

**Institut Limousin de FOrmation
aux MÉtiers de la Réadaptation
Masso-Kinésithérapie**

**Intérêt pédagogique de la réalité virtuelle pour la présentation d'un
cas clinique par comparaison avec un cas clinique traditionnel :
une étude expérimentale**

Mémoire présenté et soutenu par

Claire Bonnin

En juin 2020



Mémoire dirigé par

Andrieux Nicolas

Co-directeur de la filière Masso-Kinésithérapie, ILFOMER

Membres du jury

M. Anaïck Perrochon, Maître de Conférences, ILFOMER

M. Dominique Pejoan, Masseur-Kinésithérapeute, CHU de Limoges

Remerciements

Je remercie :

Monsieur Perrochon, pour son aide inestimable et pour avoir consacré du temps à ce travail de recherche. Je n'aurai pas découvert la réalité virtuelle sans vous et le CSVS, merci pour cette passionnante découverte et pour votre confiance quant au prêt du matériel.

Monsieur Andrieux, directeur de mémoire pour son soutien et son accompagnement. Merci pour vos encouragements et votre intérêt au sujet de la réalité virtuelle et de mon mémoire.

Dominique Pejoan et **Eric Ranvial** pour leur expertise. Merci pour votre transmission du savoir nécessaire à la conduite de ce mémoire. Je vous remercie également pour votre disponibilité tout au long de la réalisation de ce projet.

Méryl Marchat pour nos échanges et nos brainstormings. Merci pour ton implication et ton talent de conception en réalité virtuelle. Je tiens aussi à remercier **Claire Nikitopoulos** pour ses précieux conseils et **Monsieur Borel** pour sa contribution.

Madame Briansoulet et **Monsieur Duzou** pour leur investissement dans notre formation. Merci d'avoir rendu ces quatre années aussi agréables. Je souhaite également remercier toute **l'équipe administrative de l'ILFOMER** pour leur disponibilité.

Le **Professeur François Vincent du CHU Dupuytren et son équipe**. Je tiens plus particulièrement à remercier **Magali Sebe** pour sa gentillesse et sa patience. Merci également au **Docteur Favard** et au **Docteur Simonneau** pour leurs temps et leurs précieux conseils.

Le **patient** qui a accepté de jouer le jeu avec beaucoup d'implication et de bonne humeur. Merci également aux personnes ayant pris le temps de tester l'étude. Je voudrais enfin remercier les **étudiants** d'avoir accepté de participer à mon étude.

L'ensemble de ma promotion pour ces quatre années. Je souhaite remercier plus particulièrement **Fanny** pour ces nombreuses années ensemble, merci du fond du cœur. Et **Pascaline**, la rédaction du mémoire n'aurait pas été aussi joyeuse sans toi, merci pour ta bienveillance et tes attentions.

Tous mes proches qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de ma scolarité.

Ma famille. Sans vous je n'aurai certainement jamais entrepris des études en santé. Merci à **Ariane** et **Sophie** pour m'avoir fait découvrir la recherche, merci pour vos relectures et vos précieux conseils. Merci à **Emmanuel** pour son soutien inconditionnel. Et enfin merci à **mes parents**. Des remerciements ne suffiront pas à vous exprimer mon amour et ma reconnaissance. Merci de m'avoir permis de réaliser autant de projets et de m'avoir soutenu dans les moments les plus difficiles.

Enfin, merci à tous ceux qui prendront le temps de lire mon mémoire et plus particulièrement aux membres de mon jury.

Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :
« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »
disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Charte anti-plagiat

La Direction Régionale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale délivre sous l'autorité du Préfet de région les diplômes du travail social et des auxiliaires médicaux et sous l'autorité du Ministre chargé des sports les diplômes du champ du sport et de l'animation.

Elle est également garante de la qualité des enseignements délivrés dans les dispositifs de formation préparant à l'obtention de ces diplômes.

C'est dans le but de garantir la valeur des diplômes qu'elle délivre et la qualité des dispositifs de formation qu'elle évalue que les directives suivantes sont formulées à l'endroit des étudiants et stagiaires en formation.

Article 1 :

Tout étudiant et stagiaire s'engage à faire figurer et à signer sur chacun de ses travaux, deuxième de couverture, l'engagement suivant :

Je, soussignée Claire Bonnin

**atteste avoir pris connaissance de la charte anti plagiat élaborée par la DRDJSCS NA
– site de Limoges et de m'y être conformée.**

Et certifie que le mémoire/dossier présenté étant le fruit de mon travail personnel, il ne pourra être cité sans respect des principes de cette charte.

Fait à Limoges, Le lundi 11 mai 2020

Suivi de la signature.



Article 2 :

« Le plagiat consiste à insérer dans tout travail, écrit ou oral, des formulations, phrases, passages, images, en les faisant passer pour siens. Le plagiat est réalisé de la part de l'auteur du travail (devenu le plagiaire) par l'omission de la référence correcte aux textes ou aux idées d'autrui et à leur source » .

Article 3 :

Tout étudiant, tout stagiaire s'engage à encadrer par des guillemets tout texte ou partie de texte emprunté(e) ; et à faire figurer explicitement dans l'ensemble de ses travaux les références des sources de cet emprunt. Ce référencement doit permettre au lecteur et correcteur de vérifier l'exactitude des informations rapportées par consultation des sources utilisées.

Article 4 :

Le plagiaire s'expose aux procédures disciplinaires prévues au règlement intérieur de l'établissement de formation. Celles-ci prévoient au moins sa non présentation ou son retrait de présentation aux épreuves certificatives du diplôme préparé.

En application du Code de l'éducation et du Code pénal , il s'expose également aux poursuites et peines pénales que la DRJSCS est en droit d'engager. Cette exposition vaut également pour tout complice du délit.

Vérification de l'anonymat

Mémoire DE Masseur-Kinésithérapeute

Session de juin 2020

Attestation de vérification d'anonymat

Je soussignée(e) Claire Bonnin

Etudiante de 4ème année

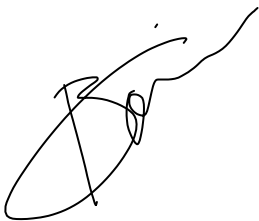
Atteste avoir vérifié que les informations contenues dans mon mémoire respectent strictement l'anonymat des personnes et que les noms qui y apparaissent sont des pseudonymes (corps de texte et annexes).

Si besoin l'anonymat des lieux a été effectué en concertation avec mon Directeur de mémoire.

Fait à : Limoges

Le : lundi 11 mai 2020

Signature de l'étudiante

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Claire Bonnin', written in a cursive style.

Glossaire

RV : Réalité Virtuelle

HAS : Haute Autorité de Santé

IGAENR : Inspection Générale de l'Administration de l'Education Nationale et de la Recherche

CAVE : Cave Automatic Virtual Environment

RA : Réalité augmentée

SUSQ : Slater-Usch-Steed Questionnaire

BDMK : Bilan Diagnostique Masso-Kinésithérapique

MK : Masso-Kinésithérapie

GE : Groupe Expérimental

GC : Groupe Contrôle

EC : Ecart-type

Table des matières

Introduction.....	13
Apprentissage et innovations pédagogiques.....	14
1. Définition.....	14
2. Différentes théories de l'apprentissage.....	14
2.1. Conditionnement.....	14
2.2. Socio-constructivisme.....	14
2.3. Cognitivisme.....	15
2.4. Expérientiel.....	15
2.5. Connectivisme.....	16
2.6. Conclusion.....	16
3. La formation en kinésithérapie.....	16
4. Optimisation pédagogique.....	17
4.1. Stratégie d'enseignement.....	17
4.2. Motivation.....	18
4.3. Contexte d'apprentissage.....	18
4.4. Réflexivité.....	19
La simulation en santé.....	20
1. Définition.....	20
2. Recommandations.....	21
3. Différents outils pour différentes utilisations.....	22
Réalité virtuelle.....	24
1. Définition.....	24
2. Différents modèles.....	25
3. Intérêts et limites.....	27
4. En pédagogie.....	28
4.1. En santé.....	29

4.2. En kinésithérapie	30
Problématisation.....	31
1. Objectifs de l'étude expérimentale	31
2. Hypothèses en lien avec les objectifs	31
Matériel et méthode.....	32
1. Design.....	32
2. Population.....	32
3. Méthode	33
3.1. Mise en œuvre du projet.....	33
3.2. Conception de l'outil	33
3.2.1. Conception du cas clinique	33
3.2.2. Scénarisation.....	34
4. Déroulement de l'étude	37
5. Variables étudiées	39
5.1. Tests.....	39
5.2. Notes.....	39
5.3. Questionnaire de ressenti.....	40
6. Analyse statistique.....	40
Résultats.....	42
1. Population.....	42
2. Notes.....	44
3. Questionnaire de ressenti	45
3.1. Comparaison du ressenti entre les groupes	45
3.1.1. Le cas clinique.....	45
3.1.2. La modalité d'enseignement	46
3.1.3. Expériences et connaissances antérieures	47
3.2. Réalité virtuelle	49

Discussion	53
1. Résultats.....	53
2. Intérêt en pédagogie.....	56
3. Limites.....	56
3.1. Population	56
3.2. Cas clinique.....	57
3.3. Critères d'évaluation	58
4. Perspectives	59
Conclusion.....	61
Références bibliographiques	62
Annexes.....	70

Table des illustrations

Figure 1 : Classification de la simulation en santé d'après G.Chiniara.....	20
Figure 2 : Casque de réalité virtuelle Oculus Go.....	24
Figure 3 : Casque de réalité virtuelle HTC Vive	26
Figure 4 : Calendrier du projet	33
Figure 5 : Supports de présentation du cas clinique selon le groupe	34
Figure 6 : Cas clinique en RV (1).....	36
Figure 7 : Cas clinique en RV (2).....	36
Figure 8 : Déroulement de l'étude.....	37
Figure 9 : Diagramme de flux présentant de recrutement, l'allocation, le suivi et l'analyse de la population étudiée. Adaptée du CONSORT	42
Figure 10 : Notes obtenues en moyenne au BDMK selon le groupe.....	44
Figure 11 : Bilan : notes obtenues en moyenne aux sous-parties selon le groupe.....	45
Figure 12 : Corrélacion entre la moyenne des notes et le score moyen au SUSQ.....	49

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques d'inclusion et de non-inclusion de la population	32
Tableau 2 : Caractéristiques de la population selon le groupe d'appartenance	43
Tableau 3 : Quantité d'informations dans le cas clinique selon le groupe	46
Tableau 4 : Evaluation de la concentration selon le groupe	46
Tableau 5 : Ressenti des groupes par rapport à la modalité d'enseignement.....	47
Tableau 6 : Expériences et connaissances antérieures selon la moyenne des notes	48
Tableau 7 : Résultats du SUSQ	49
Tableau 8 : Moyenne des notes et score moyen au SUSQ par étudiant.....	50
Tableau 9 : Tolérance de la RV selon le SUS Mean.....	50
Tableau 10 : Evaluation de la concentration selon le SUS Mean	50
Tableau 11 : Notion du temps selon la moyenne des notes à la partie 1 du Bilan.....	51
Tableau 12 : Tolérance, difficulté de prise en main du casque et motivation selon la moyenne des notes	52

Introduction

La maquette et le référentiel de la formation en masso-kinésithérapie recommandent aux enseignants de proposer des cas cliniques aux étudiants. La représentation d'un patient à partir d'un texte est parfois difficile à appréhender pour un étudiant sans expérience. De plus, il est recommandé aux formateurs d'optimiser l'enseignement et l'apprentissage en définissant leurs objectifs pédagogiques selon les théories de l'apprentissage.

De nouvelles technologies possèdent de nombreux atouts encourageant leur utilisation en pédagogie et plus particulièrement en simulation en santé. Parmi ces innovations, les casques de réalité virtuelle connaissent un essor considérable depuis quelques années. Ils sont devenus plus performants mais aussi moins coûteux et plus accessibles. Certaines caractéristiques de la réalité virtuelle comme l'immersion et le sentiment de présence permettent de rendre les situations vécues authentiques. Ainsi la réalité virtuelle est intéressante pour les formations en santé et notamment en médecine. Cependant, la littérature ne rapporte que très peu son utilisation en kinésithérapie comme outil pédagogique.

L'intérêt pédagogique de la réalité virtuelle pour la présentation d'un cas clinique a donc été étudié par comparaison avec un cas clinique traditionnel.

Apprentissage et innovations pédagogiques

1. Définition

D'après le Larousse, nous pouvons définir l'apprentissage comme « l'ensemble des processus de mémorisation mis en œuvre par l'animal ou l'homme pour élaborer ou modifier les schèmes comportementaux spécifiques sous l'influence de son environnement et de son expérience » (1). Les théories de l'apprentissage sont des processus pouvant expliquer le fonctionnement de l'apprentissage.

2. Différentes théories de l'apprentissage

Les théories de l'apprentissage sont nombreuses, complexes et se rejoignent parfois (2). Nous pouvons néanmoins les différencier les unes des autres en fonction du mode d'acquisition des connaissances. Certaines théories s'appuient sur le conditionnement. D'autres utilisent la compréhension et le raisonnement pour construire la réponse comme les théories du socio-constructivisme et du cognitivisme (3).

2.1. Conditionnement

La théorie du conditionnement ne prend pas en compte la participation consciente du sujet, ni sa personnalité. Elle considère que la réponse se construit par un transfert de réflexe, un renforcement ou une succession d'essais privilégiant la réponse souhaitée. C'est l'entraînement qui permet de stabiliser la nouvelle connaissance (4) (5). Nous pouvons citer par exemple l'enseignement par un formateur d'une technique de désencombrement en kinésithérapie respiratoire à des étudiants.

2.2. Socio-constructivisme

Ce modèle considère que chaque apprenant possède des connaissances qui lui permettront d'en construire de nouvelles après résolution d'un problème. L'enseignant et les autres étudiants participent également à ce cheminement : proposer le problème, soutenir l'apprenant.

Afin de construire ces nouvelles connaissances, un certain nombre d'éléments interviennent :

- les connaissances antérieures,
- le contexte,
- l'expérience,
- l'interaction et la coopération dans l'apprentissage (par le formateur et les étudiants),
- la réflexion menée par l'étudiant,
- la réorganisation des données,
- la vision d'ensemble,
- la prise de conscience de l'évolution des connaissances et du déséquilibre cognitif (le fait que l'étudiant prenne conscience de ses difficultés face à un travail à accomplir ce qui conduira à la démarche d'apprentissage) (4) (6).

Nous pouvons illustrer cette théorie par la démarche d'un étudiant lors d'un stage de kinésithérapie. L'étudiant devant effectuer une séance de rééducation avec un patient va se questionner sur les meilleurs moyens à mettre en œuvre d'après ses connaissances préalables. L'interaction avec son tuteur de stage lui permettra d'apprendre de nouveaux moyens afin d'améliorer la prise en charge.

2.3. Cognitivism

D'après cette théorie, l'apprentissage est un traitement de l'information où l'engagement actif de l'étudiant joue un rôle important. Contrairement au conditionnement, le cognitivism s'intéresse à la manière dont l'étudiant traite le stimulus (4).

Les points communs entre le cognitivism et le socio-constructivism sont le processus de construction des connaissances, le sens qu'à l'apprentissage aux yeux de l'étudiant, la fréquence à laquelle l'enseignement apporte un soutien formatif et la complexité propre à chaque apprentissage. Ces deux théories se différencient par l'interaction sociale et la co-construction des connaissances (4).

2.4. Expérientiel

Cette théorie décrit l'apprentissage comme des cycles commençant par une expérience par la suite explicitée puis mis en lien avec les nouvelles connaissances et

finalement régulée pour être utilisable dans de nouvelles situations. Elle adopte le point de vue de la théorie constructiviste à certains égards. L'enseignant est facilitateur vis-à-vis des apprenants pour les motiver à aborder ces différentes étapes (7).

Nous retrouvons par exemple ce type d'apprentissage pour savoir utiliser et adapter la technique de désencombrement à différentes pathologies de la manière la plus appropriée.

2.5. Connectivisme

Le connectivisme prend en compte l'ère du digital et postule que les personnes traitent l'information en créant des liens. Ce paradigme suggère que les gens n'arrêtent pas d'apprendre après avoir terminé leur éducation mais qu'ils continuent à rechercher et à acquérir des connaissances en dehors des réseaux d'éducation traditionnels en utilisant les nouveaux outils technologiques (8).

2.6. Conclusion

Quelque soit la théorie d'apprentissage Il n'y a véritablement acquisition que s'il y a réponse du sujet à la situation. Et, selon le constructivisme, que s'il y a en plus compréhension ou prise de conscience de ce comportement nouveau, ce qui ramène à une conceptualisation de la part de l'apprenant. C'est par la prise en compte, « automatique » ou consciente, des effets produits lors des différentes confrontations à une situation donnée que le comportement se modifie (5).

Il y a également un lien important entre les lois de l'apprentissage et celles de la mémorisation (5). Ainsi, certains facteurs peuvent avoir un impact positif ou négatif sur l'apprentissage : la qualité du sommeil, la mémoire, l'humeur et l'état émotionnel, la nécessité, les capacités d'attention et de concentration, l'âge, le sexe ou encore l'entraînement (9).

3. La formation en kinésithérapie

Les Instituts de Formation en Masso-Kinésithérapie ont pour mission de former les étudiants à la future pratique professionnelle. Depuis la réforme de la formation définie par les arrêtés du 2 septembre 2015 et du 31 décembre 2015, ces études durent quatre ans (deux cycles de deux ans) (10) (11).

Selon Maleyrot et al. « l'étudiant est ainsi formé pour devenir un professionnel de santé autonome, responsable, réflexif, capable d'analyser toutes situations de santé relevant de sa compétence » (12).

La maquette de la formation issue de cette réforme présente le contenu et suggère des recommandations pédagogiques pour chaque Unité d'Enseignement. Considérant ces consignes, le formateur dispose tout de même d'une certaine liberté pour transmettre ses connaissances et peut alors se demander quels choix pédagogiques seraient les plus appropriés.

Il apparaît qu'une connaissance des théories de l'apprentissage pourrait permettre un enseignement plus pertinent des formateurs. Pour s'aider d'une théorie de l'apprentissage, l'enseignant devrait définir ses objectifs d'apprentissage en lien avec la future activité professionnelle et la démarche qu'il souhaite utiliser pour parvenir à construire la réponse. Lorsqu'une nouvelle réponse est construite, elle se doit d'être mobilisable facilement. On considère donc que l'apprentissage est terminé et durable lorsque cette réponse devient une réaction réflexe et reste stable dans le temps (5) (13).

4. Optimisation pédagogique

4.1. Stratégie d'enseignement

L'enseignement est un ensemble de stratégies concourant à l'apprentissage des connaissances par l'apprenant. De nos jours, l'enseignement magistral domine largement (6).

Avec l'apport de la psychologie cognitive, J.Tardif propose dans les années 1990 un enseignement stratégique en 3 phases successives :

1. La contextualisation pour activer les connaissances,
2. La décontextualisation pour traiter et intégrer des informations nouvelles à l'aide d'un nouveau contenu
3. La recontextualisation pour mettre en application et transférer ces nouvelles connaissances à une nouvelle situation (14)

Cette proposition est reprise de nos jours par d'autres auteurs dont T.Pelaccia (4) concernant les étudiants en santé et M.Lebrun (6) pour l'application des technologies en formation.

D'autres pédagogies sont de plus en plus employées, comme la pédagogie active ou la pédagogie inversée. La pédagogie active s'inspire des théories du cognitivisme et du socioconstructivisme et peut être définie comme les activités, méthodes et procédés permettant un engagement effectif et observable des étudiants dans leurs enseignements et apprentissages (15) (16). En pédagogie inversée, les travaux à distance et en présentiel sont inversés. Par exemple le cours magistral sera réalisé à la maison et les devoirs en classe (17).

4.2. Motivation

La motivation est un facteur important pour la qualité de l'apprentissage, les stratégies d'apprentissage, la persévérance, et la réussite de l'étudiant. Elle désigne les raisons qui poussent une personne à s'investir dans une activité mais aussi à persévérer et poursuivre son implication dans cette activité. Il n'y a pas de consensus concernant une définition de la motivation, de nombreuses théories tentent de l'expliquer. Nous pouvons, par exemple, parler de motivation intrinsèque (propre au choix de l'individu uniquement : vouloir devenir kinésithérapeute, avoir l'envie de réaliser une activité qui l'intéresse) et de motivation extrinsèque (liée à des contraintes externes à l'individu : gagner un salaire élevé) (4) (18).

Une étude réalisée auprès d'étudiants en médecine chinoise montre que la motivation intrinsèque est significativement et positivement associée à un sentiment d'efficacité personnelle, à l'engagement dans l'apprentissage et les résultats académiques (19).

La motivation incombe à la fois à l'enseignant et à l'étudiant. Elle est plus élevée si l'activité proposée semble utile à l'étudiant. L'enseignant peut, par exemple, agir sur la motivation de ses étudiants en jouant sur l'environnement de travail et les activités d'apprentissage proposées (4).

4.3. Contexte d'apprentissage

On constate un décalage entre les savoirs acquis pendant la formation et la réalité des milieux de soins. Ces savoirs seraient peu ou pas mobilisables et nécessiteraient une transformation pour pouvoir être applicable sur le terrain. Afin d'y pallier et pour permettre le meilleur transfert des apprentissages possible, il est nécessaire de contextualiser à l'aide de

situations authentiques. Par ailleurs, l'authenticité du contexte d'apprentissage influence la motivation de l'étudiant (4).

4.4. Réflexivité

Pour tirer profit d'un apprentissage, il est crucial de prendre de la distance et, plus tard, de l'analyser. Cette réflexivité (ou analyse à posteriori) faciliterait le transfert des apprentissages (4) (15). Mais savoir se poser les bonnes questions demande une information correcte et décelable, son traitement, son analyse et enfin son évaluation (6). Enfin il semblerait que les étudiants souhaiteraient développer leur sens critique, et apprendre dans l'interaction (6).

La simulation en santé

1. Définition

Les formations en santé évoluent rapidement et les nouvelles technologies sont de plus en plus employées notamment en simulation (20).

Parent et al. désignent la simulation dans les formations en santé comme « toute tâche ou situation professionnelle reconstruite à l'aide de divers moyens et exploitée dans le cadre d'un dispositif pédagogique à des fins d'enseignement, d'apprentissage ou d'évaluation » (15).

Selon la Chambre des représentants USA, lors du 11^e congrès (2009), le terme « simulation » en santé correspondrait à l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle (RV) ou d'un patient standardisé pour reproduire des situations ou des environnements de soin. La simulation a pour but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels » (21).

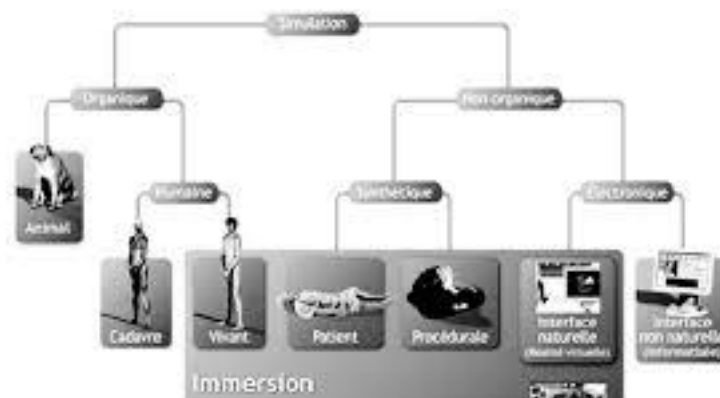


Figure 1 : Classification de la simulation en santé d'après G.Chiniara

Les jeux de rôles font aussi partie des moyens de simulation : par petits groupes, deux à trois personnes simulent la prise en charge d'un patient et les autres observent. Les patients peuvent être standardisés : une personne est entraînée pour jouer avec précision le rôle d'un patient, ou on peut avoir recours à un « vrai » patient (21). Dans cette perspective, le « patient-partenaire » pourrait fournir une approche intéressante dans le futur des formations en sciences de la santé (15).

La simulation est un moyen d'apprentissage des compétences cliniques qui ne sont pas toujours vues en stage ou qu'il n'est pas adapté d'apprendre en conditions réelles (21). Elle facilite également le transfert de ces apprentissages à des situations réelles (15) (22). Elle permet l'imitation, le « faire comme si » et l'interactivité (23).

C'est pour des raisons éthiques, entre autres, que la méthode d'enseignement "voir, faire, enseigner" (en anglais "see one, do one, teach one") n'est plus acceptable. L'utilisation de la technologie dans les formations médicales a pour objectifs pédagogiques de faciliter l'acquisition des connaissances basiques, mais aussi d'améliorer la prise de décision, de pratiquer des événements rares ou critiques, d'apprendre le travail en équipe, et d'améliorer les capacités psychomotrices (24).

Différentes technologies permettent d'atteindre ces objectifs et de répondre aux challenges que représentent les attentes des formations médicales et paramédicales (24). Mais certains auteurs mettent en garde : ce n'est pas une solution à tous les problèmes actuels de l'enseignement (échec, démotivation...). Ces technologies constituent des outils conduisant l'enseignant à innover dans ses méthodes pour les centrer sur l'activité de l'étudiant (6).

2. Recommandations

En 2012, l'HAS (Haute Autorité de Santé) diffuse un rapport sur la simulation en santé : alors que la simulation est un outil pédagogique à part entière en Amérique du Nord, les inégalités sont importantes en Europe. Et en France la simulation n'est qu'émergente.

La simulation en santé présente un double intérêt économique et sécuritaire. Par exemple pour l'apprentissage d'un geste chirurgical, les répercussions financière et éthique d'un entraînement sont bien moins coûteuses en simulation que lors d'un acte réel. De nombreux domaines sont concernés, on retrouve toutefois plus souvent l'anesthésie-réanimation, la médecine d'urgence, la périnatalité et les soins infirmiers. Ces champs sont probablement majoritaires en raison de la fréquence des situations d'urgence, à risques ou complexes rencontrées.

Le rapport de l'HAS propose 10 points clefs, la premier étant l'intégration de la simulation dans la formation initiale des professions de santé avec toujours ce même objectif prioritaire « jamais la première fois sur un patient » (20).

En 2018, le rapport IGAENR (Inspection Générale de l'Administration de l'Education Nationale et de la Recherche) sur les innovations pédagogiques numériques et la transformation des

établissements d'enseignement supérieur constate que ces innovations s'inscrivent dans de « nouvelles modalités d'apprentissage et d'acquisition de compétences réputées plus efficaces » et propose des recommandations pour leurs mises en place dans les universités.

Nous avons vu précédemment que l'authenticité du contexte d'apprentissage pouvait faciliter le transfert des apprentissages et agir positivement sur la motivation (4). En simulation, l'authenticité peut être améliorée par le scénario (caractéristiques des patients, temporalité, de l'environnement physico-technologique ou du comportement d'un patient ou de sa famille) et évaluée par les interactions entre les formateurs et les apprenants (25).

3. Différents outils pour différentes utilisations

L'utilisation de l'ordinateur à visée pédagogique se développe depuis les années 1980 (21). Bien que la recherche ne soit pas étendue à ce sujet (24), des études montrent un effet positif sur l'engagement, la satisfaction et l'acquisition des connaissances (26) (24) (27). Il y aurait, cependant, une relation opposée entre le nombre de sessions sur ordinateur et les résultats de l'apprentissage (28).

Des bénéfices sont aussi observés chez des étudiants en kinésithérapie. En Norvège, une étude a été menée sur une classe inversée. Le contenu à travailler à distance était sur l'ordinateur avant des échanges en présentiel. Les résultats montrent que par comparaison avec les années précédentes, les étudiants obtiennent de meilleurs résultats à l'évaluation sur le cours (29) (30).

Les smartphones peuvent être utiles pour les applications d'anatomie et de physiologie (24).

Les *serious games* peuvent être définis comme : « une application informatique interactive (...) qui a un objectif stimulant, qui est amusante et engageante (...) et qui fournit à l'utilisateur des compétences, des connaissances ou des attitudes utiles dans la réalité » (31) (32). Ils désignent les jeux vidéos engageant les utilisateurs à un apprentissage, par exemple pour développer le raisonnement clinique ou pour l'entraînement des professionnels de santé (chirurgiens) (24) (33).

Les mannequins en simulation vont du simple mannequin d'enfant ou d'adulte, au mannequin haute-fidélité. Les plus sophistiqués sont reliés à un ordinateur permettant de choisir les

constantes vitales, et d'avoir un feedback immédiat sur l'évolution clinique du patient selon les choix de prise en charge effectués (21). Un étudiant peut, par exemple s'entraîner à poser un cathéter ou à effectuer un examen cardiaque sur ce type de simulateur (21).

Les simulations médicales haute-fidélité facilitent l'apprentissage dans certaines conditions.

Ces conditions sont améliorées par les caractéristiques suivantes :

- proposer un débriefing,
- répéter la pratique,
- intégrer la simulation dans la formation initiale ou continue des étudiants,
- proposer une difficulté croissante en intégrant plusieurs stratégies d'apprentissage,
- prendre en considération la grande diversité des situations cliniques,
- un environnement contrôlé permettant les essais et les erreurs sans conséquences néfastes,
- offrir un apprentissage individuel actif reproductible et standardisé,
- définir des objectifs ou des repères pour permettre les comparaisons
- la validité de la simulation (34).

Réalité virtuelle

1. Définition

L'expression « réalité virtuelle » au sens technologique qui nous intéresse a été introduite par Jaron Lanier en 1985 (35). D'après Arnaldi : « La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects de monde réel (23). « La réalité virtuelle a pour objectif de permettre à l'utilisateur de réaliser virtuellement une tâche tout en ayant l'impression de l'effectuer dans le monde réel. Pour générer cette sensation, la technologie doit « tromper le cerveau » en lui fournissant des informations reproduisant celles qu'il percevrait dans un environnement réel » (35).

Il n'y a pas de consensus concernant une définition de la RV. Certains auteurs parlent de RV pour désigner un monde virtuel via ordinateur. D'autres considèrent que les CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)¹ en font partie (36). Dans cette partie, nous ne considérons que la RV par casques.



Figure 2 : Casque de réalité virtuelle Oculus Go
(© Facebook LLC – USA)

¹ Le CAVE est une pièce dans laquelle des images 3D sont projetées sur le sol et les murs

Cette technologie évolue depuis plusieurs décennies mais connaît un essor considérable depuis quelques années : en 2014, Facebook rachète la société Oculus Rift et Google dévoile la même année son premier masque de RV : le Google Cardboard² (37). En effet, la RV nécessite des écrans de haute qualité et des appareils puissants. La miniaturisation des ordinateurs et l'amélioration de leur performance a donc rendu la RV beaucoup plus accessible (38).

Il y a deux manières d'envisager la RV : à partir d'un monde entièrement créé par ordinateur. Ce monde peut être virtuel en 3 dimensions, ou réel (vidéos en 360°), ou encore réel avec ajout d'éléments virtuels créés par ordinateur. Elle est caractérisée par son immersivité (37).

Il convient de différencier la RV, de la réalité augmentée (RA), de la réalité mixte et de la réalité étendue. Un système de RA permet de combiner ou de remplacer des objets de la vie réelle par des éléments virtuels ou bien de les superposer. Dans ce sens on peut dire que la RA complète la réalité au lieu de la remplacer (33). Elle peut être utilisée avec des lunettes, par exemple en sport pour consulter un message. La réalité mixte est un mélange entre la RV et la RA : des éléments virtuels peuvent être recouverts par du réel. La réalité étendue désigne toutes les formes de réalité modifiées par ordinateur, elle comprend la RA, la RV et la réalité mixte (37).

2. Différents modèles

Les casques de RV ont été améliorés en suivant les progrès technologiques de ces dernières décennies, leur utilisation est de plus en plus répandue ce qui a contribué à les rendre financièrement plus accessibles et donc plus démocratisés. Le rapport de la CSA (Etat des lieux du marché de la RV, en Juillet 2016) estime que le marché de la RV est grand public depuis 2016. L'International Data Corporation prévoyait une commande de casques de VR à 8,9 millions d'unités en 2019, soit une hausse de 54,1% par comparaison à 2018³.

² Google Cardboard – Google VR [Internet]. [cité 5 mai 2020]. Disponible sur: <https://arvr.google.com/cardboard/>

³ <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44966319>

Une étude paru en 2019 de l'Ifop estime que 41 % des Français ont déjà essayé la RV (une seule fois pour la majorité) et que 6,5 % des Français possèdent un dispositif de RV (jusqu'à 15,9 % chez les 15-34 ans) (39) (37).

Nous pouvons différencier les casques d'après leurs caractéristiques : nombre d'images par seconde, résolution (pixels), qualité du son, filaire ou non, compatibilité (PC, smartphone, console), vidéo à 360° ou non, taux de rafraichissement, connectique, intégration de capteurs de mouvement, processeur. Les prix s'étendent de quelques centaines d'euros pour des casques d'entrée de gamme à plusieurs milliers d'euros pour les plus sophistiqués (HTC Vive - © HTC Corporation - Taïwan).



Figure 3 : Casque de réalité virtuelle HTC Vive
(© HTC Corporation - Taïwan)

Si nous comparons un casque Oculus Go (© Facebook LLC – USA) (Figure 2) à un HTC Vive (Figure 3) on remarque des performances inégales : l'HTC Vive est relié à un ordinateur ce qui lui donne une puissance bien supérieure à celle de l'Oculus Go. Il y a une différence de prix de l'ordre de plusieurs milliers d'euros. Enfin, l'HTC Vive est filaire et nécessite un environnement dégagé, ce qui n'est pas le cas de l'Oculus Go.

De nos jours, les casques évoluent si rapidement qu'ils sont bien souvent dépassés dès que de nouveaux modèles arrivent en vente.

3. Intérêts et limites

Les casques de RV ont plusieurs atouts : l'interactivité, l'immersion, le sentiment de présence et le concept d'embodiment, la libération du risque et l'affranchissement des barrières physiques.

L'interactivité appliquée au numérique est l'association « de la réactivité et de la vitesse qui instaurent un lien spécifique entre le média et les individus » (40). C'est l'interaction entre l'utilisateur et le système pour simuler la réalité ainsi que le degré à lequel l'utilisateur peut modifier l'environnement de la RV en temps réel (23) (41). Différents types d'interaction, de sélection dans l'environnement sont possibles selon les casques : avec les manettes, par le regard ou par la reconnaissance des mains.

L'immersion est le fait que l'utilisateur se coupe du monde réel pour entrer dans le virtuel (23). Elle dépend de la sensibilité et de l'expérience de chacun (37). On distingue la RV immersive (casque de RV) de la RV non immersive : regarder un environnement virtuel de l'extérieur, par exemple sur ordinateur. La RV se développe depuis maintenant de nombreuses années ce qui a permis une amélioration considérable du degré d'immersion.

Le sentiment de présence est l'expérience subjective d'être à un endroit ou dans un environnement même si l'utilisateur se trouve ailleurs (42). Ce sentiment crée l'illusion perceptive de la non-médiation : l'utilisateur n'a plus conscience qu'il utilise un média. La RV est le seul dispositif à en avoir les capacités (43), la qualité du son est un facteur améliorant ce sentiment (44) (37). Bouvier propose quatre critères pour définir ce sentiment : la présence physique, la présence sociale, la présence de soi et la présence d'action (45). Le Slater Usoh Steed Questionnaire (SUSQ), le questionnaire de Witmer-Singer et l'ITC-SOPI, ainsi que des mesures comportementales ou physiologiques permettent l'évaluation du sentiment de présence (46) (47).

Le concept d'embodiment est l'expérience subjective de se sentir incarné dans un autre corps que le sien, ce qui se traduit par des réactions biologiques similaires à celle du corps incarné (37).

La réalité de l'environnement n'a pas de définition précise, toutes les études ne mettent pas le même degré de réalisme derrière ce terme. Cela peut aller de l'environnement haute fidélité avec des graphiques de haute qualité à un environnement avec des objets reconnaissables sans les détails de la « vraie » vie (41).

La RV libère du risque et donne le droit à l'erreur. Utilisée en milieu professionnel, elle participe à la sensibilisation des risques et des bonnes pratiques, par exemple dans le bâtiment. Elle peut être réutilisée un grand nombre de fois ce qui permet un retour sur investissement (37).

La RV est utilisée dans l'aéronautique depuis les années 1950, pour la conception en ingénierie, la compréhension (reconstructions numériques de fonds sous-marins, de temples disparus...), dans la littérature, au cinéma et aussi dans le marketing, le divertissement et en pédagogie (35) (48) (49).

4. En pédagogie

La RV connaît un succès grandissant en pédagogie. Elle est déjà utilisée dans de nombreux domaines et principalement dans la formation professionnelle (santé, militaire) : pilotage, scénarios d'apprentissage, éducation scolaire (23) (41) (48).

La RV permet de proposer des visites en évitant un déplacement onéreux pour les étudiants (visites d'un monument, d'une ville étrangère). Ainsi, son utilisation est de plus en plus attractive en milieu scolaire.

La RV aurait beaucoup d'effets positifs sur l'apprentissage : amélioration des résultats d'apprentissage, expériences de vie plus proches de la réalité, motivation intrinsèque, augmentation de l'intérêt pour l'apprentissage et amélioration des compétences. Ces effets seraient étroitement en lien avec les capacités d'immersion et d'interaction de la technologie en RV (50) (51). L'immersivité participerait aussi à améliorer la concentration (52).

En 2020, Radianti et al. ont publié une revue à propos de la RV dans l'enseignement supérieur. Ils montrent que la RV est utilisée expérimentalement, principalement pour l'apprentissage de connaissances pratiques, de connaissances déclaratives et pour l'analyse ou la résolution de problèmes. Les auteurs estiment cependant que l'état des connaissances actuelles ne permet

pas de donner une liste exhaustive de recommandations ou des bonnes pratiques pour l'application de la RV (41).

Dans leur revue (1999-2009) sur les environnements virtuels éducatifs, Tassos et Mikropoulos soulignent que la théorie du constructivisme soutient la majorité des études. Il est fondamental que le développement des applications en RV soit fondé sur les théories de l'apprentissage (conditionnement, constructivisme, cognitivisme, expérialisme, connectivisme) car elles offrent des lignes directrices sur la motivation, le processus d'apprentissage et les résultats de l'apprentissage des apprenants (53) (54). Bien que ces théories puissent apporter des orientations en matière de développement technique, peu d'études y font référence de nos jours (41).

4.1. En santé

Dans le domaine de la santé, la RV est principalement utilisée chez les étudiants en médecine.

Elle possède les atouts d'un outil de simulation comme étudié précédemment : elle permet de s'entraîner autant que de fois que nécessaire, ce qu'il serait impossible à mettre en œuvre avec de vrais patients. Le gain est aussi éthique : « jamais la première fois sur un patient » et financier. Elle libère du risque et donne le droit à l'erreur.

Appliquée à la chirurgie, la RV montre les différentes étapes d'une opération de scoliose (38). Pour la prise de décision face à une situation d'urgence, des chercheurs ont développé une simulation de prise en charge d'un traumatisme thoracique (55). Elle participe à l'apprentissage de gestes médicaux comme le toucher rectal (56).

En médecine, la RV a été beaucoup utilisée en anatomie par transposition des éléments anatomiques sur un modèle de patient (57). En 2020, une étude contrôlée randomisée compare trois outils différents : un support texte, une visualisation 3D sur ordinateur et de la réalité mixte pour la mémorisation d'anatomie auprès d'étudiants en médecine. Le groupe d'étudiants en réalité mixte rapporte une moins bonne mémorisation à court terme qu'à long terme par rapport aux autres groupes. Et les résultats montrent que l'immersion a facilité leur engagement (58).

La RV se substitue à certains outils de simulation existant : le triage en RV a montré une efficacité comparable à l'apprentissage avec mannequins et un coût moindre (59). Une chambre des erreurs en RV peut être proposée à un grand nombre d'étudiants sans mobiliser autant de ressources humaines et matérielles qu'une chambre des erreurs « classique ».

Pour l'apprentissage de la décontamination chez les étudiants infirmiers, la RV ne montre pas de supériorité par comparaison à un ordinateur mais elle permet bien l'apprentissage (60).

4.2. En kinésithérapie

Ulrich et al. se sont intéressés à l'enseignement du positionnement d'un patient en décubitus dorsal chez des étudiants en kinésithérapie. Le contenu de cet enseignement reflète une situation réelle d'apprentissage et a été présenté de trois manières différentes : en présentiel, en vidéo ou en RV (par vidéo en 360°). Les résultats aux évaluations ne montrent aucune différence entre les trois modalités d'enseignement mais les auteurs évoquent plusieurs limites dont l'absence d'interactivité en RV (61).

En raison de l'absence d'une définition stricte la concernant, la RV est fréquemment citée dans la littérature sans correspondre aux attentes de notre recherche, c'est-à-dire à la RV dans un casque. Finalement, nous avons pu voir que la RV était déjà implantée en médecine mais concerne encore très peu la kinésithérapie.

Elle présente pourtant de nombreux avantages pour la formation des étudiants. En 2019 Gomes et al. rapportent que la RV améliore la mémorisation et la motivation chez les étudiants en santé mais considèrent que les bénéfices de l'apprentissage en RV nécessitent davantage de recherche. (62) (63).

Problématisation

La maquette de la formation recommande aux enseignants de proposer des cas cliniques aux étudiants en kinésithérapie. Ces cas sont souvent présentés sous forme de textes et rendent la représentation du patient difficile pour les étudiants. Le choix d'objectifs pédagogiques permettrait à l'enseignant de s'appuyer sur une théorie de l'apprentissage et de définir le meilleur moyen d'apprentissage avec un cas clinique.

Les nouvelles technologies possèdent de nombreux avantages et, d'après le rapport IGAENR, feraient même partie de nouvelles modalités d'apprentissage plus efficaces.

Parmi ces technologies, la RV connaît un essor considérable depuis plusieurs années. Appliquée à la pédagogie en santé, la RV permet de former à des gestes techniques, de mettre en situation de soins les étudiants ou encore de collaborer entre professionnels de santé. Elle est cependant très peu utilisée en kinésithérapie et la littérature ne rapporte pas à ce jour d'étude sur l'intérêt de la RV pour la présentation d'un cas clinique en formation.

1. Objectifs de l'étude expérimentale

Nous nous interrogeons sur l'intérêt pédagogique en masso-kinésithérapie (MK) d'un cas clinique en RV comparé à un texte pour la rédaction du bilan du patient. Pour répondre à notre problématique, nous avons réalisé une étude contrôlée randomisée.

L'objectif principal est l'évaluation du bilan diagnostique masso-kinésithérapique (BDMK) écrit par l'étudiant après présentation du cas par RV ou par texte.

Les objectifs secondaires sont de questionner les étudiants sur leur ressenti par rapport :

- à l'utilisation de la RV
- au sentiment de présence en RV
- au cas clinique
- à la modalité d'enseignement

2. Hypothèses en lien avec les objectifs

La première hypothèse est que les notes obtenues dans le GE seront supérieures à celles du GC. La seconde, d'après la littérature, est que la motivation sera supérieure dans le GE et que les étudiants souhaiteront d'autres cas cliniques en RV.

Matériel et méthode

1. Design

L'étude expérimentale est un essai contrôlé randomisé.

2. Population

L'étude a été proposée aux étudiants en troisième année de kinésithérapie de l'école de la Croix-Rouge de Limoges car le bilan était adapté à ce niveau de formation des étudiants. En effet, les enseignements des notions de physiopathologie et de prise en charge par le masseur-kinésithérapeute dans le champ respiratoire sont donnés en troisième année.

Les critères d'inclusion et de non-inclusion figurent dans le Tableau 1. Ils ont été définis d'après les risques potentiels liés à l'utilisation de la RV.

Critères d'inclusion	Critères de non-inclusion
<ul style="list-style-type: none">• être étudiant en 3ème année de masso-kinésithérapie• accepter de participer à l'étude• avoir reçu les cours sur l'insuffisance respiratoire chronique	<ul style="list-style-type: none">• troubles visuels non correctibles• antécédent ou risque de convulsions ou d'épilepsie• traitement médicamenteux influençant la mémoire ou la concentration• problème avec l'utilisation du matériel• être porteur d'un pacemaker, d'appareils auditifs, d'un défibrillateur, ou d'un dispositif médical implanté

Tableau 1 : Caractéristiques d'inclusion et de non-inclusion de la population

Les critères d'exclusion sont les suivants :

- ne pas tolérer le casque de RV
- arrêt de l'étude

3. Méthode

3.1. Mise en œuvre du projet



Figure 4 : Calendrier du projet

Ce projet s'est déroulé de Janvier 2020 à Avril 2020. Tout d'abord, nous avons conçu l'outil numérique puis le sujet d'examen et le questionnaire. Nous avons réalisé une phase de tests de l'outil numérique auprès de quelques personnes. Finalement, l'évaluation de l'étude expérimentale a été réalisée les 10 et 11 mars 2020 à la Faculté de Lettres et Sciences Humaines de l'Université de Limoges.

3.2. Conception de l'outil

3.2.1. Conception du cas clinique

La construction du cas clinique a nécessité plusieurs étapes : i) choix de la pathologie et ii) rédaction du cas clinique

Choix de la pathologie

Il semblait plus pertinent de proposer une pathologie qu'il n'est pas toujours possible de voir pendant les stages en kinésithérapie en raison du nombre de terrains de stage ou d'un faible effectif de patients.

L'authenticité du cas clinique et, surtout, de la vidéo en 360° imposait de trouver un « vrai » patient acceptant de participer au mémoire et d'être filmé.

En tenant compte de ces critères, nous avons retenu l'insuffisance respiratoire chronique.

En janvier 2020, nous avons rencontré un patient insuffisant respiratoire chronique qui a accepté de participer à cette étude. Nous lui avons fait signer un consentement de participation libre et éclairé et un droit de diffusion à l'image.

Rédaction du cas clinique

Les données médicales et paramédicales issues du dossier patient et de plusieurs échanges avec lui ont été relevées. Un consensus d'experts (médecins, kinésithérapeutes et formateurs) et un ouvrage de référence (Comprendre la kinésithérapie respiratoire) ont permis de définir les objectifs d'apprentissage d'après la théorie du socio-constructivisme et de sélectionner les informations appropriées (64).

Ces informations devaient être conformes aux exigences imposées par l'étude : le cas clinique devait avoir un intérêt à être présenté en RV tout en étant comparable à une version texte classique. Le cas devait aussi demander à l'étudiant de la réflexion et une mobilisation de ses connaissances théoriques en vue de la rédaction du bilan diagnostic masso-kinésithérapique.

De plus, la durée de prise de connaissance du cas clinique ne devait pas excéder 15 minutes par groupe pour éviter des effets secondaires liés à une mauvaise tolérance du casque et pour laisser suffisamment de temps pour la rédaction du bilan (65).

Conformément aux critères cités précédemment, le contenu du cas (Annexe I) a été structuré de la manière suivante (Figure 5).

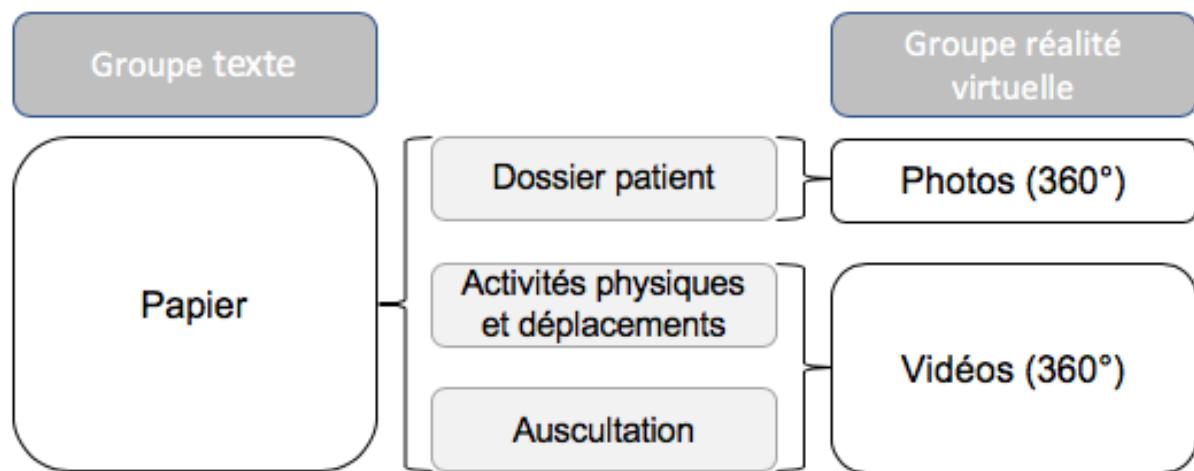


Figure 5 : Supports de présentation du cas clinique selon le groupe

3.2.2. Scénarisation

La scénarisation est l'étape d'écriture de la mise en scène du cas clinique avant la production de la vidéo. Avec l'aide d'ingénieurs en innovations pédagogiques (M.M et C.N.), nous avons écrit un scénario accompagné d'un storyboard détaillant toutes les scènes. Le scénario a été écrit avec Word et le storyboard avec Powerpoint. (Annexe II et Annexe III).

Afin de favoriser l'authenticité du cas (contexte) et pour des raisons techniques et sonores (e.g., espace nécessaire pour optimiser le rendu en 360°, la limitation des bruits extérieurs), la vidéo est réalisée dans une salle de consultation. La position de la caméra place l'utilisateur/étudiant en position d'observateur comme le serait un étudiant en stage

Juste avant le tournage, la salle a été préparé : des repères ont été placés aux emplacements du pied de la caméra et du micro de manière à ce que le rendu soit le plus fidèle possible à la réalité (hauteur de la caméra par rapport à la taille d'un observateur, distance entre la caméra et les éléments environnants pour minimiser le flou et les coupures d'objets). Les dialogues avec le patient/acteur ont été préparés en amont : les réponses ont été préparées et répétées afin de privilégier les mots du patient (et pas le vocabulaire médical).

Nous avons filmé avec une GoPro MAX (© GoPro, Inc. – USA) sur pied, la résolution de la vidéo est en 4K. La prise de son a été effectuée avec un micro ZOOM H2n (© Zoom – USA).

Le logiciel de récupération GoPro a permis d'importer les photos et vidéos. Elles ont été ensuite retouchées pour enlever le pied avant d'être « stitchées » pour être visionnables à 360°. Le son a été synchronisé avec la vidéo puis l'ensemble des scènes a été importé dans le logiciel Cenario RV® (©Trivantis – USA). Ce logiciel a permis l'ajout des hotspots pour l'interaction (Figure 6 et 7).

Les retouches ont été effectuées à l'aide des logiciels suivants : Adobe Photoshop, Adobe Première et Adobe After Effect (Adobe Inc. – USA)

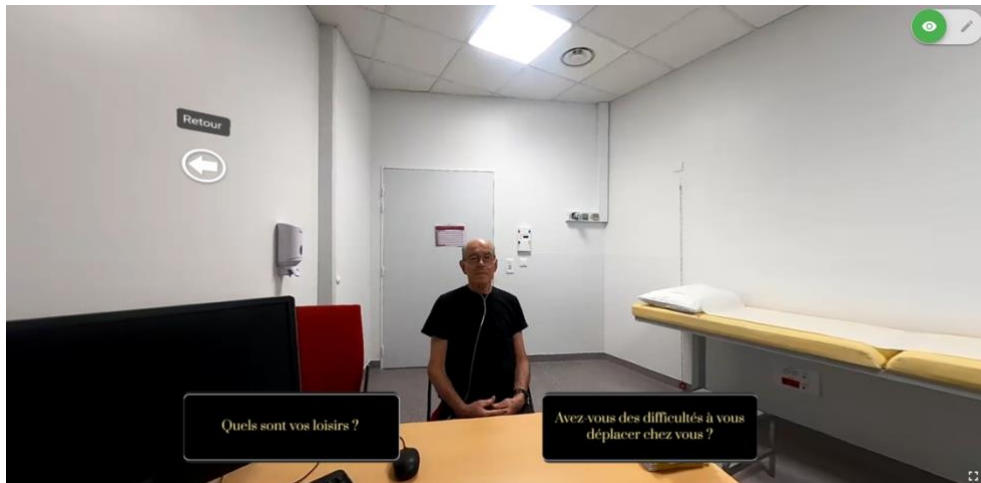


Figure 6 : Cas clinique en RV (1)

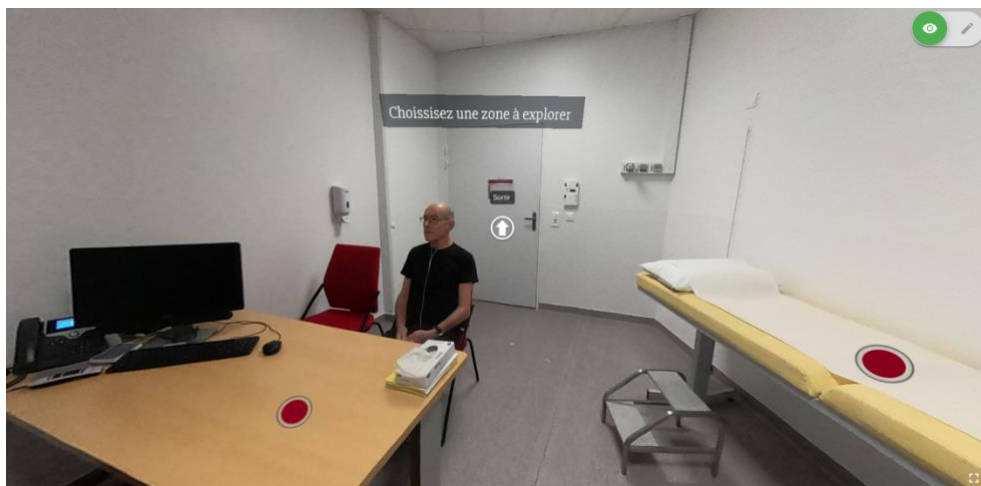


Figure 7 : Cas clinique en RV (2)

4. Déroulement de l'étude

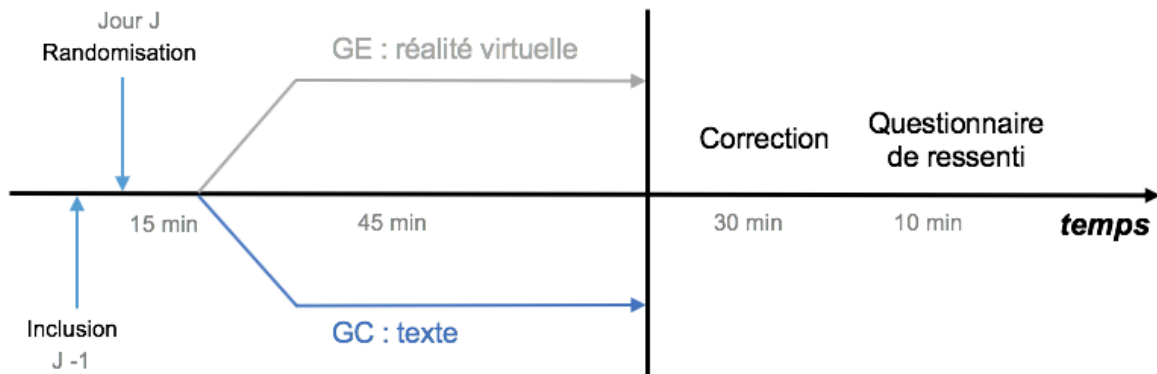


Figure 8 : Déroulement de l'étude

L'ensemble de l'étude expérimentale a duré environ 2h en incluant la randomisation. A l'arrivée des étudiants, la randomisation a pris 15 minutes. Ensuite, les étudiants avaient 45 minutes pour prendre connaissance du cas clinique et écrire le bilan diagnostic masso-kinésithérapique. A la fin du temps imparti, les écrits étaient rassemblés et un enseignant expliquait la correction pendant 30 minutes. A l'issue de la correction, le questionnaire de ressenti était diffusé avec un temps de passation estimé à moins de 10 minutes (Figure 8).

Le lien vers le questionnaire d'inclusion a été diffusé la veille de l'étude expérimentale par mail à l'ensemble des étudiants concernés. Nous y avons présenté l'étude, précisé que les données sont confidentielles et anonymes, et que la participation doit être libre et éclairée. Nous avons également vérifié les critères d'inclusion.

La randomisation a été réalisée par tirage au sort par un évaluateur indépendant (randomisation en aveugle). Chaque étudiant a été assigné soit au groupe expérimentale (GE) pour le cas clinique en RV soit au groupe contrôle (GC) pour le cas en texte. Les étudiants ont aussi reçu un numéro garantissant l'anonymat des copies.

Épreuve écrite

L'épreuve écrite est formative. Elle comprend la prise de connaissance du cas clinique et la rédaction du bilan. Sa durée était de 45 minutes à partir du top départ avec un rappel régulier du temps restant (toutes les 10 minutes).

Les consignes étaient les mêmes que pour un examen classique (pas de réponse aux questions sur le cas clinique, ne pas parler ou utiliser son téléphone portable). Pour le groupe en RV : lever la main en cas de problème avec le matériel et possibilité de revoir autant de fois que nécessaire la vidéo. Les étudiants composent sur des copies d'examen et mettent le numéro d'anonymat qui a été attribué en début d'examen.

Tous les étudiants avaient : i) un document sur les consignes de rédaction du BDMK, ii) une copie, et iii) une feuille de brouillon.

Les étudiants du GE avaient chacun un casque de RV Oculus Go (© Facebook LLC – USA) pour visualiser le cas clinique. Le casque était systématiquement accompagné d'un masque de protection jetable et d'un casque à conduction osseuse (AfterShokz Sportz Titanium, Aftershokz - France) pour entendre le son de la vidéo sans manquer les consignes de l'enseignant pendant l'examen (e.g., les temps intermédiaires). Des documents sur l'utilisation du casque et l'interaction étaient également distribués et consultables avant de débiter l'épreuve. Le document sur l'interaction détaillaient les différents hotspots (points d'interactions) pour démarrer une interaction, revenir ou quitter un élément (Annexe IV)

Les étudiants du GC avaient l'énoncé du cas clinique face cachée devant eux.

Correction

Après avoir ramassé les copies, la correction du cas clinique était réalisée par un formateur à l'aide d'un diaporama en 30 minutes. Les étudiants avaient la possibilité d'interagir et de poser des questions à l'enseignant.

Questionnaire

Enfin, le questionnaire de ressenti a été diffusé par mail et complété par tous les étudiants immédiatement après la correction.

5. Variables étudiées

5.1. Tests

Avant de proposer l'étude expérimentale en conditions réelles, des essais ont été réalisés auprès d'étudiants et de kinésithérapeutes diplômés d'Etat. En février, 3 personnes ont testé le cas clinique et 4 personnes en mars.

Les retours ont permis d'améliorer la grille d'évaluation : au total trois versions ont successivement été écrites avant la grille finale. La durée de l'étude et son organisation ont également été optimisés grâce à ces tests.

5.2. Notes

A partir du cas clinique, tous les étudiants devaient rédiger le bilan diagnostique masso-kinésithérapique du patient. Ce bilan a ensuite été noté à l'aide d'une grille d'évaluation conçue par un consensus d'expert.

Chaque bilan a été noté sur 20 (Annexe V) :

- la première partie sur 10 points permet l'évaluation du bilan du patient suivant une pondération binaire (0 ou 0,5 points). Elle évalue :
 - Sur 5 points : le bilan respiratoire
 - Sur 5 points : les autres données du bilan (dont l'anamnèse et les facteurs bio-psycho-sociaux)
- la deuxième partie du bilan concerne le diagnostique masso-kinésithérapique. La pondération est plus complexe (3 niveaux différents) pour prendre en considération le raisonnement de l'étudiant à propos :
 - des déficiences, limitations d'activité et restrictions de participation
 - des moyens de prise en charge

5.3. Questionnaire de ressenti

Le questionnaire (Annexe VI) a été réalisé avec le logiciel SphinxOnline v.4.13.

Il a été diffusé à l'issue de l'étude, et prend en compte :

- Pour tous les participants :
 - o Des éléments généraux sur la population : âge, sexe, reconversion professionnelle
 - o L'expérience (stage) et l'état des connaissances (révision) dans le champ respiratoire
 - o L'utilisation antérieure de la RV et dans quelles conditions
 - o Le groupe souhaité pour l'étude
 - o Concernant le cas clinique : le niveau de concentration, le ressenti sur la quantité d'informations contenues dans le cas clinique et son authenticité
 - o Concernant l'ensemble de l'enseignement (cas clinique, rédaction du bilan et correction) : la motivation, l'acquisition de nouvelles connaissances, l'aide pour la pratique professionnelle et le souhait de travailler sur d'autres cas cliniques
- Pour les étudiants en RV :
 - o La tolérance du casque, la difficulté à le prendre en main, la notion du temps
 - o Concernant le cas clinique : la motivation, le souhait de travailler sur d'autres cas cliniques
 - o Un questionnaire sur le sentiment de présence en 6 questions: le Slater-Usuh-Steed Questionnaire (SUSQ) (47). Chaque question est évaluée de 1 à 7. Elles abordent trois thèmes : le sentiment d'être dans l'environnement virtuel (EV), dans quelle mesure l'EV devient la réalité dominante et peut être considéré comme un "lieu"

6. Analyse statistique

La variable principale étudiée est la note obtenue à la rédaction du BDMK. Nous avons vérifié la normalité des données par le Shapiro test avant de comparer les moyennes par un test de Wilcoxon (test de Mann-Whitney).

Les variables secondaires sont les résultats obtenus au questionnaire de ressenti et le score sur le sentiment de présence (SUSQ). Ces données sont d'abord analysées par un tri à plat, puis comparées entre elles par un Khi2 ou par rapport aux notes par un Fisher. Les notes sont comparées au SUSQ par un test de Student. Nous présentons les effectifs, moyennes et écart-types, ainsi que la valeur du p et la puissance du test statistique.

Nous avons retenu qu'une différence ou une relation est significative pour un $p < 0,05$.

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel SphinxOnline version 4.13. pour le questionnaire et SPSS Statistics® 22 (IBM Corp, Armonk, New York) pour la note obtenue à l'examen.

Résultats

1. Population

Tous les étudiants sollicités ont participé à l'étude. Un étudiant du GE a été exclu de l'étude en raison d'une gêne à l'utilisation du casque de RV (Figure 9). Nous avons donc analysé les résultats de 48 étudiants (23 en GE et 25 en GC).

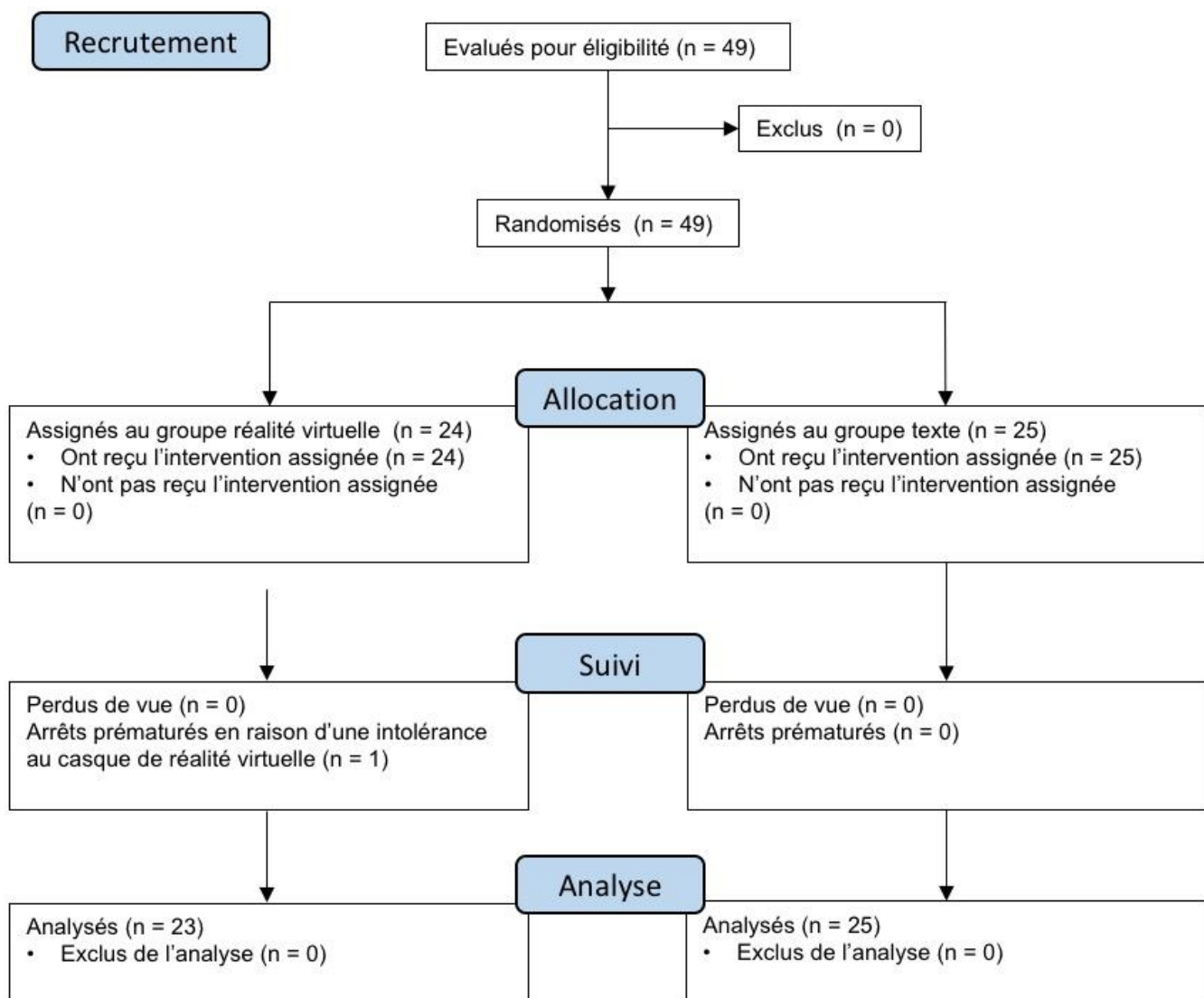


Figure 9 : Diagramme de flux présentant de recrutement, l'allocation, le suivi et l'analyse de la population étudiée. Adaptée du CONSORT

Les caractéristiques socio-démographiques de la population globale et des groupes sont présentées dans le Tableau 2. Notre échantillon présente 23 hommes et 25 femmes. Tous sont âgés de 20 à 29 ans à l'exception d'un étudiant ayant entre 30 et 39 ans (moyenne \pm écart-type (EC)). Trois 3 étudiants sont en reconversion professionnelle.

	Total	Texte	Réalité virtuelle
Sexe			
Homme (n)	23	13	10
Femme (n)	25	12	13
Age			
Age (ans) moyenne \pm EC	23 \pm 2,2	23 \pm 3,0	22 \pm 0,9
Reconversion professionnelle			
Effectif (n)	3	2	1

Tableau 2 : Caractéristiques de la population selon le groupe d'appartenance

2. Notes

Les notes vont de 0,5 à 17 sur 20 ; 22 sont inférieures à 10 et 26 sont comprises entre 10 et 17. Pour l'ensemble des étudiants, la moyenne générale est de $10,08 \pm 3,20$.

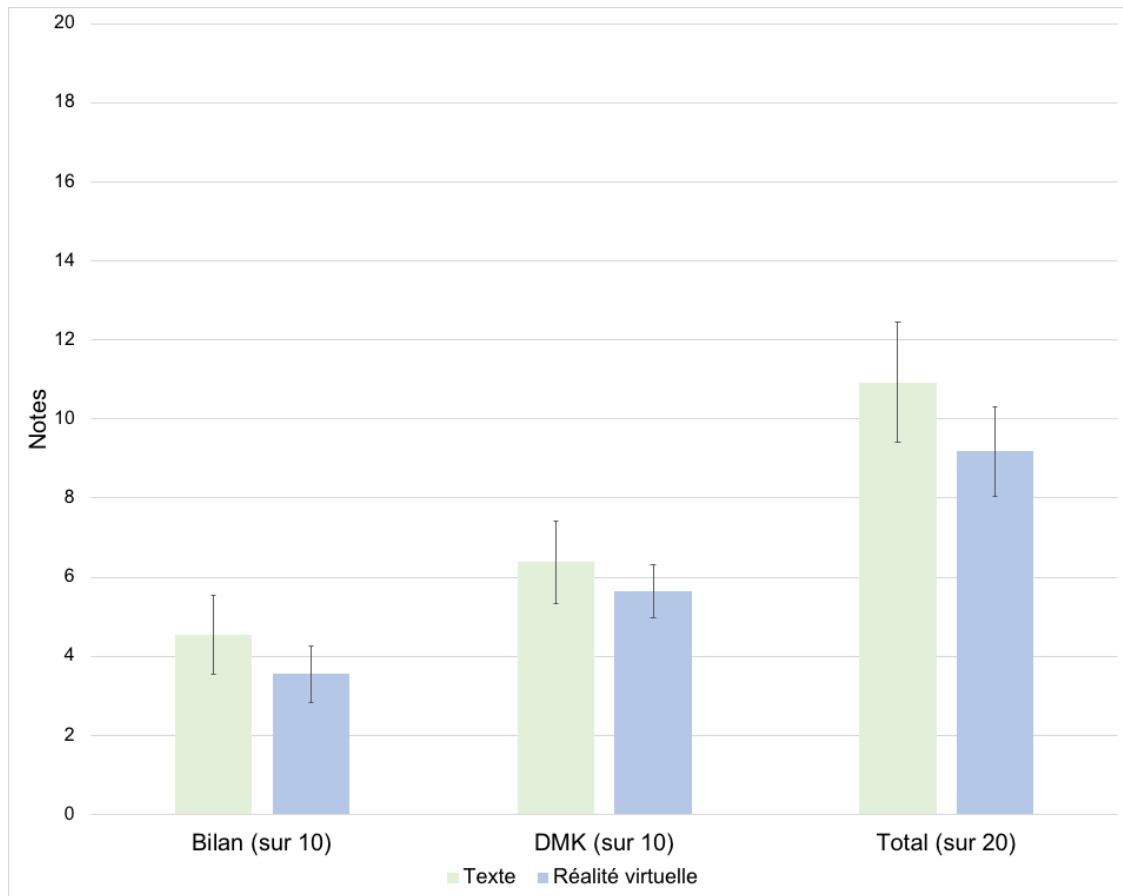


Figure 10 : Notes obtenues en moyenne au BDMK selon le groupe

Les moyennes et les EC obtenus au Bilan, au DMK et à l'ensemble du cas clinique (Total) pour chaque groupe sont présentés sur la Figure 10. Le GC obtient une moyenne de $4,54 \pm 1,52$ au Bilan, $6,38 \pm 2,25$ au DMK et $10,92 \pm 3,38$ à l'ensemble du cas clinique (Total). Et le GE de $3,54 \pm 1,13$ au Bilan, $5,63 \pm 1,93$ au DMK et $9,17 \pm 2,79$ au cas (Total). La comparaison des moyennes (sur 20) des notes au cas (Total) entre les groupes montre une différence significative ($p < 0,05$) (Figure 10). La comparaison des moyennes au Bilan (sur 10) entre les groupes montre également une différence significative ($p < 0,05$) mais il n'y a pas de différence entre les groupes à la comparaison des moyennes au DMK (sur 10) ($p > 0,05$).

Le Bilan comprend deux sous-parties. Une partie 1 (P1) qui correspond aux données générales et une partie 2 (P2) qui concerne le bilan respiratoire. Chacune de ces parties est

évaluée sur 5 points. La moyenne du GC est de $2,58 \pm 0,99$ pour P1 et de $1,96 \pm 1,05$ pour P2. La moyenne du GE est de $1,80 \pm 0,72$ pour P1 et de $1,74 \pm 0,67$ pour P2 (Figure 11). Il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre les groupes pour la partie 1 mais pas pour la partie 2 ($p > 0,05$).

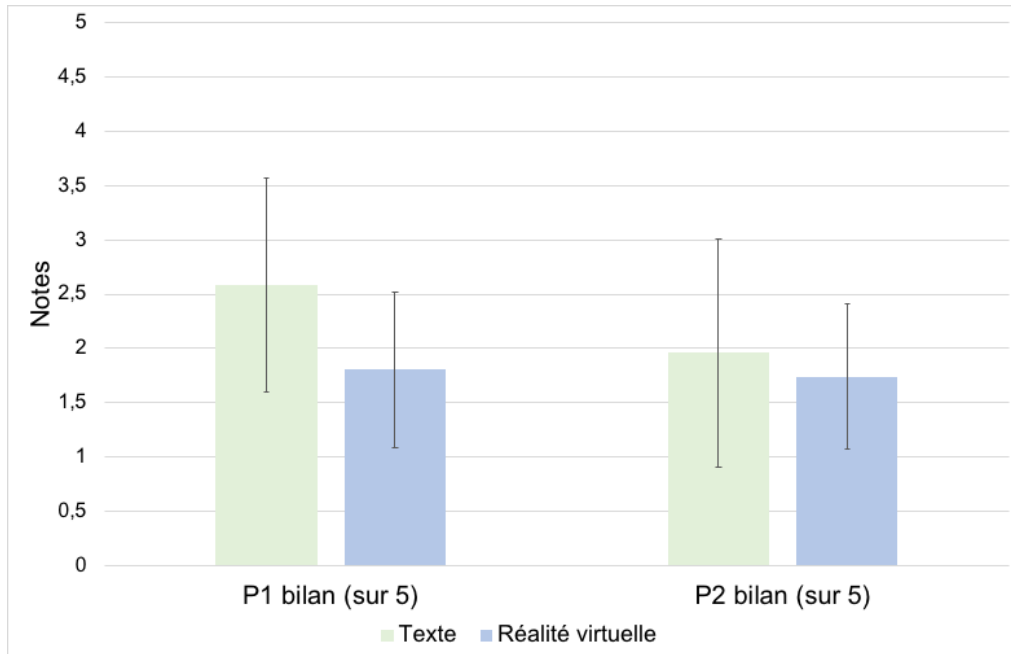


Figure 11 : Bilan : notes obtenues en moyenne aux sous-parties selon le groupe

3. Questionnaire de ressenti

3.1. Comparaison du ressenti entre les groupes

3.1.1. Le cas clinique

Faire partie du GE était souhaité par 40 étudiants (21 sur 25 étudiants du GC et 19 sur 23 du GE).

L'énoncé du cas clinique contenait trop d'informations pour 27 étudiants, dont 16 du GC et 11 du GE. Ces étudiants obtiennent une moyenne de 9,83 et les étudiants n'ayant pas le sentiment qu'il y avait trop d'informations ont une moyenne de 10,4. Il n'y a pas de relation entre la quantité d'informations et les notes ($p > 0,05$) (Tableau 3).

Le cas clinique a semblé authentique à 46 étudiants par comparaison avec ceux étudiés pendant la formation : 24 du GC et 22 appartenant au GE. Il n'a pas paru authentique pour 2 étudiants, un de chaque groupe.

	Effectif (n)	Moyenne (/20)	Ecart-type	p-value – Fisher (F)
Trop d'informations dans l'énoncé du cas clinique				
Oui	27	9,83	2,9	p = 0,55
Non	21	10,4	3,6	

Tableau 3 : Quantité d'informations dans le cas clinique selon le groupe

La concentration est évaluée de 1 à 4 avec 1 étant le niveau de concentration le plus faible et 4 le plus élevé (Tableau 4) . Il n'y a pas de relation entre les notes et la concentration ($p > 0,05$).

	Total	Texte	Réalité virtuelle
Evaluation de la concentration pendant l'étude (1 < 2 < 3 < 4)			
1	3	2	1
2	7	2	5
3	32	18	14
4	6	3	3

Tableau 4 : Evaluation de la concentration selon le groupe

3.1.2. La modalité d'enseignement

La modalité d'enseignement comprend la prise de connaissance du cas clinique, la rédaction du bilan et la correction.

L'envie d'apprendre selon cette modalité était évaluée de 1 à 10. Elle est de 6/10 à 10/10 pour 33 étudiants dont 14 l'ayant noté à 8/10. Il n'y a pas de différence entre les groupes, ni de relation entre l'envie d'apprendre et les notes ($p > 0,05$).

Avec cet enseignement, 30 étudiants estiment avoir acquis de nouvelles connaissances, 17 du GC et 13 du GE. Ils obtiennent une moyenne de 10,58. Les 18 étudiants qui ne sont pas d'accord, sont 8 du GC et 10 du GE avec une moyenne de 9,25. Il n'y a pas de relation entre les notes et le sentiment d'avoir acquis des connaissances ($p > 0,05$) (Tableau 5).

Réponses	Texte (n)	RV (n)	Effectif total (n)	Moyenne (/20)	Ecart-type	p-value - Fisher (F)
Acquisition de nouvelles connaissances avec cette modalité d'enseignement						
Pas d'accord	8	10	18	9,25	3,11	p = 0,16
D'accord	17	13	30	10,58	3,20	
Aide pour la pratique professionnelle avec cette modalité d'enseignement						
Pas d'accord	6	8	14	8,25	3,04	p < 0,01
D'accord	19	15	34	10,84	2,99	F = 7,36
Souhait de travailler sur d'autres cas cliniques avec cette modalité d'enseignement						
Oui	19	18	37	10,70	2,80	p < 0,01
Non	6	5	11	8,00	3,71	F = 6,79

Tableau 5 : Ressenti des groupes par rapport à la modalité d'enseignement

Pour 34 étudiants, 19 du GC et 15 du GE, cette modalité pourrait les aider dans leur pratique professionnelle. Leur moyenne est de 10,84. Ils sont 6 du GC et 8 du GE à ne pas être d'accord, leur moyenne est de 8,25. Il n'y a pas de différences entre les groupes mais il y a une relation entre les notes et le sentiment d'avoir de l'aide pour la pratique professionnelle ($p < 0,05$) (Tableau 5).

Les étudiants souhaiteraient travailler sur d'autres cas cliniques de la même manière pour 37 d'entre eux, 19 du GC et 18 du GE. Il y a 11 étudiants qui ne sont pas intéressés, 6 du GC et 5 du GE. Il n'y a pas de différence entre les groupes mais il y a une relation entre le souhait d'avoir plus de cas cliniques selon la même présentation et les notes ($p < 0,05$) (Tableau 5).

3.1.3. Expériences et connaissances antérieures

Les réponses montrent que 8 étudiants n'ont jamais pris en charge de patient ayant une pathologie respiratoire, 3 dans le GC et 5 dans le GE.

Sur l'ensemble de la population 31 étudiants (20 dans le GC et 11 dans le GE) ont déjà réalisé un stage dans un service spécialisé dans les pathologies respiratoires rapportent une moyenne de 10,9 contre 8,59 pour ceux n'ayant jamais fait ce type de stage. Il y a une relation significative entre l'expérience en stage et les notes ($p < 0,05$) (Tableau 6).

Les étudiants n'ayant pas révisé leurs cours sont 16, 9 dans le GC et 7 dans le GE, 17 étudiants ont « Partiellement » révisé, ils sont 3 dans le GC et 14 dans le GE. Les 15 autres étudiants ont répondu « Oui » à avoir révisé et sont 13 dans le GC et 2 dans le GE. Il y a une relation significative entre les révisions et les notes ($p < 0,05$) (Tableau 6).

Il y a 21 étudiants ayant déjà utilisé un casque de RV dont 14 dans le GE et 7 dans le GC. Et 27 n'ayant jamais essayé dont 9 dans le GE et 18 dans le GC. Il y a une différence significative entre les groupes ($p < 0,05$). Au sein du GE, les étudiants ayant déjà utilisé un casque de RV ont une moyenne de 8,64 contre 10 pour les autres. Il n'y a pas de relation entre les notes et l'expérience antérieure en RV dans le GE ($p > 0,05$).

	Effectif (n)	Moyenne (/20)	Ecart-type	p-value – Fisher (F)
Avoir réalisé un stage dans un service spécialisé dans les pathologies respiratoires				
Oui	31	10,9	3,05	p < 0,01 F = 6,40
Non	17	8,59	3,01	
Avoir révisé les cours dans le champ respiratoire ce semestre				
Oui	15	12,5	2,38	p < 0,01 F = 8,51
Partiellement	17	9,35	2,85	
Non	16	8,59	3,06	
Avoir déjà utilisé un casque de réalité virtuelle pour le GE				
Oui	14	8,64	2,98	p = 0,26
Non	9	10,00	2,38	

Tableau 6 : Expériences et connaissances antérieures selon la moyenne des notes

3.2. Réalité virtuelle

Ces résultats concernent les 23 étudiants du GE (i.e., réalité virtuelle).

Le sentiment de présence évalué par le SUSQ apparaît dans le Tableau 7. Chaque question est notée de 1 à 7. Nous présentons le SUS Mean qui correspond à la moyenne des réponses des étudiants par question suivi de l'EC. Le SUS Count est le nombre d'étudiants ayant répondu 6 ou 7 pour chaque question. Le score moyen au SUSQ est de 4,69 : ce score correspond à la moyenne de toutes les questions.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
SUS Mean	5,1 ± 1,1	4,3 ± 1,4	4,7 ± 1,4	4,8 ± 1,3	5,1 ± 1,4	4,1 ± 1,4
SUS Count	8	4	5	9	10	4

Tableau 7 : Résultats du SUSQ

La relation entre le score moyen au SUSQ par étudiant et les notes est présenté dans la Figure 12 et la Tableau 8. La corrélation est de -0,15. Cette relation n'est pas significative ($p > 0,05$).

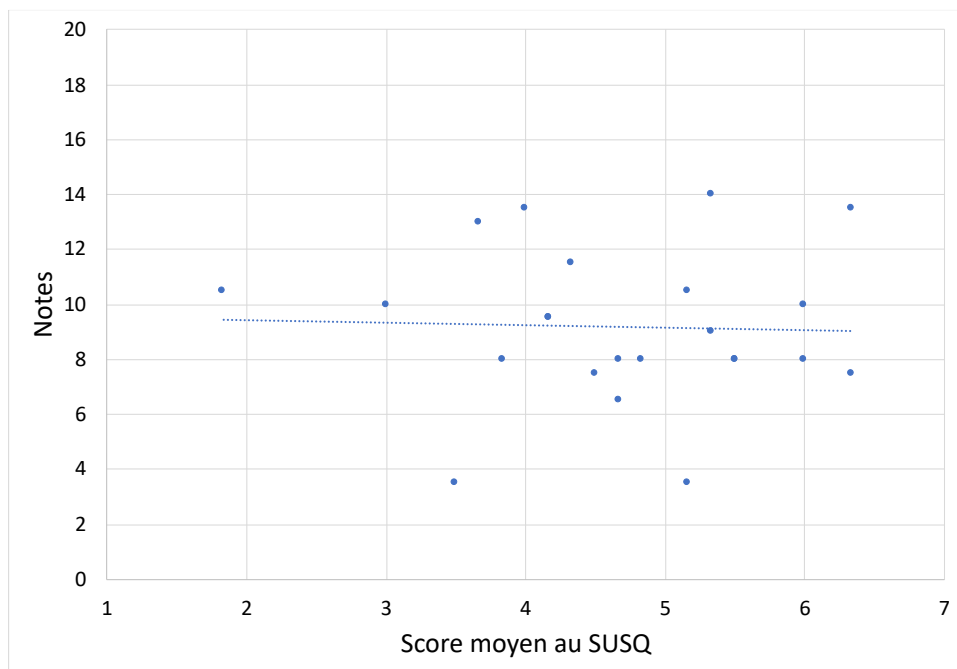


Figure 12 : Corrélation entre la moyenne des notes et le score moyen au SUSQ

Moyenne/20	3,5	3,5	6,5	7,5	7,5	8	8	8	8	8	8	9	9,5	9,5	10	10	10,5	10,5	11,5	13	13,5	13,5	14
Score moyen SUSQ	4	5	5	6	5	5	6	6	4	6	5	5	4	4	6	3	5	2	4	4	4	6	5

Tableau 8 : Moyenne des notes et score moyen au SUSQ par étudiant

Les scores moyens au SUSQ par étudiant augmentent avec une meilleure tolérance du casque mais cette relation n'est pas significative ($p > 0,05$) (Tableau 9).

Tolérance du casque	Effectif (n)	SUSQ (/7)	Ecart-type	p-value - Fisher (F)
Pas du tout satisfait	0			p = 0,08
Plutôt pas satisfait	2	4	0	
Plutôt satisfait	12	4,42	1,16	
Tout à fait satisfait	9	5,33	0,71	

Tableau 9 : Tolérance de la RV selon le SUS Mean

Il y a une relation significative ($p = 0,05$) entre les scores moyens au SUSQ par étudiant et la concentration (Tableau 10).

Evaluation de la concentration	Effectif (n)	SUS Mean (/7)	Ecart-type	p-value - Fisher (F)
1	1	4		p = 0,05 F = 3,11
2	5	3,8	1,1	
3	14	4,93	0,92	
4	3	5,67	0,58	

Tableau 10 : Evaluation de la concentration selon le SUS Mean

Enfin, le questionnaire a également interrogé les étudiants du GE par rapport à leur ressenti sur la RV et son utilisation.

Le temps s'est écoulé « Plus vite » pour 14 étudiants, « Normalement » pour 8, et « Moins vite » pour 1 étudiant. Il y a une relation significative entre ce ressenti et les notes à la partie 1 du Bilan sur 5 points (à propos des données générales) (Tableau 11) ($p < 0,05$). Il n'y a pas de relation significative avec les autres parties de la note ($p > 0,05$).

Le temps s'est écoulé		Moyenne – P1 bilan (/5)	Ecart-type	p-value – Fisher (F)
Plus vite	14	2,11	0,68	p = 0,03 F = 4,28
Normalement	8	1,38	0,52	
Moins vite	1	1,00	/	

Tableau 11 : Notion du temps selon la moyenne des notes à la partie 1 du Bilan

La tolérance du casque est « Tout à fait » et « Plutôt satisfaisante » pour 21 étudiants, et « Plutôt pas satisfaisante » pour 2 d'entre eux. Aucun étudiant n'a rapporté être « Pas du tout satisfait ». Il y a une relation significative entre les notes et la tolérance de la RV ($p < 0,05$) (Tableau 12).

La difficulté de prise en main du casque et l'aspect motivationnel sont présentés dans le Tableau 12. Il y a une relation significative entre la difficulté de prise en main et les notes ($p < 0,05$). Il n'y a pas de relation entre la motivation et les notes ($p > 0,05$).

Sur 23, 19 étudiants souhaiteraient avoir d'autres cas cliniques disponibles en RV. Il n'y a pas de relation entre ce ressenti et les notes ($p > 0,05$).

	Effectif	Moyenne (/20)	Ecart-type	p value - Fisher (F)
Tolérance du casque				
Pas du tout satisfait	0	/	/	
Pas satisfait	2	8,00	/	p = 0,04
Plutôt satisfait	12	10,54	2,09	F = 3,80
Satisfait	9	7,61	3,08	
Difficulté de prise en main du casque				
Pas d'accord	18	9,92	2,33	p = 0,01
D'accord	5	6,5	2,89	F = 7,64
Plus de motivation comparée à celle pour un cas clinique texte				
Oui	17	9,59	2,88	p = 0,24
Non	6	8,00	2,35	

Tableau 12 : Tolérance, difficulté de prise en main du casque et motivation selon la moyenne des notes

Discussion

D'après nos connaissances, notre étude est la première à s'intéresser à la présentation d'un cas clinique à des étudiants en kinésithérapie utilisant un casque de RV. En 2016, Ulrich et al. avaient proposé l'enseignement du positionnement d'un patient en décubitus dorsal chez des étudiants en kinésithérapie de trois manières différentes : en présentiel, en vidéo ou en RV (en 360°). Cette étude ne présente cependant pas un cas clinique mais un apprentissage pratique en vidéo à 360° sans aucune interaction (61).

1. Résultats

Les notes (sur 20) obtenues au bilan diagnostique masso-kinésithérapique sont significativement inférieures dans le GE par comparaison au GC ($p < 0,05$). Les notes comprennent deux sous-parties : le bilan (sur 10) et le diagnostic (sur 10). Seules les notes au bilan sont significativement différentes entre les groupes. De plus, le bilan peut être divisé en deux parties : le bilan sur les données générales (sur 5) et le bilan respiratoire (sur 5). Il n'y a que les notes du bilan sur les données générales qui soient significativement différentes entre les groupes. Nous pouvons donc dire que la différence entre les groupes vient de la note au bilan sur les données générales.

Tout d'abord, cette différence pourrait être en lien avec la notion du temps pour les étudiants en RV. C'est-à-dire que le temps est passé plus vite pour beaucoup d'étudiants en RV. Nous savons que la différence entre les groupes vient des notes au bilan sur les données générales. C'est également la seule partie de la note globale à être significativement en relation avec le ressenti des étudiants sur le temps. Nous pouvons donc supposer que la différence de notes entre les groupes vient d'une modification de la notion du temps pour les étudiants en RV.

En effet, il semblerait que les étudiants passent plus de temps sur certaines tâches avec la RV, ainsi, il est possible qu'ils aient perdu du temps sur certaines parties du cas clinique en RV (66). Il est également possible que l'absence d'essai de la RV au préalable ait manqué aux étudiants et leur ait fait perdre du temps, nous aurions pu poser la question aux étudiants.

De plus, la durée de prise de connaissance du cas clinique et de rédaction du bilan était de 45 minutes. Le choix de cette durée avait été déterminée en tenant compte de l'étude de Kourtesis

et al. sur l'apparition d'effets indésirables liées à l'utilisation du casque (65). La prise de connaissance du cas clinique est évaluée à 15 minutes, mais nous savons que les étudiants ne le lisent pas qu'une seule fois, mais au contraire plusieurs fois. Cela signifie que les étudiants passent plus de 15 minutes en RV et qu'ils doivent enlever et remettre le casque plusieurs fois. Enfin, l'aspect divertissant de la RV a peut être été également contre-productif sur la prise de connaissance du cas clinique et la rédaction du bilan (63) et aurait pu diminuer la performance des étudiants.

D'après T.Pelaccia, il semble que l'impact des émotions générées pendant une séance de simulation sur l'apprentissage est presque inexploré en recherche (4). Selon le contexte ou la motivation lors de l'apprentissage, la charge affective pourrait faciliter la mémorisation à long terme en la renforçant (67). La charge de travail mental pour une tâche donnée est le ratio des ressources mentales requis par rapport aux ressources totales disponibles (68). Cette charge mentale pourrait être augmentée par les conséquences émotionnelles de la charge affective ce qui constitue alors un obstacle à l'apprentissage. Il est donc possible que les résultats au BDMK aient été diminuées par les conséquences émotionnelles et cognitives de la RV.

Dans notre étude, 5 étudiants sur 23 rapportent des difficultés de prise en main et 1 étudiant a été exclu parce qu'il ne tolérait pas la RV. Nous avons observé une relation significative entre les notes et la tolérance de la RV et entre les notes et la prise en main du casque. Les 5 étudiants ayant eu des difficultés de prise en main du casque ont une moyenne nettement inférieure à celles des autres (Tableau 10). C'est-à-dire qu'une mauvaise tolérance et surtout une difficulté de prise en main du casque de RV influerait négativement sur la rédaction du cas clinique. Cette mauvaise tolérance est souvent liée à la qualité du casque, à la familiarisation de l'utilisateur et au contenu (63)(65). Le port du casque peut provoquer une fatigue visuelle. Il peut également entraîner une gêne, une angoisse du fait d'être coupé de la réalité et d'entendre des voix extérieures en plus du son provenant du casque. Néanmoins, nous avons averti les étudiants des risques d'effets indésirables. Ils devaient dans ce cas se manifester et retirer le casque de RV. Ils finissaient alors l'enseignement avec un cas clinique en texte et étaient exclus de l'étude.

Le sentiment de présence a été évalué en 6 questions grâce au SUSQ. Chaque question était notée entre 1 (faible sentiment de présence) et 7 (sentiment de présence élevé) compris. Le résultat moyen est de 4,69 sur 7. Nous ne pouvons pas comparer ce résultat avec le groupe

texte puisqu'ils n'ont pas utilisé d'outil numérique et ne sont donc pas concernés par le SUSQ. En revanche, nous pouvons mettre notre score en perspective avec l'étude de Giglioli et al. (69) qui s'intéresse notamment au sentiment de présence en RA et en RV pour la réalisation des tâches de cuisine. La RV correspond à un environnement numérique créé avec Unity. Ce sont des étudiants et des travailleurs de moins de 30 ans qui ont participé à leur étude. Ils obtiennent une moyenne de 4.11 ± 1.65 en RA et de 5.85 ± 1.00 en RV et la différence est significative ($p < 0,01$). Notre score se situe entre les deux ce qui pourrait signifier que notre résultat est cohérent avec la littérature.

Dans notre étude nous remarquons une relation significative entre le sentiment de présence et la concentration : un sentiment de présence plus faible est en lien avec une concentration plus basse. Nous n'avons pas mis en évidence de relation significative entre le sentiment de présence et les notes ou entre la concentration et les notes. Toutefois, nous pouvons supposer qu'il pourrait y avoir une relation entre un faible sentiment de présence et des notes plus basses en raison d'une diminution de la concentration. De même, un faible sentiment de présence pourrait être en relation avec une mauvaise tolérance du casque.

L'expérience et les connaissances antérieures des participants a pu contribuer à la différence des notes entre les groupes. C'est-à-dire qu'il y a plus d'étudiants ayant déjà fait un stage dans le champ respiratoire et ayant révisé dans le GC que dans le GE. Et nous constatons une relation significative entre ces caractéristiques et les notes. En effet, nous remarquons que la moyenne des étudiants ayant déjà réalisé un stage dans le champ respiratoire est plus élevée alors que les étudiants n'en ayant pas fait obtiennent une moyenne plus basse. De même les étudiants ayant révisé ont une moyenne plus élevée que ceux ayant réalisé partiellement ou n'ayant pas révisé du tout. Enfin, n'ayant pas été prévenu, les étudiants n'ont pas tous eu l'occasion d'anticiper et de réviser avant d'aborder le cas clinique ce qui a pu les mettre en difficulté.

Finalement, près de la moitié des étudiants a trouvé que le cas clinique contenait trop d'informations. Ces réponses sont comparables entre les deux groupes et sont en lien avec des notes plus basses. Bien qu'il n'y ait pas de relation significative entre ces résultats, nous pouvons supposer que la quantité d'informations a pu complexifier la compréhension du cas clinique et diminuer la performance à l'épreuve écrite.

2. Intérêt en pédagogie

La modalité d'enseignement a été construite en se basant sur les théories de l'apprentissage et plus particulièrement sur la théorie socio-constructiviste.

Avec cet enseignement, les étudiants avaient envie d'apprendre et pensent avoir acquis des connaissances. La majorité des étudiants souhaiterait étudier d'autres cas cliniques suivant cette modalité d'enseignement (prise de connaissance du cas, rédaction du bilan et correction) et pense que cette formation les aidera pour leur pratique professionnelle. Ces réponses sont similaires entre les groupes et significativement en relation avec une moyenne plus élevée que celles des étudiants n'ayant pas cet avis. Enfin, la majorité des étudiants rapportent une bonne concentration pendant l'épreuve écrite.

Les théories de l'apprentissage mettent en avant l'importance de la motivation pour la réussite de l'étudiant (4) (18). Nos résultats montrent que la RV est motivante comme nous pouvons le retrouver dans la littérature. En effet, la RV à l'avantage d'être ludique et innovante (50) (70). De plus, les étudiants du GE rapportant plus de motivation à travailler sur le cas clinique en RV qu'en texte ont une moyenne plus élevée que ceux n'étant pas plus motivés. Bien qu'elle ne soit pas significative, il semble donc avoir une relation entre la motivation en RV et les notes. Finalement, la quasi-totalité des étudiants aurait voulu être dans le GE.

Les résultats sont donc positifs concernant la modalité d'enseignement (épreuve écrite et correction) et ses bénéfiques sur l'apprentissage. L'adhésion des étudiants à ce mode de travail joue un rôle important dans leur investissement en cours et leurs résultats. De plus, les étudiants semblent apprécier la RV et leur motivation à son égard est un facteur pouvant favoriser leur réussite. Ces réponses incitent au développement de cas cliniques formatifs en RV et soulignent l'importance de concevoir l'utilisation de la RV selon les objectifs pédagogiques et les théories de l'apprentissage, comme la littérature le préconise (41).

3. Limites

3.1. Population

L'étude est un essai contrôlé randomisé. L'échantillon concerne 48 étudiants en MK venant du même institut et de la même année d'étude. L'étude est donc monocentrique et

l'échantillon restreint ce qui limite la généralisation de nos résultats. Par ailleurs, les critères d'inclusion n'ont pas pris en compte l'expérience et le niveau des connaissances antérieures. Il aurait pu être pertinent de l'intégrer à nos critères d'inclusion pour en tenir compte lors de la randomisation.

3.2. Cas clinique

L'étude ne concerne que l'insuffisance respiratoire chronique. Il aurait pu être intéressant de proposer un second cas clinique sur une pathologie différente et d'inverser les groupes pour limiter l'impact de leur hétérogénéité.

La résolution de la vidéo en 360° est limitée par le faible espace du lieu de tournage et le matériel utilisé. De plus, la vidéo ne place pas l'utilisateur à la première personne ce qui a pour conséquence de limiter son adhésion. En effet, filmer à la première personne permet une meilleure immersion et un sentiment de présence plus élevé. D'autres facteurs tels que le niveau de conscience et la personnalité (anxieuse, réservée) de l'observateur peuvent renforcer ou limiter le sentiment de présence et l'acquisition de compétences en RV (63). Par ailleurs, l'étude de Wang et al. suggère que la fidélité affecte plus l'expérience psychologique de l'apprenant que l'interaction (71).

Les étudiants ont tous effectué l'étude dans le même amphithéâtre pour des raisons techniques. Les participants ne pouvaient pas être en aveugle et ils savaient que des casques de RV étaient prévus. Cela a pu décevoir certains étudiants du GC qui voyaient les étudiants du GE utiliser les casques de RV.

De plus, nous avons 14 casques de RV à disposition. Nous avons réalisé deux fois l'étude pour pouvoir faire passer tous les étudiants. Cette étude a nécessité des ressources humaines et matérielles importantes : trois personnes devaient être présentes pour permettre le bon déroulement de l'étude, éviter les tricheries et prévenir la survenue d'un problème technique. Cette problématique avait été énoncée dans le rapport de l'HAS. Pour mettre en place un espace dédié à la simulation en santé il faut pouvoir disposer d'une surface allouée, d'un personnel formé et de ressources matérielles adaptées et suffisantes (20).

La plupart des études comparent deux supports d'apprentissage traditionnels en 2D (télévision, ordinateur, diaporama) (62). Nous avons choisi de comparer la RV avec un texte parce qu'il nous a semblé que le texte était le moyen de présentation d'un cas clinique le plus utilisé. La comparaison entre ces deux supports nous semble pertinente puisque la quasi-totalité des étudiants jugent le cas clinique authentique quelque soit leur groupe d'appartenance. Cependant, pour que ces deux supports aient le même contenu, nous avons fait des choix limitant les vidéos et l'interaction à 360°. La RV n'est donc pas exploitée au maximum des possibilités.

3.3. Critères d'évaluation

Nos résultats portent sur l'évaluation du BDMK et les réponses au questionnaire de ressenti des étudiants le jour de l'étude. La rédaction du BDMK a pu être limitée par la compréhension des consignes d'un étudiant à l'autre, et cela malgré notre attention à ce sujet. Nous n'avons pas de retours objectifs quantitatifs sur les bénéfices à long terme de cet apprentissage comme ont évalué Wang et al.. Dans leur étude l'apprentissage de l'anatomie est évalué le jour de l'étude et 30 jours à posteriori ce qui a permis de mettre en avant que le groupe en réalité mixte avait mieux mémorisé à long terme que les groupes sur texte ou ordinateur (58). Dans l'étude d'Ulrich et al., la pré-évaluation était un QCM en 8 questions. L'évaluation post enseignement était une mise en pratique en 8 questions dont certaines identiques à la pré-évaluation, et un questionnaire de ressenti. Les résultats montrent que la RV à 360°, la vidéo et le texte donnent les mêmes résultats. Ces critères d'évaluation sont cependant trop différents des nôtres pour pouvoir effectuer une comparaison. Ces différences de moyens d'évaluation pourraient expliquer les divergences de résultats d'une étude à l'autre (70).

Nos résultats sont aussi contraints par notre questionnaire. En effet, la motivation est complexe et aurait pu être évaluée plus en détails. De plus, le questionnaire évaluant le sentiment de présence (le SUSQ) n'existe pas en traduction française validée, la traduction que nous avons faite présente donc des limites. Finalement, nous n'avons pas pu comparer le score avec le groupe texte puisqu'il aurait fallu un groupe utilisant un outil numérique.

Il faut aussi considérer que la performance des étudiants n'est tout à fait représentative de leurs capacités face à un vrai patient. Elle ne peut pas remplacer une mise en situation réelle (21).

4. Perspectives

D'après la société BIS Research, le marché des casques de RV va continuer d'augmenter ces prochaines années⁴. L'Université d'Indiana propose depuis 2019 des casques de RV HTC-Vive en accès-libre à ses étudiants en santé (72). Alors que la simulation n'était qu'émergente en France en 2012, la Société Francophone de Simulation en Santé (SOFRASIM) recense actuellement de nombreux centres de simulation⁵ (20).

Les résultats de notre étude nous encouragent à approfondir la création de cas cliniques pour les étudiants en kinésithérapie. Etant filmé à 360°, notre cas clinique nécessite peu de développement informatique. Nous n'avons pas eu besoin de créer d'éléments virtuels autres que l'interaction avec le logiciel Cenario VR contrairement à un développement avec le logiciel Unity qui mobilise des ingénieurs. Le coût est donc comparativement restreint et plus court. Il est donc faisable de créer de nouveaux cas cliniques en RV. Jensen et al. considèrent que les formateurs doivent avoir la capacité de produire et d'éditer leur propre contenu pour que les casques de RV deviennent un outil pertinent. Ainsi, l'utilisation la plus prometteuse des casques dans l'éducation ne serait pas la simulation en RV, mais la vision de contenu vidéo à 360 degrés (63).

Le cas clinique peut être utilisé lors d'un cours encadré par un enseignant de la même manière que nous l'avons proposé. Mais il pourrait aussi être mis à disposition et visionné en autonomie sur des casques de RV si les ressources matérielles le permettent. Autrement, la vidéo pourrait être visionnable sur un ordinateur ou un smartphone. Dans tous les cas, la réflexion de l'étudiant pourrait être guidée par des questions pré-programmées selon les objectifs pédagogiques du formateur comme en pédagogie inversée.

Il paraît plus pertinent de proposer des cas cliniques sur des pathologies rarement étudiées en stage ou complexes à se représenter. A ce titre, les pathologies respiratoires ont retenu

⁴ Augmented Reality and Virtual Reality Market Size, Market Report & Forecast 2025 | BIS Research [Internet]. [cité 4 mai 2020]. Disponible sur: <https://bisresearch.com/industry-report/augmented-reality-virtual-reality-healthcare.html>

⁵ Centres de simulation [Internet]. SoFraSimS. 2019 [cité 11 mai 2020]. Disponible sur: <https://sofrasims.org/services/centres-de-simulation/>

notre attention. En plus de la partie bilan, il serait intéressant de filmer la rééducation pour permettre l'apprentissage et la contextualisation des moyens et techniques utilisés en séance.

Afin d'améliorer l'apprentissage avec ce type de cas cliniques, de nouvelles recherches sont nécessaires. Pour une étude similaire à la nôtre, il semble nécessaire de stratifier les critères d'inclusion en tenant compte de l'expérience et des connaissances antérieures des étudiants. Il est important de laisser suffisamment de temps aux étudiants en RV pour la prise en main et l'étude du contenu. Il faudrait concevoir au moins 2 cas cliniques (en texte et en RV) et augmenter l'effectif de l'échantillon pour pouvoir effectuer un cross-over et améliorer la généralisation des résultats. Enfin, il semble intéressant d'ajouter un groupe en 2D (ordinateur ou tablette) pour pouvoir comparer les scores sur le sentiment de présence.

La vidéo pourrait être entièrement filmée à la première personne. Ce point de vue participerait à l'activation des neurones miroirs ce qui pourrait faciliter l'apprentissage. En effet, les neurones miroirs s'activent lorsque nous exécutons une action mais également lorsque nous observons un autre individu en train d'exécuter la même action. Ces neurones ne sont pas spécifiques à des mouvements particuliers, ils s'activent selon le sens de l'action observée et répondent (par décharge) en voyant l'action finale (73). Lynch et al. ont montré que des vidéos 2D filmées à la première personne ont un effet positif sur l'apprentissage de compétences auprès d'étudiants paramédicaux (74). En RV, l'embodiment serait comparativement supérieur pour une vision à la première personne qu'à la troisième personne (75).

Conclusion

La RV offre de nombreux avantages en pédagogie. Nous avons proposé un cas clinique en RV par comparaison à un texte auprès d'étudiants en kinésithérapie. Après avoir pris connaissance du cas clinique, l'épreuve écrite formative impliquait la rédaction du bilan diagnostic masso-kinésithérapique. Les étudiants recevaient ensuite une correction et répondaient au questionnaire de ressenti.

Il n'y a pas de supériorité de la RV par rapport au texte pour l'épreuve écrite ce qui pourrait s'expliquer par la difficulté de prise en main du casque de RV et par une altération de la notion du temps liée à l'outil. Toutefois, les étudiants trouvent la RV plus motivante qu'un texte et souhaiteraient étudier d'autres cas cliniques avec cet outil. Les réponses des GE et GC montrent également un bénéfice dans l'acquisition des connaissances et la pratique professionnelle. La RV est donc un outil pédagogique intéressant pour la formation initiale en kinésithérapie mais il faut tenir compte de ses caractéristiques techniques pour adapter le contenu et la présentation. D'autres recherches permettraient d'améliorer la pertinence des contenus et ainsi d'apporter une plus-value à la formation des étudiants.

Références bibliographiques

1. Larousse É. Définitions : apprentissage - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. [cité 6 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/apprentissage/4748>
2. Goupil G, Lusignan G. Des théories de l'apprentissage à l'enseignement [Internet]. Éduquer et Former. Editions Sciences Humaines; 2016 [cité 1 avr 2020]. Disponible sur: <http://www.cairn.info/eduquer-et-former--9782361063580-page-78.htm>
3. Berbaum J. Apprentissage et pratiques de formation : notions préliminaires. Que sais-je? [Internet]. 2005 [cité 30 oct 2019];(2129):5-18. Disponible sur: <http://www.cairn.info/apprentissage-et-formation--9782130549260-page-5.htm>
4. Pelaccia T, Tardif J. Comment [mieux] former et évaluer les étudiants en médecine et en sciences de la santé? Louvain-la-Neuve: De Boeck supérieur; 2016.
5. Apprentissage et formation [Internet]. [cité 20 avr 2020]. Disponible sur: <http://www.cairn.info/apprentissage-et-formation--9782130549260.htm>
6. Lebrun M. Des technologies pour enseigner et apprendre [Internet]. De Boeck Supérieur; 2007 [cité 20 nov 2019]. Disponible sur: <http://www.cairn.info/des-technologies-pour-enseigner-et-apprendre--9782804153168.htm>
7. Kolb AY, Kolb DA. Experiential Learning Theory. In: Seel NM, éditeur. Encyclopedia of the Sciences of Learning [Internet]. Boston, MA: Springer US; 2012 [cité 20 avr 2020]. p. 1215-9. Disponible sur: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-1428-6_227
8. Siemens G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. :9.
9. Benchenane K. Rêves, sommeil et mémoire. Futuribles [Internet]. 29 juill 2019 [cité 20 avr 2020];N° 431(4):35-46. Disponible sur: <http://www.cairn.info/revue-futuribles-2019-4-page-35.htm>
10. Arrêté du 2 septembre 2015 relatif au diplôme d'Etat de masseur-kinésithérapeute.
11. BO.pdf [Internet]. [cité 28 mars 2020]. Disponible sur: <http://www.fnek.fr/wp-content/uploads/2019/12/BO.pdf>
12. Maleyrot É, Pourcelot C, Perez-Roux T. L'intention de professionnalisation dans la formation des masseurs-kinésithérapeutes : étude d'un dispositif innovant appelé « Groupe d'Entraînement à l'Analyse des Pratiques en Rééducation ». Phronesis [Internet]. 2019 [cité 31 mars 2020];Vol. 9(3):72-84. Disponible sur: <http://www.cairn.info/revue-phronesis-2019-3-page-72.htm>

13. Kusurkar RA, Croiset G, Mann KV, Custers E, ten Cate O. Have Motivation Theories Guided the Development and Reform of Medical Education Curricula? A Review of the Literature: *Academic Medicine* [Internet]. juin 2012 [cité 30 mars 2020];87(6):735-43. Disponible sur: <http://journals.lww.com/00001888-201206000-00017>
14. Tardif J. Pour un enseignement stratégique: l'apport de la psychologie cognitive. Les Ed. Logiques; 1992. 474 p.
15. Penser la formation des professionnels de la santé [Internet]. [cité 20 janv 2020]. Disponible sur: <http://www.cairn.info/penser-la-formation-des-professionnels-de-la-sante--9782804182496.htm>
16. Rayou P, Zanten A van. Chapitre premier. Apprentissages et pédagogie. Que sais-je? [Internet]. 1 oct 2018 [cité 26 mars 2020];3e éd.:9-36. Disponible sur: <http://www.cairn.info/les-100-mots-de-l-education--9782130812289-page-9.htm>
17. (PDF) Pédagogie de la classe inversée: place des outils et ressources numériques dans cette forme d'enseignement [Internet]. [cité 23 avr 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/publication/316554818_Pedagogie_de_la_classe_inversee_place_des_outils_et_ressources_numeriques_dans_cette_forme_d_enseignement
18. Pelaccia T, Viau R. Motivation in medical education. *Med Teach*. févr 2017;39(2):136-40.
19. Wu H, Li S, Zheng J, Guo J. Medical students' motivation and academic performance: the mediating roles of self-efficacy and learning engagement. *Medical Education Online* [Internet]. 1 janv 2020 [cité 30 mars 2020];25(1):1742964. Disponible sur: <https://doi.org/10.1080/10872981.2020.1742964>
20. Granry J-C, Moll M-C, Roue V. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé [Internet]. 2012 janv [cité 23 avr 2019]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_930641/fr/simulation-en-sante
21. Lane JL, Slavin S, Ziv A. Simulation in Medical Education: A Review. *Simulation & Gaming* [Internet]. 1 sept 2001 [cité 31 mars 2020];32(3):297-314. Disponible sur: <https://doi.org/10.1177/104687810103200302>
22. McGaghie WC, Issenberg SB, Petrusa ER, Scalese RJ. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Med Educ*. janv 2010;44(1):50-63.
23. Fuchs P. Le traité de la réalité virtuelle. Paris: Presses de l'Ecole des Mines; 2006.
24. Guze PA. Using Technology to Meet the Challenges of Medical Education. *Trans Am Clin Climatol Assoc*. 2015;126:260-70.

25. Jaffrelot M, Pelaccia T. La simulation en santé : principes, outils, impacts et implications pour la formation des enseignants. Recherche formation [Internet]. 2016 [cité 4 janv 2020];n° 82(2):17-30. Disponible sur: <http://www.cairn.info/revue-recherche-et-formation-2016-2-page-17.htm>
26. Greenhalgh T. Computer assisted learning in undergraduate medical education. BMJ [Internet]. 6 janv 2001 [cité 31 mars 2020];322(7277):40-4. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1119309/>
27. Bridge PD, Jackson M, Robinson L. The Effectiveness of Streaming Video on Medical Student Learning: A Case Study. Med Educ Online [Internet]. 19 août 2009 [cité 23 avr 2020];14. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2779626/>
28. Merchant Z, Goetz ET, Cifuentes L, Keeney-Kennicutt W, Davis TJ. Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. Computers & Education [Internet]. 1 janv 2014 [cité 18 févr 2020];70:29-40. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131513002108>
29. Røe Y, Rowe M, Ødegaard NB, Sylliaas H, Dahl-Michelsen T. Learning with technology in physiotherapy education: design, implementation and evaluation of a flipped classroom teaching approach. BMC Med Educ. 31 juill 2019;19(1):291.
30. Mącznik AK, Ribeiro DC, Baxter GD. Online technology use in physiotherapy teaching and learning: a systematic review of effectiveness and users' perceptions. BMC Med Educ. 28 sept 2015;15:160.
31. Bergeron BP. Developing serious games /. Hingham, Mass. : Charles River Media,; c2006.
32. Graafland M, Schraagen JM, Schijven MP. Systematic review of serious games for medical education and surgical skills training. Br J Surg. oct 2012;99(10):1322-30.
33. Pappa D, Papadopoulos H. Designing a prototype training environment for physiotherapists building on advanced gaming technologies. In 2018. p. 456-63. Disponible sur: https://books.google.fr/books?id=Jox5DwAAQBAJ&pg=PA456&lpg=PA456&dq=Designing+a+prototype+training+environment+for+physiotherapists+building+on+advanced+gaming+technologies&source=bl&ots=hbbgbkzU08&sig=ACfU3U3ciU5UefnP6zy2MHNJ9E3f7Rt9og&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwigsNajrNjoAhUMyxoKHZ_5CRgQ6AEwAnoECAsQLw#v=onepage&q=Designing%20a%20prototype%20training%20environment%20for%20physiotherapists%20building%20on%20advanced%20gaming%20technologies&f=false

34. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: A BEME systematic review. *Medical Teacher*. 2005;27(1):10-28.
35. Arnaldi B, Guitton P, Moreau G, Fuchs P. *Réalité virtuelle et réalité augmentée: mythes et réalités*. 2018.
36. Muller Queiroz AC, Nascimento A, Tori R, Brashear T, Melo V, Meirelles F, et al. *Immersive Virtual Environments in Corporate Education and Training*. In 2018.
37. Former avec la réalité virtuelle. Comment les techniques immersives bouleversent l'apprentissage - Emilie Gobin Mignot, Bertrand Wolff [Internet]. [cité 20 avr 2020]. Disponible sur: <https://www.decitre.fr/livres/former-avec-la-realite-virtuelle-9782100801367.html>
38. Izard SG, Juanes JA, García Peñalvo FJ, Estella JMG, Ledesma MJS, Ruisoto P. Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine. *J Med Syst*. 1 févr 2018;42(3):50.
39. *Réalité virtuelle et expériences immersives en France : quels usages ?* | CNC [Internet]. [cité 12 avr 2020]. Disponible sur: https://www.cnc.fr/creation-numerique/etudes-et-rapports/etudes-prospectives/realite-virtuelle-et-experiences-immersives-en-france--quels-usages_978225
40. Cristol D. *Les communautés d'apprentissage : apprendre ensemble*. *Savoirs* [Internet]. 9 juin 2017 [cité 22 avr 2020];N° 43(1):10-55. Disponible sur: <http://www.cairn.info/revue-savoirs-2017-1-page-10.html>
41. Radianti J, Majchrzak TA, Fromm J, Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education*. 2020;147.
42. Witmer BG, Singer MJ. *Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire*. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* [Internet]. 1 juin 1998 [cité 22 avr 2020];7(3):225-40. Disponible sur: <https://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/105474698565686>
43. Lombard M, Ditton T. *At the Heart of It All: The Concept of Presence*. *Journal of Computer-Mediated Communication* [Internet]. 1997 [cité 22 avr 2020];3(2):0-0. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x>
44. Whitelock D, Romano D, Jelfs A, Brna P. *Perfect presence: What does this mean for the design of virtual learning environments?* *Education and Information Technologies* [Internet]. 1 déc 2000 [cité 27 janv 2020];5(4):277-89. Disponible sur:

<https://doi.org/10.1023/A:1012001523715>

45. Bouvier P. Une approche unifiée de la présence. In 2009.
46. Insko BE. Measuring Presence: Subjective, Behavioral and Physiological Methods. :11.
47. Usoh M, Catena E, Arman S, Slater M. Using Presence Questionnaires in Reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments [Internet]. oct 2000 [cité 25 févr 2020];9(5):497-503. Disponible sur: <http://www.mitpressjournals.org/doi/10.1162/105474600566989>
48. Arnaldi B, Guitton P, Moreau G. Réalité virtuelle et réalité augmentée : mythes et réalités. 2018.
49. Monflier F, Hoguin S. Réalité virtuelle/augmentée : Où en est l'industrie française ? Techniques de l'Ingénieur. 2017.
50. Chavez B, Bayona S. Virtual Reality in the Learning Process. In: Rocha Á, Adeli H, Reis LP, Costanzo S, éditeurs. Trends and Advances in Information Systems and Technologies. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 1345-56. (Advances in Intelligent Systems and Computing).
51. Sakdavong J-C, Burgues M, Huet N. Virtual reality in self-regulated learning: Example in ART domain. In 2019. p. 79-87.
52. Wang P, Wu P, Wang J, Chi H-L, Wang X. A Critical Review of the Use of Virtual Reality in Construction Engineering Education and Training. International Journal of Environmental Research and Public Health [Internet]. juin 2018 [cité 17 janv 2020];15(6):1204. Disponible sur: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/6/1204>
53. Mikropoulos TA, Natsis A. Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). Computers & Education [Internet]. 1 avr 2011 [cité 18 févr 2020];56(3):769-80. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510003052>
54. Al-Azawi R, Shakkah MS. Embedding augmented and virtual reality in educational learning method: Present and future. In 2018. p. 218-22.
55. Harrington CM, Kavanagh DO, Quinlan JF, Ryan D, Dicker P, O’Keeffe D, et al. Development and evaluation of a trauma decision-making simulator in Oculus virtual reality. The American Journal of Surgery [Internet]. 1 janv 2018 [cité 18 janv 2020];215(1):42-7. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002961017300405>
56. Burdea G, Patounakis G, Popescu V, Weiss RE. Virtual reality-based training for the

diagnosis of prostate cancer. *IEEE Trans Biomed Eng.* oct 1999;46(10):1253-60.

57. Vertemati M, Cassin S, Rizzetto F, Vanzulli A, Elli M, Sampogna G, et al. A Virtual Reality Environment to Visualize Three-Dimensional Patient-Specific Models by a Mobile Head-Mounted Display: Surgical Innovation [Internet]. 11 janv 2019 [cité 4 mars 2020]; Disponible sur: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1553350618822860>

58. Wang C, Daniel BK, Asil M, Khwaounjoo P, Cakmak YO. A Randomised Control Trial and Comparative Analysis of Multi-Dimensional Learning Tools in Anatomy. *Scientific Reports* [Internet]. 9 avr 2020 [cité 22 avr 2020];10(1):1-10. Disponible sur: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-62855-6>

59. Mills B, Dykstra P, Hansen S, Miles A, Rankin T, Hopper L, et al. Virtual reality triage training can provide comparable simulation efficacy for paramedicine students compared to live simulation-based scenarios. *Prehosp Emerg Care.* 3 oct 2019;1-16.

60. Smith SJ, Farra SL, Ulrich DL, Hodgson E, Nicely S, Mickle A. Effectiveness of Two Varying Levels of Virtual Reality Simulation. *Nursing Education Perspectives* [Internet]. déc 2018 [cité 4 mars 2020];39(6):E10. Disponible sur: https://journals.lww.com/neponline/Abstract/2018/11000/Effectiveness_of_Two_Varying_Levels_of_Virtual.21.aspx

61. Ulrich F, Helms NH, Frandsen UP, Rafn AV. Learning effectiveness of 360° video: experiences from a controlled experiment in healthcare education. *Interactive Learning Environments.* 2019;

62. Gomes N, Lou Y, Patwardhan V, Moyer T, Vavala V, Barros C. The effects of virtual reality learning environments on improving the retention, comprehension, and motivation of medical school students. *Advances in Intelligent Systems and Computing.* 2020;1018:289-96.

63. Jensen L, Konradsen F. A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Educ Inf Technol* [Internet]. 1 juill 2018 [cité 17 janv 2020];23(4):1515-29. Disponible sur: <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>

64. Antonello M, Delplanque D. Comprendre la kinésithérapie respiratoire: du diagnostic au projet thérapeutique. 2013.

65. Kourtesis P, Collina S, Doumas LAA, MacPherson SE. Validation of the Virtual Reality Neuroscience Questionnaire: Maximum Duration of Immersive Virtual Reality Sessions Without the Presence of Pertinent Adverse Symptomatology. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2019 [cité 18 févr 2020];13. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2019.00417/full>

66. Alhalabi W. Virtual reality systems enhance students' achievements in engineering education. *Behaviour & Information Technology* [Internet]. 1 nov 2016 [cité 21 avr 2020];35(11):919-25. Disponible sur: <https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1212931>
67. Boulanger J. La mémoire, de Freud à Kandel. *L'information psychiatrique* [Internet]. 25 févr 2015 [cité 20 avr 2020];Volume 91(2):145-62. Disponible sur: <http://www.cairn.info/revue-l-information-psychiatrique-2015-2-page-145.htm>
68. Scafà M, Serrani EB, Papetti A, Brunzini A, Germani M. Assessment of Students' cognitive conditions in medical simulation training: A review study. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020;958:224-33.
69. Chicchi Giglioli IA, Bermejo Vidal C, Alcañiz Raya M. A Virtual Versus an Augmented Reality Cooking Task Based-Tools: A Behavioral and Physiological Study on the Assessment of Executive Functions. *Front Psychol* [Internet]. 14 nov 2019 [cité 26 févr 2020];10:2529. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2019.02529/full>
70. Makransky G, Borre-Gude S, Mayer RE. Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of Computer Assisted Learning* [Internet]. 2019 [cité 18 févr 2020];35(6):691-707. Disponible sur: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jcal.12375>
71. Wang R, Li F, Cheng N, Xiao B, Wang J, Du C. How does web-based virtual reality affect learning: evidences from a quasi-experiment. In: *Proceedings of the ACM Turing 50th Celebration Conference - China* [Internet]. Shanghai, China: Association for Computing Machinery; 2017 [cité 18 févr 2020]. p. 1–7. (ACM TUR-C '17). Disponible sur: <https://doi.org/10.1145/3063955.3063964>
72. Lilly J, Kaneshiro KN, Misquith C, Dennett B. Creating a new « reality » for medical education: the Nexus Reality Lab for virtual reality. *J Med Libr Assoc*. oct 2019;107(4):609-10.
73. Guillain A, Pry R. D'un miroir l'autre. Fonction posturale et neurones miroirs. *Bulletin de psychologie* [Internet]. 6 juin 2012 [cité 10 mai 2020];Numéro 518(2):115-27. Disponible sur: <http://www.cairn.info/revue-bulletin-de-psychologie-2012-2-page-115.htm>
74. Lynch K, Barr N, Florin O. Learning paramedic science skills from a first person point of view: An initial investigation. *Proceedings of the International Conference on e-Learning, ICEL*. 1 oct 2012;10:284-93.
75. Galvan Debarba H, Bovet S, Salomon R, Blanke O, Herbelin B, Boulic R. Characterizing first and third person viewpoints and their alternation for embodied interaction in virtual reality. *PLoS ONE*. 2017;12(12):e0190109.

Annexes

Annexe I. Enoncé du cas clinique	71
Annexe II. Scénario	75
Annexe III. Storyboard.....	77
Annexe IV. Interaction	80
Annexe V. Grille d'évaluation	81
Annexe VI. Questionnaire de ressenti.....	83

Cas clinique

Informations patient :

Données générales : Mr X 70 ans, divorcé en 2011, a 2 enfants. Ancien visiteur médical retraité depuis 15 ans.

IMC = 21 kg/m²

Diagnostic : insuffisance respiratoire chronique

Antécédents : diplopie, vessie diverticulaire, hyperplasie bénigne de prostate, asthme dans l'enfance, pneumonie communautaire grave en février 2017 (10 jours de soins intensifs), hypertension artérielle pulmonaire

Traitements médicamenteux : Coaprovel (anti-hypertenseur), Miflasone (corticoïde), Solupred 20mg (corticoïde), Montelukast (anti-asthmatique), Risedronate (biphosphonate), oxygénothérapie continue à 2L/min au repos et 5L/min à l'effort

Environnement : est obligé de se tenir à la rambarde pour monter les 3 marches d'accès à la maison par manque de force. A parfois besoin d'effectuer plusieurs pauses pour aller chercher son courrier (boîte aux lettres à 150m de la maison : 100m de plat puis 50m avec dénivelé), arrive fatigué en haut, revient sans difficulté

Loisirs : équitation. Montait 4-5 chevaux par jour, faisait travailler les chevaux, les cavaliers et partait en compétition. Depuis sa maladie : n'a plus qu'un cheval qu'il monte quotidiennement au pas, fait parfois du trot et du galop mais c'est devenu très fatigant.

Auscultation : crépitants fins de mi-inspiration au niveau des deux bases pulmonaires postérieures.

EFR :

- La capacité vitale forcée est diminuée à 3,41 l soit 77% avec une CVL à 81%.
- La capacité pulmonaire est augmentée à 10,24 l soit 134% avec un volume résiduel à 240% et une CRF à 217%.
- Le VEMS est diminué à 970 ml soit 29% avec un rapport de Tiffeneau diminué à 28%.
- La courbe débit-volume est de type obstructif sévère avec un DEP à 47% et un DEMM 25/75 à 10%.
- La conductance spécifique est effondrée.

CONCLUSION :

Trouble ventilatoire obstructif très sévère associé à une distension majeure.

Résultats stables.

EPREUVE D'EFFORT :

- **Épreuve d'effort sur cycloergomètre** avec échauffement de 3 minutes à 5 W puis incrémentation de 5 W/min. L'examen a été réalisé sous oxygénothérapie, la mesure de la VO₂ et des paramètres métaboliques n'est donc pas possible.

- **L'épreuve d'effort est sous-maximale** au plan cardiaque avec une fréquence cardiaque max à 94 BPM soit 63% de la FMT. Elle peut néanmoins être considérée comme maximale devant l'épuisement des réserves ventilatoires.

- **La capacité aérobie** est fortement diminuée avec une puissance maximale de 35 W soit 27% de la puissance maximale théorique.

- **Au plan respiratoire**, les réserves ventilatoires sont épuisées. Le volume courant plafonne globalement sur toute la durée de l'épreuve d'effort. On note une désaturation à l'effort significative malgré l'oxygénothérapie à 2 l/min avec un nadir à 90%.

- **Au plan cardio-vasculaire**, l'épreuve d'effort est négative cliniquement et électriquement. Le profil tensionnel est normal avec une pression artérielle maximale enregistrée à 154/84 mmHg. La récupération de la pression artérielle est néanmoins un peu lente. Il n'est pas objectivé de troubles du rythme cardiaque.

- **Le seuil ventilatoire** pourrait se situer à une puissance de 30 W soit 23 % de la puissance maximale théorique.

CONCLUSION :

Épreuve d'effort maximale sur épuisement des réserves ventilatoires menée à 63 % de la FMT négative cliniquement et électriquement.

Diminution sévère de la capacité aérobie avec une puissance maximale de 35 W soit 27% en lien avec une limitation ventilatoire nette avec un épuisement des réserves ventilatoires, un mode ventilatoire anormal et une désaturation à l'effort.

Absence de limitation cardio-vasculaire.

Probable limitation périphérique en lien avec un déconditionnement.

PRE REC

SSR AFFECTIONS RESPIRATOIRES - CHU LIMOGES

QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DES CONNAISSANCES

Nom, prénom :

Date :

		CONNAISSANCES		
		Vrai	Faux	Ne sait pas
1	La BPCO n'est pas une maladie chronique, on peut donc en guérir		X	
2	Les bronchodilatateurs permettent d'ouvrir les bronches	X		
3	Une activité physique régulière et adaptée est recommandée pour réentraîner les muscles à l'effort	X		
4	Des antitussifs peuvent être pris si la toux persiste		X	
5	L'addiction au tabac est due uniquement à la nicotine	X		
6	Des sécrétions colorées sont le signe d'une infection			X
7	Le sigle BPCO signifie « broncho-pneumopathie chronique obstructive »	X		
8	La toux permet d'évacuer les sécrétions de l'ensemble de l'arbre bronchique	X		
9	Pour pouvoir arrêter de fumer, il faut : .. avoir de la volonté..... .. Etre motivé	X X		
10	Certains bronchodilatateurs sont à prendre tous les jours	X		
11	En cas d'exacerbation, il faut : - Attendre, cela va s'arranger - Consulter - Se soigner par soi-même			X
12	La première tentative pour arrêter de fumer est toujours la bonne		X	

TDM6 :

Age :
Taille : 184 Poids : 70 Opérateur : UN Arrêt à 5min30

TEST	Repos	Départ debout	1 min	2 min	3 min	4 min	5 min	6 min
SpO2	87	87	87	79	79	82	75	X
FC (bpm)	80	73	93	98	73	94	100	
Dyspnée (/10)	3							7
Jambes (/10)	0							3
Récupération	1 min	2 min	3 min	4 min	1 Barre tous les 30 m :			8
SpO2	78	89	92	93				
FC (bpm)	84	75	74	75	Arrêts : - 1 min			
Distance parcourue : 240 m, soit 39%.								
Théorique : Enright (1998) : 609 m								

TDM6 arrêté à 5min30 pour dyspnée à 7/10 sur l'échelle de Borg. Distance de marche : 240m soit 39% de la théorique. Désaturation à l'effort très sévère avec NADIR à 75% malgré oxygénothérapie à débit pulsé.

Scintigraphie pulmonaire de ventilation-perfusion

Date : mercredi 6 septembre 2019

Indication : bilan d'HTAP. Emphysème

Au total : Troubles ventilatoires et perfusionnels concordants étendus plus en faveur d'une origine pleuro-parenchymateuse (emphysème) que d'une origine thrombo-embolique ancienne

Gaz du sang sous O₂

PaO₂ : 70,7 mmHg
PaCO₂ : 52,7 mmHg
pH : 7,36
SaO₂ : 93,7 %
HCO₃⁻ : 29,4 mmol/L

Annexe II. Scénario

Scène 1 : ouverture

Caméra positionnée dans le couloir du service : on peut voir la porte du bureau du praticien (Photo à 360°)

Texte Titre

Hotspot Commencer

Scène 2 : recherche d'information

Caméra positionnée de façon à voir d'un côté le bureau du praticien, l'ordinateur installé dessus et le patient assis derrière le bureau. La table d'examen se trouve de l'autre côté (Photo à 360°)

Hotspot ordinateur + patient

Hotspot table d'examen

Hotspot « Quitter »

2.1 Choix de l'ordinateur et du patient

Caméra positionnée en face du bureau, de l'ordinateur et du patient (Photo à 360°)

Hotspot ordinateur

Hotspot patient

Hotspot Retour

2.1.1 Choix de l'ordinateur

Hotspot Retour

- Écran de l'ordinateur (Photos) :
 - Informations patient
 - Examens complémentaires
 - EFR
 - TDM6
 - Épreuve d'effort
 - Scintigraphie pulmonaire

2.1.2 Choix du patient

Caméra positionnée en face du patient. (Vidéos 360°)

Hotspot : « Question 1 » ou « Question 2 »

Hotspot « Retour »

2.1.2.1 Choix Question 1

Question 1 : Avez-vous des difficultés pour vous déplacer au quotidien ?

Réponse en Vidéo 360° : « Pour accéder à ma maison j'ai 3 marches qui sont un peu grandes et je suis obligé de m'appuyer à la rambarde pour grimper la première marche parce que c'est fatigant. Ma boîte aux lettres se trouve au bout du chemin à 150 mètres. J'arrive à les faire d'un seul tenant quelque fois, et des fois je suis obligé de faire une pause parce que la dernière partie est en côte légère et c'est très fatigant. Quand j'arrive à la boîte aux lettres je suis obligé de m'arrêter pour me reposer avant le retour qui se fait sans problème parce tout est en descente. »

2.1.2.2 Choix Question 2

Question 2 : Est-ce que vous avez des loisirs ?

Réponse en Vidéo 360° : « Je monte à cheval depuis très longtemps, j'arrivais à monter 4-5 chevaux par jour et je faisais des compétitions. J'ai un cheval et depuis que j'ai eu cette maladie j'arrive quand même à monter tous les jours au pas, et de temps en temps quelques minutes au trot et au galop »

2.3 Choix de la table d'examen

Caméra positionnée face à la table d'examen (Vidéo 360°)

Hotspot « Retour »

Le kinésithérapeute est debout face à la table d'examen. Le patient est déjà assis dessus torse nu (*on comptera 5-10 secondes d'observation du patient avant et après l'auscultation*). Le kinésithérapeute s'approche et l'ausculte d'abord de face puis de dos (*un texte indique la présence de crépitants à l'auscultation des deux bases pulmonaires postérieures*).

2.4 Choix Quitter

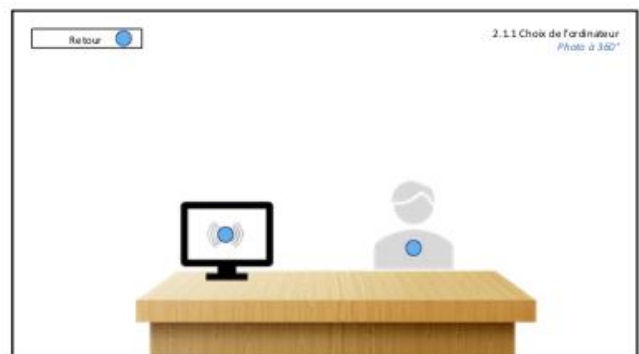
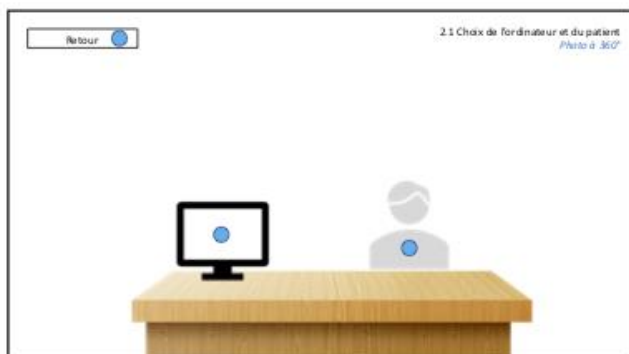
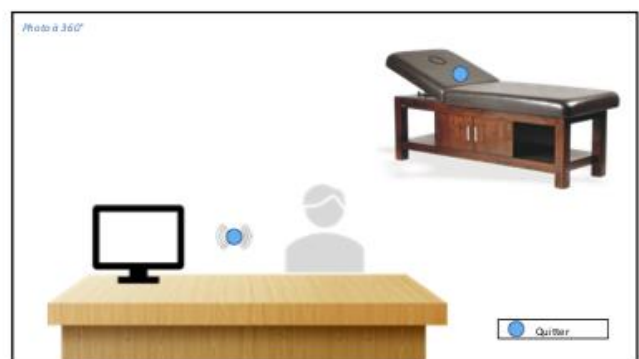
(Idem Scène 2) Caméra positionnée de façon à voir d'un côté le bureau du praticien, l'ordinateur installé dessus et le patient assis derrière le bureau. La table d'examen se trouve de l'autre côté (Photo à 360°)

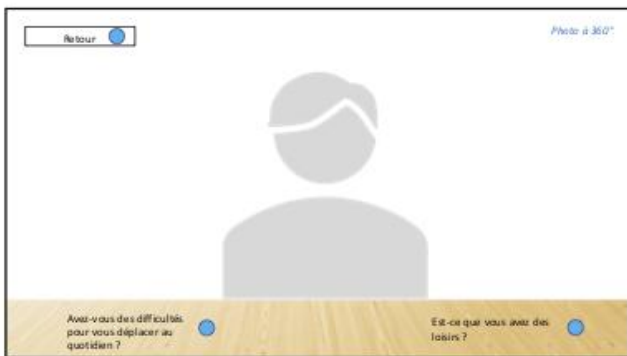
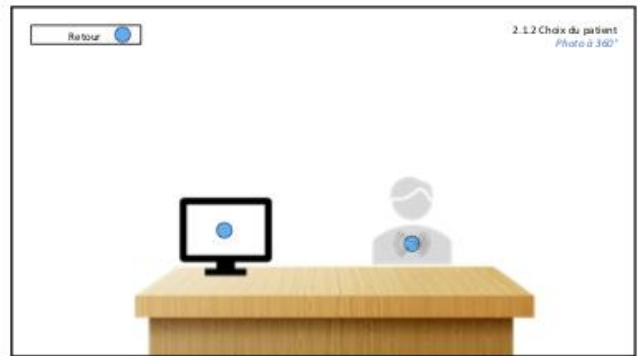
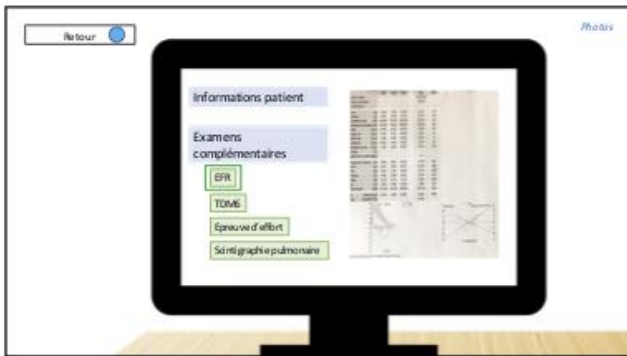
Texte Fin

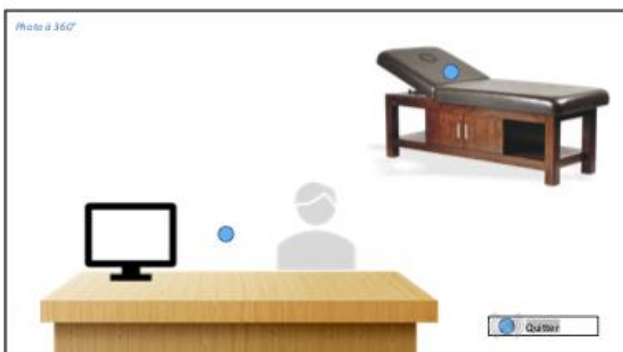
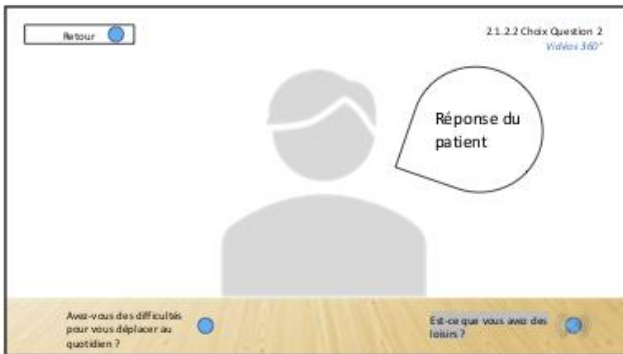
→ fin de la simulation

Hotspot « Retour »

Annexe III. Storyboard







Annexe IV. Interaction

Commencer



Retour



Quitter



Hotspot : point d'interaction

Annexe V. Grille d'évaluation

Consignes d'utilisation de la grille d'évaluation :

- La **première partie** concerne les connaissances théoriques et s'évalue par oui (prise en compte/recherche de l'élément) ou non.
- La **deuxième partie** porte sur le DMK et prend en compte la réflexivité. Il y a trois modalités de notation :
 - o oui/ réflexivité : l'étudiant a pris en compte l'élément et ses implications et le met en lien avec les notions de physiopathologie (réflexivité)
 - o partiellement/connaissances théoriques : l'étudiant a pris en compte l'élément mais de manière incomplète et/ou manque de réflexivité
 - o non : l'élément n'a pas été recherché/pris en compte

Critères	Oui	Non
Dossier du patient		
Diagnostic : insuffisance respiratoire chronique (avec trouble ventilatoire obstructif très sévère)		
Anamnèse du patient (âge, antécédents...)		
Prend en compte les problématiques d'accessibilité éventuelles (AVQ, accès à la maison ...)		
Prend en compte l'hygiène de vie du patient (tabagisme, alimentation, hydratation)		
Recherche la présence/proximité de l'entourage		
Recherche la bonne observance du traitement médicamenteux et non médicamenteux		
Recherche le projet du patient		
Recherche CTV (œdème des membres inférieurs)		
Recherche une douleur		
Recherche une atteinte articulaire et/ou musculaire		
Respiratoire		
Recherche les signes de tirage		
Recherche une distension thoracique		
Recherche le signe de Hoover		
Recherche un frein expiratoire		
Prend en compte la présence de bruits pathologiques à l'auscultation (crépitants)		
Évalue la dyspnée à l'aide d'une échelle (EVA/Sadoul/Borg/mMRC) et/ou prend en compte la dyspnée lors de la passation du TDM6		
Recherche les caractéristiques de la toux		
Recherche les caractéristiques de l'expectoration		
Recherche des signes d'hypoxémie		
Recherche des signes d'hypercapnie		
TOTAL /10		

Critères		Oui /réflexivité	Partiellement /connaissances théoriques	Non
Déf. <i>App. respi.</i>	<ul style="list-style-type: none"> - escalator muco-ciliaire - emphysème - obstruction (encombrement) - bronchospasme - hypersécrétion - inflammation - dépendance à l'oxygène <p>→ troubles de la ventilation/perfusion, trouble majeur de l'hématose, distension thoracique (↑ CPT, Tiffeneau), augmentation du travail ventilatoire, augmentation des résistances des VA, diminution des débits</p>	2	1	0
<i>Musculaire</i>	<ul style="list-style-type: none"> - respiratoire : insuffisance du diaphragme, recrutement des inspireurs et expirateurs accessoires - générale : déconditionnement sévère à l'effort <p>→ aplatissement des coupoles diaphragmatiques avec distension th (donc perte de son efficacité), hypoxie tissulaire, désaturation à l'effort, diminution de la capacité aérobie, augmentation de la dépense énergétique</p>	2	1	0
Lim. d'act.	Marche (TDM6 : diminution du périmètre de marche et marche en terrain pentu), escalier. Oxygénodépendance avec nécessité d'un apport en oxygène durant les AVQ	2	1	0
R. de part.	Vie sociale, loisirs (équitation), vie familiale	1	0,5	0
Moyens	Réentraînement à l'effort (individualisé selon les résultats à l'épreuve d'effort)	1	0,5	0
	Drainage bronchique (lent, à bas débit) : <ul style="list-style-type: none"> - aérosolthérapie - modulation du flux à bas débit (AFE) - spirométrie incitative - technique manuelle - technique instrumentale 	1	0,5	0
	Démarche éducative du patient : connaissances sur la physiopathologie et le traitement, hygiène de vie (alimentation, hydratation et tabagisme), travail sur la qualité de vie, s'aide de l'équitation	1	0,5	0
TOTAL /10				

Annexe VI. Questionnaire de ressenti

Pour tous :

<p>Etes-vous :</p> <p><input type="radio"/> Un homme <input type="radio"/> Une femme</p>
<p>Quel âge avez-vous ?</p> <p><input type="radio"/> Entre 10 et 20 ans <input type="radio"/> Entre 40 et 50 ans <input type="radio"/> Entre 20 et 30 ans <input type="radio"/> Entre 50 et 60 ans <input type="radio"/> Entre 30 et 40 ans</p>
<p>Etes-vous en reconversion professionnelle ?</p> <p><input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non</p>
<p>Avez-vous déjà pris en charge un/des patient(s) présentant une pathologie respiratoire ?</p> <p><input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non</p>
<p>Avez-vous déjà travaillé ou réalisé un stage au sein d'un service spécialisé dans les pathologies respiratoires ?</p> <p><input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non</p>
<p>Avez-vous révisé vos cours sur le champ respiratoire ce semestre ?</p> <p><input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Partiellement <input type="radio"/> Non</p>
<p>Avez-vous déjà utilisé un casque de réalité virtuelle ?</p> <p><input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non</p>
<p>Dans quel groupe auriez-vous aimé être ?</p> <p><input type="radio"/> Texte <input type="radio"/> Réalité Virtuelle</p>

Pour le groupe en réalité virtuelle uniquement :

Slater-Usoh-Steed Questionnaire (SUSQ)

Évaluez votre sentiment d'avoir été dans la salle de consultation (7 représenterait votre sentiment d'y être réellement)

Pas du tout 1

7 Vraiment beaucoup

Avez-vous eu, par moment, l'impression que l'environnement virtuel était réel ?

A aucun moment 1

7 Presque tout le temps

Quand vous repensez à votre expérience en réalité virtuelle, vous pensez à la salle de consultation comme à des images que vous avez vues ou comme à un endroit que vous avez visité ?

Des images que j'ai vues 1

7 Un endroit que j'ai visité

Dans l'ensemble qu'est-ce qui a dominé pendant l'expérience, votre sentiment d'être dans la salle de consultation ou d'être ailleurs ?

D'être ailleurs 1

7 D'être dans la salle de consultation

Repensez à lorsque vous étiez dans la salle de consultation.

Prenez en compte plusieurs éléments tels que votre mémoire visuelle de la salle de consultation, si elle est en couleur, dans quelle mesure ce souvenir vous semble précis ou réaliste, sa taille, si votre souvenir est panoramique...

Dans quelle mesure ce souvenir est similaire à d'autres endroits où vous êtes allé ?

Pas du tout 1

7 Tout à fait

Pendant l'expérience, vous êtes-vous souvent dit que vous étiez vraiment dans la salle de consultation ?

Pas très souvent 1

7 Très souvent

Pour le groupe en réalité virtuelle uniquement :

Concernant votre tolérance du casque de réalité virtuelle, vous êtes :

Pas du tout satisfait

Tout à fait satisfait

Avez-vous eu davantage de motivation à travailler sur ce cas clinique par rapport à un cas clinique traditionnel (texte) ?

Oui

Non

Souhaiteriez-vous avoir d'autres cas cliniques à disposition avec cet outil ?

Oui

Non

Est-ce que le casque de réalité virtuelle a été difficile à prendre en main ?

Pas d'accord du tout

Tout à fait d'accord

Avez-vous eu le sentiment que le temps s'écoulait :

Plus vite

Moins vite

Normalement

Pour tous :

<p>Pendant l'étude, vous évalueriez votre concentration à :</p> <p>1 4</p> <hr/>
<p>Avez-vous eu le sentiment que le cas clinique contenait trop d'informations ?</p> <p><input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non</p>
<p>Est-ce que l'énoncé du cas clinique vous a semblé authentique par rapport aux autres énoncés que vous avez eu pendant votre formation ?</p> <p><input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non</p>
<p>Avec cette modalité d'enseignement (prise de connaissance d'un cas, rédaction du bilan, correction) et en tenant compte de votre groupe d'appartenance, vous évalueriez votre envie d'apprendre à :</p> <p>1 10</p> <hr/>
<p>Est-ce que cette modalité d'enseignement vous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances ?</p> <p>Pas d'accord du tout Tout à fait d'accord</p> <hr/>
<p>Est-ce que vous pensez que cette modalité d'enseignement vous aidera dans votre pratique professionnelle ?</p> <p>Pas d'accord du tout Tout à fait d'accord</p> <hr/>
<p>En tenant compte de votre groupe d'appartenance, souhaiteriez-vous travailler sur d'autres cas cliniques de la même manière (prise de connaissance du cas, rédaction du bilan, correction) ?</p> <p>Oui Non</p> <hr/>

Attention, ne supprimez pas le saut de section suivant (pied de page différent)

Intérêt pédagogique de la réalité virtuelle pour la présentation d'un cas clinique par comparaison avec un cas clinique traditionnel : une étude expérimentale

Les cas cliniques sont recommandés pour la formation mais la représentation d'un patient à partir d'un texte est difficile. Il est conseillé aux formateurs de définir leurs objectifs pédagogiques en tenant compte des théories de l'apprentissage. De plus, les nouvelles technologies possèdent de nombreux atouts encourageant leur utilisation. Parmi ces technologies, les casques de réalité virtuelle (RV) participent à la pédagogie en santé mais peu en kinésithérapie. Ce mémoire s'intéresse à l'intérêt pédagogique d'un cas clinique en RV comparé à un texte pour la rédaction du bilan du patient en kinésithérapie. Quarante-neuf étudiants ont été randomisés et assignés à un groupe : texte (GC) ou RV (GE). Après avoir pris connaissance du cas clinique, l'épreuve écrite formative impliquait la rédaction du bilan diagnostique masso-kinésithérapique. Ils ont ensuite reçu une correction et ont répondu à un questionnaire de ressenti. Au total, 48 étudiants ont été inclus. Les résultats montrent une différence significative ($p < 0,05$) des notes sur 20 entre le GC = $10,9 \pm 3,4$ et le GE = $9,2 \pm 2,8$. Cette différence pourrait s'expliquer par une difficulté de prise en main du casque de RV et une altération de la notion du temps. Les étudiants semblent toutefois trouver la RV motivante et souhaiteraient étudier d'autres cas cliniques avec cet outil. Ils estiment également avoir acquis des connaissances et pensent que cet enseignement les aidera dans leur pratique professionnelle. Il semble pertinent d'effectuer davantage de recherches sur le contenu et l'intégration de cas cliniques en RV pour des étudiants en kinésithérapie.

Mots-clés : réalité virtuelle, kinésithérapie, apprentissage, cas clinique, texte

Educational interest of virtual reality in comparison with text for the presentation of a clinical case : an experimental study

Clinical cases are recommended for training but the presentation of a patient using a text is difficult. Trainers should define their teaching objectives taking into account learning theories. In addition, new technologies have many advantages that support their use. Among these technologies, interest of virtual reality head-mounted displays is already showed in medical pedagogy but not as much in physiotherapy. The aim of our work was to show the educational interest of a clinical case in virtual reality in comparison to a text, to report the patient's physical exam. Forty-nine students were randomized and assigned to a group : text (GC) or virtual reality (GE). After clinical case reading or viewing, students had to write the physiotherapy diagnostic physical exam. A correction was then given and students had to answer to a feedback questionnaire. 48 students were finally included. GC group had significant better grades than GE group (10.9 ± 3.4 vs 9.2 ± 2.8 ; $p < 0.05$). This difference could be explained by difficulties in taking control of the head-mounted display and an altered notion of time. However, the students found virtual reality attractive and hope to study other clinical cases with this tool. They also report that they acquired knowledge and that this teaching technique could help them in their professional practice. More research about virtual reality clinical cases for physiotherapy students seems relevant.

Keywords : virtual reality, physiotherapy, learning, clinical case, text

