionnelle, il est de plus en plus intéressant pour les élèves de pouvoir accéder à un outil virtuel pour les former. En effet dans un environnement virtuel, il est simple de pouvoir reproduire des situations complexes, pouvant être coûteuses afin de pouvoir former un apprenant en autonomie. De plus, les avancées technologiques permettent de produire de tels environnements de manière de plus en plus réaliste. La formation en réalité virtuelle peut être un outil performant permettant de compléter l'enseignement classique. Dans le cadre de la crise sanitaire, on constate d'autre part l'importance de prévoir de telles alternatives afin de pouvoir assurer une part des formations non-possibles en présentiel.

Le groupement d'établissements d'Angers (GRETA) propose parmi ses secteurs d'activités, le domaine de la restauration, notamment le service en restaurant. Pour cette activité, il est pour eux avantageux de proposer un outil virtuel permettant aux apprenants de s'entraîner à la prise de commande en restaurant.

La réalité virtuelle (RV) présente un atout majeur pour la formation professionnelle, et plus particulièrement dans ce cas, puisqu'elle ajoute un aspect immersif, et permet donc de plonger l'utilisateur dans des conditions réalistes et crédibles. Cependant, l'accès à la réalité virtuelle reste encore compliqué pour la plupart, car il impose la possession d'un casque ainsi que d'un ordinateur suffisamment puissant. Pour le GRETA, il est ainsi intéressant de proposer une application en réalité virtuelle au sein de leurs établissements, mais aussi une application classique sur ordinateur, accessible à tous, à distance à travers un navigateur web. L'accès à l'environnement utilisant la réalité virtuelle étant fortement restreint, il est dès lors pertinent d'étudier l'influence de l'immersion apportée par la RV sur la performance, et le comportement afin de déterminer si la réalité virtuelle présente un atout majeur par rapport à un ordinateur classique.

D'autre part dans un environnement virtuel, il est simple de jouer sur le contexte dans lequel on place l'utilisateur. Dans le cadre de la prise de commande en restauration, jouer sur l'ambiance sonore, et le comportement de la clientèle permet de donner un contexte plus ou moins stressant. Il reste difficile de pouvoir reproduire de telles conditions dans un environnement virtuel si l'apprenant ne s'y sent pas impliqué, ainsi le contexte et l'immersion pourraient jouer un rôle majeur sur la reproduction de situations stressantes. Pour le GRETA, il est particulièrement intéressant de pouvoir permettre aux étudiants de s'entraîner de manière simple et répétée sur de telles situations qui sont fréquentes dans la réalité.

Ainsi ce mémoire de master fait l'objet d'une étude de l'influence du contexte et de l'immersion sur la performance, le comportement et l'état émotionnel, lors d'une tâche virtuelle de prise de commande en restauration. On rappellera dans un premier temps le travail bibliographique préliminaire effectué, puis on présentera l'environnement virtuel autour duquel s'articule ce travail, enfin on présentera l'étude expérimentale effectuée en fin de stage.

Chapitre 1

Bibliographie et objectifs fixés

1.1 Rappel du travail bibliographique préliminaire

Initialement, il était envisagé que le stage fasse l'objet d'une étude sur l'influence de l'incarnation d'un guide virtuel pour l'apprentissage de tâches en RV. Dans la réalité comme dans un environnement virtuel, l'apprentissage de tâches nécessite souvent la présence d'un instructeur afin de guider l'apprenant en lui donnant des tâches précises. Ce travail bibliographique consistait à étudier les différentes techniques existantes permettant d'intégrer un tel instructeur dans un environnement virtuel, ainsi que leurs avantages.

1.1.1 Les différents guides virtuels dans la formation professionnelle

La partie bibliographique de ce rapport recense trois techniques principales utilisées pour créer des instructeurs virtuels.

La première technique sollicite l'utilisation d'une interface utilisateur 3D permettant de fournir une liste d'instructions, ou diverses informations à l'utilisateur. La réalité virtuelle se prête particulièrement bien à l'intégration de telles interfaces, les majeurs avantages d'un tel guide de formation sont sa simplicité de développement, et son intuitivité.



Figure 1 : Exemple d'interface utilisateur (J.Spilski, S. Schlittmeier, C. Giehl, T. Lachmann) [1]

L'exemple ci-dessus (figure 1) est un environnement virtuel destiné à la formation d'ouvriers, il a été testé en 2019 sur un ensemble d'ouvriers afin de montrer son efficacité.

Il est également possible d'intégrer une interface utilisateur directement dans un objet 3D, ce qui permet de rendre l'environnement encore plus immersif (figure 2).



Figure 2 : Tablette interactive de P. Gac, P. Richard, Y. Papouin, S. George, E. Richard [2]

La seconde technique présentée est l'agent virtuel pédagogique (AVP) (figure 3), il s'agit de personnages virtuels (avatar) dont le but est de guider l'utilisateur dans l'environnement d'apprentissage. Cette technique fait l'objet d'études depuis une vingtaine d'années et semble présenter un fort avantage par rapport à l'interface utilisateur 3D. En effet l'apprenant semble s'identifier à l'avatar et en serait plus performant. Le développement de tels avatars est en revanche complexe, puisqu'il se doit de représenter au mieux le comportement humain.

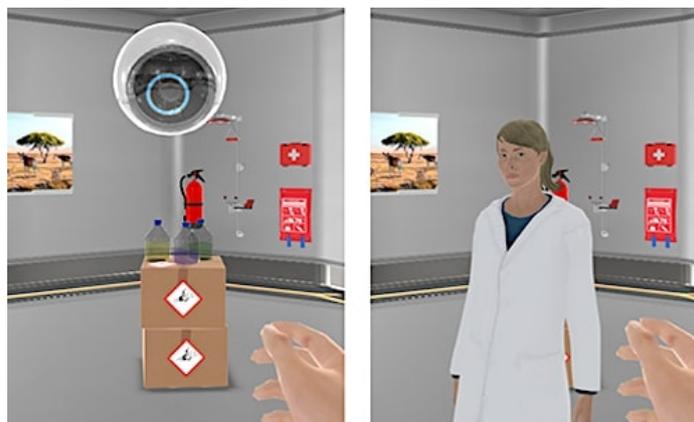


Figure 3 : exemple d'AVP – A gauche, l'agent « Drone », à droite l'agent Marie de l'université de Copenhague [10]

La troisième technique est l'agent conversationnel animé (ACA), celui-ci est semblable à l'AVP mais est plus axé sur la conversation avec l'utilisateur. Le but de l'ACA est de donner l'illusion que le programme pense par un dialogue sensé. Il est dès lors tout aussi important que celui-ci reproduise au mieux les codes de la communication humaine, notamment la gestuelle, ou les expressions faciales.

Afin de rendre l'apprentissage le plus naturel possible, l'AVP présente des intérêts à intégrer les fonctionnalités d'un ACA.



Figure 4 : MACH My Automated Conversation coach M. Hoque, M. Courgeon, JC. Martin, B. Mutlu, et R. W. Picard [13]

MACH est un agent conversationnel animé (figure 4) utilisé pour former des étudiants à l'entretien professionnel. Cet avatar intelligent est capable de relever la gestuelle, la posture, ou encore l'intonation de la voix afin d'évaluer l'élève dans son entretien.

1.1.2 Les avantages de l'incarnation

La présentation de ces trois techniques, et la comparaison des études effectuées autour, montre le bénéfice apporté par un guide virtuel dans la formation professionnelle en RV. L'incarnation de ce guide dans un avatar se montre être plus complexe mais présente un véritable avantage du point de vue de la formation. Utiliser un AVP ou un ACA pour encadrer une formation virtuelle permet à l'utilisateur de s'identifier à son instructeur. Il s'avère que ce paramètre joue sur la capacité d'apprentissage, la performance ainsi que l'implication de l'apprenant.

1.2 Les objectifs fixés

Il était initialement prévu d'étudier l'influence de l'incarnation d'un guide virtuel dans un avatar sur le comportement et les performances d'un apprenant dans sa formation. Pour cela, un principal environnement était envisagé.

1.2.1 Virtual Kitchen

Virtual Kitchen est un environnement développé pour assister les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer (figure 5) à exécuter de nouveau des tâches du quotidien. Cette simulation propose à son utilisateur de préparer du café, tout en étant guidé par des instructions. Ces instructions sont soit fournies sous forme d'une liste via une interface utilisateur, soit données verbalement par un avatar. Ce travail aurait fait l'objet d'une étude sur divers participants visant à évaluer l'intérêt de l'incarnation du guide dans un avatar. Les participants auraient été testés sur chacune des simulation ; avec ou sans avatar.

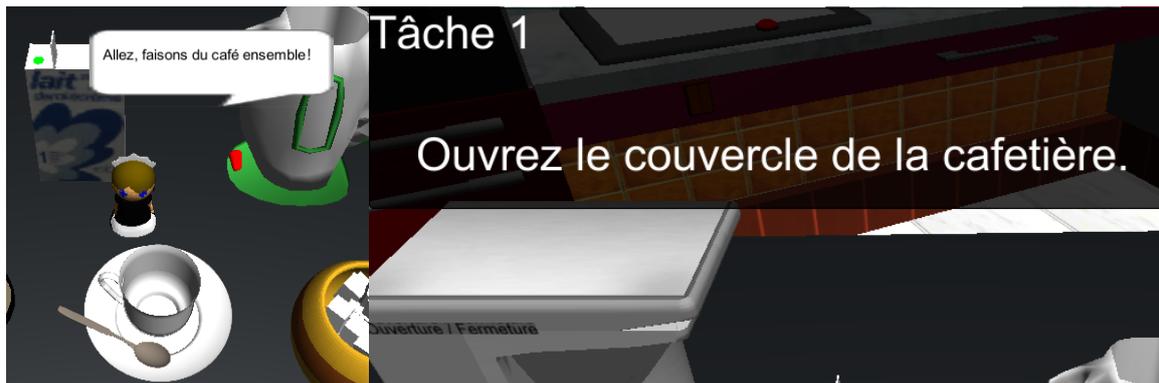


Figure 5 : Virtual Kitchen avec et sans avatar

Ce projet n'a finalement pas été retenu pour plusieurs raisons : premièrement effectuer une étude sur plusieurs participants atteints de la maladie d'Alzheimer reste très complexe, ce qui nous oblige à nous restreindre à des participants non-atteint de la maladie. De ce fait la tâche demandée est très simple, et on aurait constaté un effet plafond ; la tâche demandée étant trop facile, l'intérêt de l'incarnation aurait été négligeable et les résultats mesurés non-exploitable.

Deuxièmement l'étude sur le rôle des avatars virtuels dans la formation professionnelle n'est pas une notion récente, des études similaires ont déjà été faites et le projet virtual kitchen n'apporterait rien de supplémentaire.

1.2.2 Simulation de prise de commande

Au cours du premier semestre, dans le cadre des projets IHM-RV, nous avons travaillé en partenariat avec le GRETA d'Angers dans le but de créer des environnements virtuels permettant de former en restauration. Parmi ces projet figurent notamment, un environnement de prise de commande en restauration. La figure 6 illustre l'aboutissement de cette simulation pour l'expérimentation.



Figure 6 : Projet prise de commande

Cette simulation plonge l'utilisateur dans le rôle de serveur : un avatar (à droite sur la figure 6) passe une commande pour quatre convives, et le serveur doit correctement la noter sur la tablette. Le GRETA s'est révélé être particulièrement intéressé par ce projet initialement conçu en réalité virtuelle exclusivement. Suite à une réunion avec les responsables du GRETA, l'intérêt de rendre l'environnement accessible depuis un ordinateur classique, sans RV a été évoqué. En effet, la grande majorité des étudiants n'ont pas accès à celle-ci. La version du projet en réalité virtuelle serait donc pour eux uniquement accessible au sein de l'établissement. Le GRETA porte donc un intérêt particulier à savoir dans quelles mesures, l'immersion qu'offre la RV, influe sur la performance et le comportement de l'élève. D'autre part, dans la réalité, le contexte dans lequel le serveur est plongé (restaurant calme, très peuplé...) peut jouer un rôle considérable sur une personne en formation qui doit apprendre à gérer son stress. Il est pertinent d'estimer si la reproduction de ce contexte dans l'environnement virtuel a également un impact sur la performance et l'état émotionnel de l'utilisateur, et dans quelle mesure l'immersion y joue un rôle.

Le premier objectif est donc de développer une application sur moniteur (sans VR) du projet prise de commande et d'y intégrer différents contextes. Par la suite on étudiera sur plusieurs participants l'influence du contexte et de l'immersion sur la performance, le comportement et l'état émotionnel.

Chapitre 2

Développement et configuration de l'environnement virtuel

A l'issue des projets de cinquième année d'IHM-RV une première version du projet prise de commande a été développée par Lucas Percereau et Hugo Rémin.

2.1 Développement de l'environnement virtuel

2.1.1 Présentation du projet de base

La prise de commande se fait par l'intermédiaire d'une tablette (figure 7), sur cette interface sont listés tous les aliments par catégorie (entrée, plat, dessert ou boisson). Chaque catégorie contient 8 aliments, il est possible de supprimer des plats ajoutés sur la liste à droite de l'écran.



Figure 7 : Tablette virtuelle - prise de commande

Le scénario consiste à prendre la commande de deux personnes dans le restaurant. La commande est énoncé verbalement par un avatar, qui choisit aléatoirement deux entrées, deux plats, deux desserts et deux boissons. Le scénario est régi par une contrainte de temps, la commande est énoncée une unique fois.

2.1.2 Ajouts apportés au projet de base

Dans un premier temps, la tâche est estimée trop simple et trop rapide, on décide donc d'ajouter deux clients supplémentaires dans la commande, pour un total de 16 plats.

Ensuite on décide de fixer la position de l'utilisateur dans l'espace (le mouvement de celui-ci n'est pas considéré utile pour cette tâche), de cette manière ce dernier est positionné en face de la table à servir, il pourra toujours regarder l'environnement autour de lui.

Afin de jouer sur le contexte dans lequel on se trouve, on décide de faire varier deux paramètres ; l'ambiance sonore, et le nombre de clients dans le restaurant. Ainsi on crée deux scènes avec deux contextes différents : sur la première scène, seuls les quatre clients à servir sont dans le restaurant (figure 9), en ambiance sonore ; une musique douce avec assez peu de volume. Sur la deuxième scène, on rajoute plus d'une vingtaine de clients représentés par des avatars animés (figure 9), l'utilisateur est plongé

dans un brouhaha avec un volume sonore plus important. Une ambiance musicale également forte vient rajouter un côté stressant, mais peut aussi gêner l'utilisateur sur la commande.



Figure 8 : prise de commande - contexte calme



Figure 9 : prise de commande - contexte bruyant

Enfin, il est nécessaire de développer une même version de ces deux scènes, sans réalité virtuelle. Les deux versions doivent être les plus similaires possible, et les contrôles et interactions doivent être intuitifs afin d'éviter qu'une version soit plus compliquée qu'une autre. On a donc au total quatre scènes : deux en réalité virtuelle, et deux en configuration classique (moniteur).

2.2 Configuration de l'environnement virtuel

Avant de passer à la partie expérimentale, on a décidé de présenter chacune des scènes à un utilisateur afin de déterminer si la tâche demandée était trop simple ou trop complexe. Dans le cas où elle serait trop simple, on observerait un effet plafond sur les tâches lors du passage des participants, aucune erreur ne serait commise et on ne pourrait pas distinguer de différences entre les quatre scènes et sur la performance des participants. De la même manière, si la tâche est trop compliquée, on n'observerait aucune réussite et on aboutirait à une impossibilité de faire la tâche et à une frustration.

2.2.1 Dernières modifications

Suite au passage d'un premier sujet qui n'est pas familier à l'environnement virtuel, on constate que les tâches demandées sont un peu trop simples. Pour rendre les tâches plus complexes, on décide de complexifier la carte. On ajoute pour chaque catégorie d'aliments environ cinq nouveaux aliments. Cela permet que pour chaque catégorie il y ait plusieurs pages sur la tablette (figure 10).

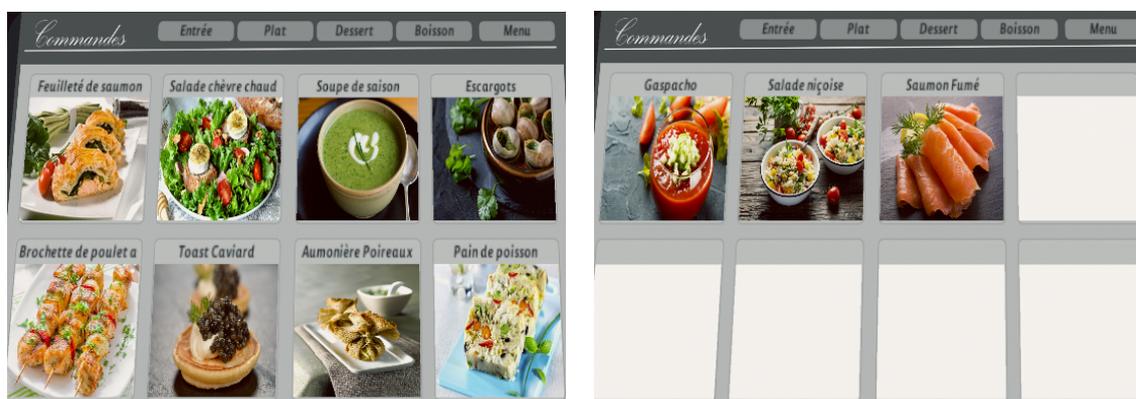


Figure 10 : prise de commande – liste des entrées, page 1 et 2

Avoir plusieurs pages par catégories oblige le participant à plus chercher et à être plus attentif, ce qui rend la tâche plus complexe.

Ensuite, pour éviter de trop anticiper la commande, on décide d'ajouter ou non de manière aléatoire un aliment de chaque catégorie. C'est à dire qu'au lieu d'avoir quatre entrées, plats, desserts et boissons, on aura aléatoirement quatre ou cinq de chaque. Cet aspect reste relativement réaliste puisqu'il arrive fréquemment en restauration d'avoir une commande de plats supplémentaires.

La dernière modification faite concerne la vitesse d'ellocution de la commande ; tout en gardant un aspect réaliste, cela permet de mettre un peu plus en difficulté le participant.

A la suite de ces modifications, on effectue un nouvel essai de la tâche avec un participant. La difficulté semble cette fois être beaucoup plus adaptée.

Chapitre 3

Expérimentation et exploitation des résultats

3.1 Explication de l'expérimentation

Afin d'évaluer l'influence du contexte et de l'immersion sur la performance, le comportement, et l'état émotionnel dans notre environnement virtuel, nous avons décidé d'évaluer une série de participants sur chacune des scènes précédemment détaillées.

3.1.1 Données collectées

Pour répondre à nos hypothèses, on décide de collecter différentes données.

Afin d'obtenir plus de renseignements sur le participant, on lui fait remplir un questionnaire pré-expérimental (Annexe 1). Ce questionnaire a pour but d'identifier si celui-ci est plus ou moins susceptible d'avoir des difficultés avec l'environnement virtuel, ou non. Par exemple, un participant familier à la réalité virtuelle sera beaucoup à l'aise qu'un participant qui ne l'est pas.

On décide également d'intégrer divers capteurs à l'expérimentation. Afin d'obtenir des résultats sur le comportement, on utilise la technologie d'eye-tracking que l'on intègre aux quatre scènes. Les deux scènes en réalité virtuelle se feront équipées du casque HTC vive pro eye, tandis que les scènes sans RV se feront équipée du périphérique USB tobii pro fusion.

Pour l'application bureau, l'eyetracking permet d'obtenir les coordonnées 2D du regard sur l'écran dans un fichier csv (figure 11a). De ces coordonnées 2D (comprises entre (0, 0) et (1, 1)), il est possible de déterminer les coordonnées 3D de l'impact du regard dans l'environnement.

Pour l'application en réalité virtuelle, on récupère directement les coordonnées 3D de l'impact du regard dans l'environnement (figure 11b).

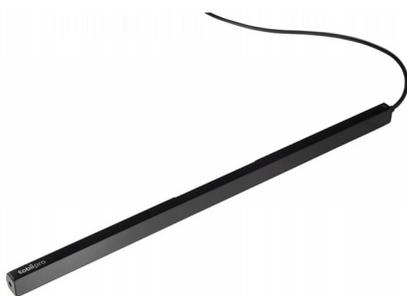


Figure 11 : Technologie d'eye-tracking a : à gauche version classique, b : casque vive pro eye

Ces technologies ne rajoutent rien pour le participant et ne sont pas contraignantes.

Afin d'obtenir des résultats sur l'état émotionnel du participant, on utilise des capteurs de fréquence cardiaque (figure 12b) ainsi que de conductance cutanée (figure 12a).



Figure 12 : Capteurs physiologiques a : à gauche GSR b :à droite ECG

Ces capteurs sont très légers et ne posent pas de contrainte stressante susceptible de fausser les résultats.

Afin d'évaluer les performances, toutes les actions de l'utilisateur dans la scène sont enregistrées et datées dans des fichiers textes. La commande demandée (avatar) et la commande saisie (tablette) sont également sauvegardées et sont comparées.

Enfin un dernier questionnaire (Annexe 2), post-expérimental a été réalisé avec l'expérimentateur. Ce dernier vise à trier chacune des quatre scènes sur différentes échelles. Ce questionnaire est tiré en partie du questionnaire sur l'état de présence du laboratoire de cyberpsychologie de l'UQO (Canada).

3.1.2 Protocole expérimental

L'expérimentation dure au total 45 minutes, à son arrivée, le participant est invité à remplir le questionnaire pré-expérimental.

Le participant est ensuite équipé des capteurs de fréquence cardiaque (ECG) et d'activité électrodermale (GSR), ces capteurs enregistrent en continu au cours de la séance, c'est à l'expérimentateur de créer des événements de synchronisation via le logiciel CAPTIV (logiciel permettant la collecte des mesures des capteurs) pour séquencer les données.

Chaque participant a été invité à passer sur chacune des quatre scènes dans un ordre aléatoire, l'ordre est défini au préalable et est unique pour chaque participant. Idéalement, on aurait voulu que chaque participant passe sur une unique scène, mais le nombre de personnes nécessaires pour obtenir des résultats aurait été trop important. Pour minimiser l'effet de mémorisation des plats sur la tablette, l'ordre de la carte a été mélangé entre chaque scène. Pour chacune de ces scènes, le participant devra prendre quatre commandes consécutives (donc au total seize commandes). Ce dernier a été invité à prendre son temps et s'immerger dans l'environnement. Entre chaque scène le temps de repos était d'une minute environ, afin de pouvoir stabiliser l'état émotionnel de ce dernier, ce temps devrait être idéalement plus important, le mieux serait même de faire passer chacun des cas sur plusieurs jours, mais cette solution reste peu envisageable car trop complexe. On estime que 45 minutes doit être la durée maximale de l'expérimentation.

Une fois les quatre cas passés, le participant peut se déséquiper des capteurs, il remplit ensuite le questionnaire post-expérimental avec l'expérimentateur.

On estime pouvoir obtenir des résultats significatifs à partir d'une quinzaine de participants. Cependant, les restrictions sanitaires n'ont permis que de faire passer trois sujets pour le moment.

3.1.3 Résultats attendus

Il est possible poser certaines hypothèses, à priori le majeur atout de la réalité virtuelle est d'apporter une immersion bien plus importante qu'une application bureau classique. Grâce à cette immersion l'utilisateur serait à priori plus sensible au contexte dans lequel il est placé.

L'application en réalité virtuelle serait donc plus susceptible de reproduire des conditions stressantes pour l'utilisateur. En revanche la majorité des participants ne seront probablement pas familiers à l'utilisation de la RV, et on peut s'attendre à des difficultés à accomplir la tâche. Toutefois, la répétition de cette dernière devrait permettre de rapidement s'y adapter. En effet, nous avons prévu de répéter quatre fois la tâche dans la scène pour pouvoir étudier l'évolution de la performance, et en particulier l'apprentissage.

3.2 Résultats

L'expérimentation permet de recueillir de multiples informations et données sur le participant. Il reste un travail important d'interprétation de ces données à effectuer.

3.2.1 Exploitation des résultats

Le questionnaire pré-expérimental peut être analysé afin de mieux comprendre les performances du participant.

Afin d'exploiter les données récoltées sur le comportement grâce à la technologie de l'eye-tracking, on pourra créer des cartes chaleurs de la position du regard dans l'environnement. Ces diagrammes permettront d'analyser le comportement du participant en fonction des quatre scènes.

Grâce aux capteurs physiologiques, on pourra créer des courbes de la fréquence cardiaque, de la température au bout de doigts et de la conductance cutanée au cours du temps. Ces mesures étant très subjectives, on analysera les courbes indépendamment les unes des autres, et on se focalisera plutôt sur les majeures variations au cours de l'expérimentation.

Les fichiers textes des données permettront d'évaluer la performance, mais aussi la progression du participant.

3.2.2 Premiers résultats

Le premier participant de l'expérimentation est passé le 28 juin, pour l'instant seulement trois participants sont passés au total, d'autres sont attendus au cours des semaines suivantes. Il y a encore trop peu de résultats pour pouvoir conclure, mais il est déjà possible d'observer certaines tendances. De la même manière, le traitement des résultats qui suit n'est pas abouti et a pour objectif de montrer le raisonnement qui sera adopté pour les résultats finaux.

D'après le questionnaire post-expérimental, la première scène a été plus difficile (on rappelle que l'ordre de passage est différent pour chaque personne) pour l'ensemble des participants jusqu'à présent. Il semblerait que cette première scène permette de s'adapter à l'environnement, ce

phénomène est indésirable mais prévisible. Comme mentionné dans le protocole expérimental, il aurait par exemple fallu faire passer chaque candidat sur une unique scène.

D'autre part, on constate que les performances sur les scènes en réalité virtuelle sont plus faibles pour les participants n'étant pas familiar avec cette dernière. Toutefois, on constate une bonne progression pour ces sujets. En effet, le participant numéro 2 déclare ne pas être habitué à l'utilisation de la RV, en isolant ses huit commandes prises sur application en réalité virtuelle, on constate une progression rapide. Le graphique ci-dessous montre le nombre d'erreurs du participant sur chacune des commandes prises en réalité virtuelle.

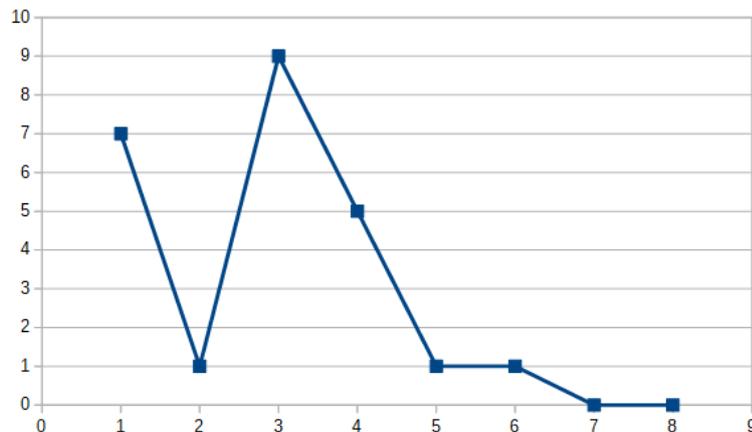


Figure 13 : Nombre d'erreurs du participant 2, pour chaque commande prise en RV

Concernant les données récupérées grâce au eyetracking, il n'est pas encore possible d'obtenir de tendance. Chaque participant semble avoir un comportement particulier, bien que logiquement le regard est majoritairement porté sur la tablette.

Pour le traitement des données sur l'application bureau, on récupère la liste des coordonnées 2D du regard, pour l'instant on présente les données sous forme de nuages de points, il sera par la suite plus pertinent de créer des cartes de chaleur.



Figure 14 : Repère appliqué à l'image de base

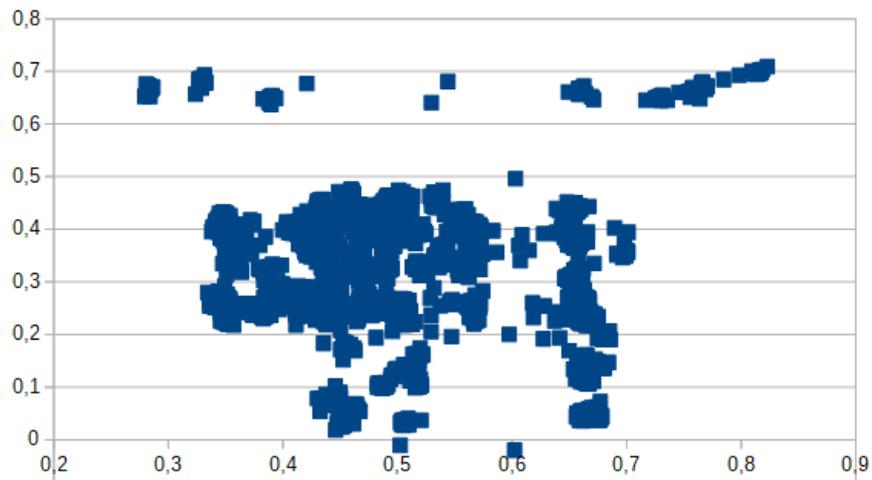


Figure 15 : coordonnées 2d du regard du participant 1 sur l'application bureau dans un contexte avec peu de clientèle

En projetant le nuage de points (figure 15) sur l'image de base (figure 14), on peut évaluer les parties les plus regardées au cours de la simulation. On constate que dans ce cas, le regard est majoritairement porté vers la tablette, puis sur les clients.

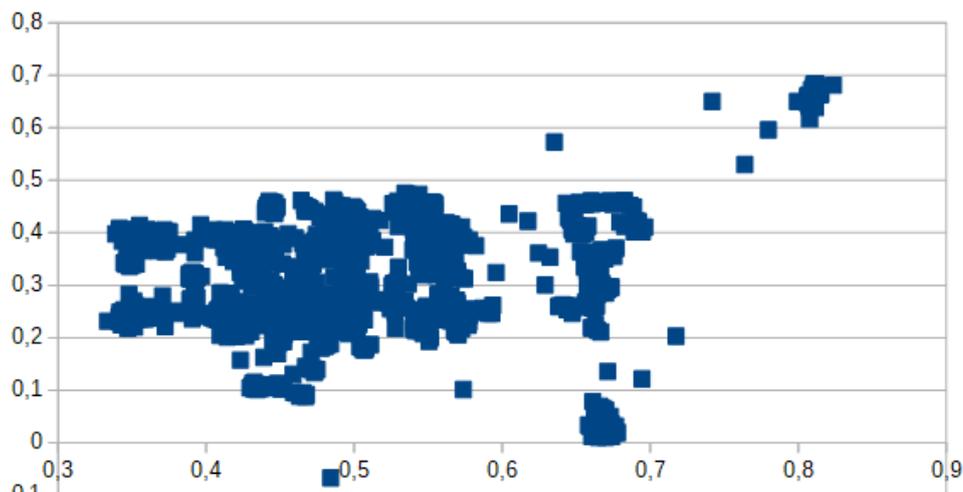


Figure 16 : coordonnées 2d du regard du participant 1 sur l'application bureau dans un contexte avec beaucoup de clientèle

Dans un contexte plus stressant, on constate que le participant a un peu moins regardé le personnage sur la gauche (figure 16), mais on a pour l'instant trop peu de données pour pouvoir affirmer que le contexte ait joué sur ce comportement.

Enfin les capteurs physiologiques ne permettent pas pour le moment de tirer de quelconques résultats. On n'observe pas de réaction commune entre les participants. Selon les questionnaires, les scènes ne suscitent pas particulièrement de stress chez les participants. Les variations de température et de conductance cutanée sont probablement indépendantes de l'expérimentation.

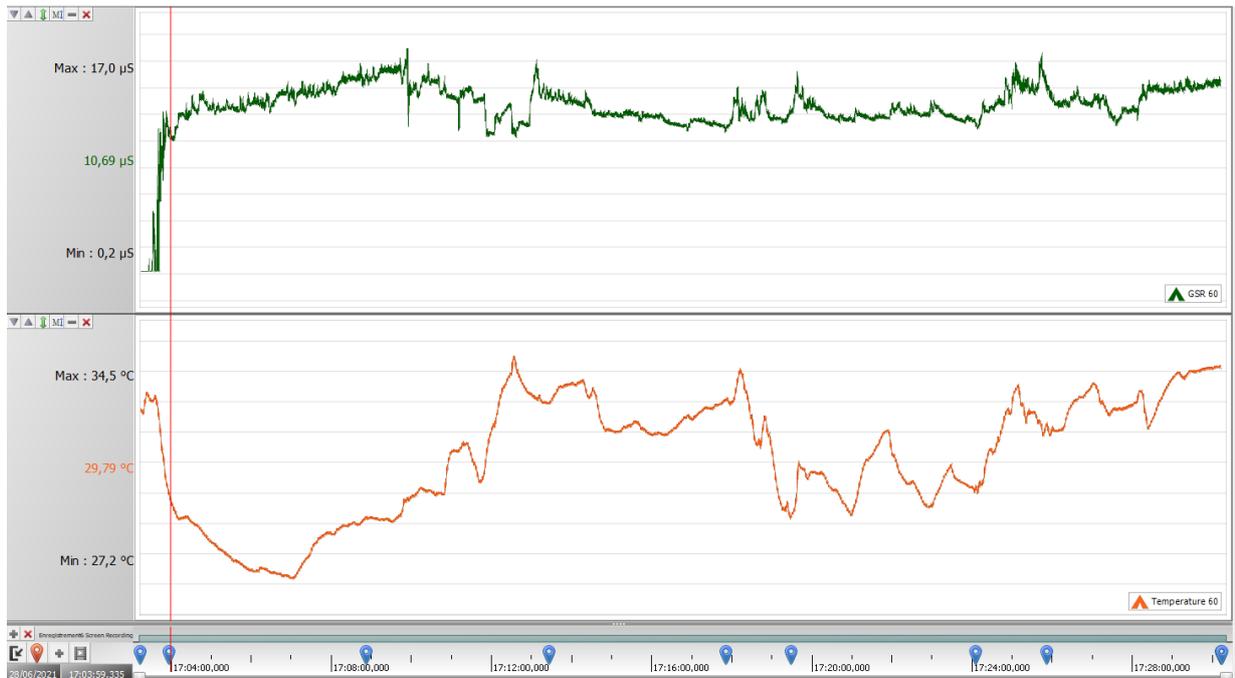


Figure 17 : Conductance cutanée et température mesurée sur le participant 2 au cours de l'expérimentation

Conclusion et perspectives

L'environnement développé en réalité virtuelle pour le GRETA d'Angers, dans le cadre des projets d'IHM-RV, lors du premier semestre de cette année, permet de s'entraîner à la prise de commande en restaurant. Cet environnement est particulièrement intéressant car il est un complément à la formation proposé en service dans la restauration. De plus le contexte de crise sanitaire a imposé d'envisager des alternatives à l'enseignement traditionnel effectué en présentiel. Afin de rendre cet outil accessible à tout élève la première partie de ce stage a été consacrée au développement d'une application bureau, sans casque de réalité virtuelle. Ainsi un apprenant aurait accès à celle-ci depuis chez lui, à travers un navigateur web, ou un exécutable, et à la version immersive au sein de l'établissement.

Dès lors, il est intéressant d'évaluer l'intérêt de l'immersion apportée par la réalité virtuelle. Dans ce but, on a créé quatre dérivées de l'environnement de base ; avec ou sans réalité virtuelle, et dans un contexte calme (peu de clientèle) ou bruyant (vingtaine de clients) afin d'ajouter du stress et de se rapprocher des conditions réelles.

Une étude (pilote study) est actuellement menée au userlab de l'université d'Angers, avec ces différentes configurations, pour évaluer leur influence sur la performance, le comportement, et l'état émotionnel. Celle-ci ayant débutée récemment (difficultés d'accès au userlab, et de trouver des sujets, et attente de matériel), il est donc actuellement impossible de faire des statistiques sur les résultats. On peut toutefois deviner certaines tendances et prédire certains résultats ; le contexte devrait jouer un rôle sur l'état émotionnel et la performance de l'utilisateur (un environnement bruyant et plus peuplé serait plus stressant et donc pousserait plus à l'erreur) dans la mesure où l'environnement est suffisamment immersif pour donner un aspect réel à la simulation. Les mesures actuelles sur l'état émotionnel des participants ne permettent pour l'instant pas d'aller dans ce sens, peut-être que l'immersion n'est pas suffisante ? En revanche, l'utilisation de la réalité virtuelle semble impliquer d'avantage l'apprenant dans les tâches, et malgré des performances au début plus faibles pour certains, la progression semble relativement rapide. Cette conclusion reste paradoxalement hypothétique, en l'attente de plus de résultats.

Bibliographie

- [1] J. Spilski, S. Schlittmeier, C. Giehl, T. Lachmann – Potential of vr in the vocational education and training of craftsmen – 2019
- [2] P. Gac, P. Richard, Y. Papouin, S. George, E. Richard - Virtual Interactive Tablet to Support Vocational Training in Immersive Environment – 2019
- [3] D. A. Bowman, E. Kruijff, J. J. LaViola. Jr., I. Poupyrev - An Introduction to 3-D User Interface Design – 2001
- [4] E. Shaw, W. L. Johnson, R. Ganeshan - Pedagogical agents on the Web – 1999
- [5] W. L. Johnson, J. Rickel - Steve: an animated pedagogical agent for procedural training in virtual environments – 1997
- [6] H. Kosinowski - Pedagogical Virtual Agents – 2009
- [7] J. C. Lester, B. A. Stone - Increasing believability in animated pedagogical agents – 1997
- [8] Lijia Lin, Paul Ginns, Tianhui Wang, Peilin Zhang - Using a pedagogical agent to deliver conversational style instruction: What benefits can you obtain? - 2020
- [9] S. Mittal, M. J. Doyle, E. Watz - Detecting intelligent agent behavior with environment abstraction in complex air combat systems – 2013
- [10] G. Makransky, P. Wismer, R. E. Mayer - A gender matching effect in learning with pedagogical agents in an immersive virtual reality science simulation – 2018
- [11] A. Turing – Computing machinery and intelligence – 1950
- [12] B. A. Shawar, E. Atwell - Different measurements metrics to evaluate a chatbot system – 2007
- [13] M. Hoque, M. Courgeon, JC . Martin, B. Mutlu, R. W. Picard - MACH: my automated conversation coach – 2013
- [14] Y. Kim, A.L. Baylor, E. Shen - Pedagogical agents as learning companions: the impact of agent emotion and gender – 2007
- [15] J. Sabourin, B. Mott, J. Lester - Computational Models of Affect and Empathy for Pedagogical Virtual Agents - 2011

Annexes :

Annexe 1 : questionnaire pré-expérimental



Formulaire de Consentement

Titre du projet : Conduite automobile en environnement virtuel.

Directeur & Codirecteur : Paul RICHARD (Maître de conférences HDR en réalité virtuelle, Polytech' Angers) Jeremy Bernard (Maître de conférences HDR en psychologie, université d'Angers).

Lieu de recherche : User Lab P2AC (Maison de la recherche Germaine Tillion, Université d'Angers).

La durée approximative de l'expérience est de 45 minutes.

Vos droits à la confidentialité

Toutes les informations concernant les participants seront conservées de façon anonyme et confidentielle. Le traitement informatique n'est pas nominatif, il n'entre pas de ce fait dans la loi Informatique et Liberté (le droit d'accès et de rectification n'est pas recevable). Cette recherche n'ayant qu'un caractère psychologique, elle n'entre pas de ce fait dans la loi Huriot-Sérusclat concernant la protection des personnes dans la recherche bio-médicale. La transmission des informations concernant le participant pour l'expertise ou pour la publication scientifique sera elle aussi anonyme.

Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps

La participation à ce projet de recherche est entièrement volontaire. Sachez que même si vous décidez de compléter cette enquête, il est possible d'arrêter à tout moment de le remplir, et tant que l'enregistrement final n'a pas été effectué, aucune de vos données ne sera traitée.

Vos droits de poser des questions en tout temps

Le participant a la possibilité d'obtenir des informations supplémentaires concernant cette étude auprès de l'investigateur principal (florence.gaudouin@edu.univ-fcomte.fr), et ce dans les limites des contraintes du plan de recherche.

Le présent consentement ne décharge en rien les chercheurs de leurs responsabilités. Le participant conserve les droits garantis par la loi.

Je soussigné(e) déclare avoir lu et compris les renseignements ci-dessus, et j'accepte librement et de façon éclairée de participer comme sujet à cette étude (Cochez la case pour acceptation).

Fait à Angers le 1 July 2021

Renseignements personnels

Merci de répondre aux questions suivantes et d'indiquer :

1. Votre sexe : Masculin Féminin
2. Votre âge : _____
3. Le niveau d'étude validé : Brevet Bac Bac +1 Bac +2 Bac +3
Autre _____
4. Suivez-vous un traitement médicamenteux ? Oui Non
 - Si oui, celui-ci a-t-il un effet sur votre attention ? Oui Non
 - Si vous le souhaitez, vous pouvez préciser quel est ce traitement
5. Présentez-vous un trouble de l'attention ? Oui Non
6. Présentez-vous un trouble de la vision ? Oui Non
 - Si oui, le trouble est-il corrigé au moment de l'expérience ? Oui Non
 - Si vous le souhaitez, vous pouvez préciser quel est ce trouble
 - Présentez-vous une vision normale des couleurs ? Oui Non
7. Avez-vous déjà travaillé en tant que serveur(se) ? (restaurant, bar, autre...) Oui Non
 - ⇒ **Si non**, Passez directement à la question 8.
 - ⇒ **Si oui**, combien de temps au total ?
 - Dans quel(s) type(s) d'établissements avez vous travaillé ?
8. Jouez-vous aux jeux vidéo ? Oui Non
 - ⇒ **Si non**, Passez directement à la question 9.
 - ⇒ **Si oui**, à quelle fréquence jouez-vous ? Environ heures par semaine.
 - A quel type de jeu jouez-vous le plus ?
9. Êtes-vous familier(ère) à la réalité virtuelle, si oui, à quelle fréquence l'utilisez-vous ?

Abstract - This report investigates the influence of immersion and context on performance, behavior and emotional state during an order-taking task. This study consists of testing several participants in four virtual environments. In these four environments, the user is asked to take an order from customers in a restaurant. The differences between them are based on immersion and context. In order to measure the object of the research, we use different sensors such as a skin conductance sensor, heart rate or eye tracking.

Keywords : Immersion, behavior, emotional state

Polytech Angers
62, avenue Notre Dame du Lac
49000 Angers