Favoriser l'adoption de comportements actifs en simulation virtuelle

État de l'art et premiers résultats

Ruffault Alexis (1), Wynants Julie (2), Étienne Anne-Marie (3)

(1) Laboratoire « Sport, Expertise et Performance » (EA 7370), Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance (INSEP)
(2) Centre d'accompagnement sportif Training Plus, Bruxelles
(3) Unité de Recherche Interfacultaire Santé et Société (URiSS), Université de Liège

1 Les enjeux de la promotion de l'activité physique pour la santé

L'activité physique (AP) est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS ; 2014) comme « toute dépense énergétique résultant d'un mouvement produit par la contraction d'au moins un muscle squelettique » (e.g., marcher, les tâches ménagères, monter les marches d'escalier). L'AP se distingue d'une part, de l'exercice physique qui réfère à une sous-catégorie incluant des activités plus structurées, répétitives et qui vise à améliorer ou à entretenir la condition physique et d'autre part, de la sédentarité qui fait référence à des comportements caractérisés par peu d'efforts physiques et par une dépense énergétique faible (Hallal *et al.*, 2012). Lorsqu'une personne est allongée ou assise devant un écran, dans les transports en commun ou encore en train de lire un livre, cette personne est en réalité dans un comportement sédentaire. Par conséquent, il est possible d'avoir un rythme de vie actif tout en ayant un niveau élevé de sédentarité (Chaput, Olds, & Tremblay, 2018).

Le manque d'AP est considéré comme le 4^{e} facteur de risque de mortalité dans le monde (OMS, 2014) : plus de 25% de la population mondiale ne ferait pas suffisamment d'AP et serait estimée « à risque » (Guthold, Stevens, Riley, & Bull, 2018) de maladies cardiovasculaires, de syndrome métabolique, de diabète, de cancer et de mortalité prématurée (Booth, Roberts, & Laye, 2012). A l'inverse, il existerait une relation positive entre l'AP et la santé avec une réduction de 20 à 30% du risque

de mort prématurée et de maladies chroniques pour les personnes qui suivent ou qui dépassent ces recommandations (Warburton & Bredin, 2016).

Les recommandations de l'OMS tendent à favoriser un mode de vie plus actif, tout en prenant en compte l'intensité des différentes AP et le temps hebdomadaire alloué à chaque AP, mais sans distinguer les AP liées aux tâches ménagères, aux activités ludiques et aux déplacements actifs des exercices physiques tels que le fitness ou encore le sport. Cependant, la distinction des activités physiques du quotidien (d'intensité légère à modérée) est très importante puisqu'il s'agit d'activités généralement menées sans y prêter attention, à l'inverse des séances d'exercice physique d'intensités modérées à élevées, qui requièrent une planification dans les routines quotidiennes. Or, les exercices physiques pratiqués de manière régulière ne compensent pas forcément le manque d'AP même si ceux-ci ont un impact bénéfique pour la santé. En effet, le temps alloué aux exercices physiques resterait minime dans le quotidien (e.g., aller courir, faire du fitness) comparé au temps alloué à des activités sédentaires (e.g., regarder la télévision assis, prendre la voiture pour se déplacer), ou encore le temps alloué aux AP du quotidien comme marcher, faire du ménage, prendre les escaliers, ou porter des charges légères (Smith, Ekelund, & Hamer, 2015). Ces comportements actifs représenteraient la part la plus importante de la dépense énergétique influençable par nos comportements (Melanson, 2017) sur la santé (Ekblom-Bak, Ekblom, Vikström, de Faire, & Hellénius, 2014).

2 Les théories sociocognitives du changement de comportement

Actuellement, plus d'une centaine de théories du changement de comportement (Kwasnicka, Dombrowski, White, & Sniehotta, 2016), mettent en relation des concepts tels que la motivation, les croyances attitudinales et normatives, le sentiment d'auto-efficacité, ou encore les intentions de changement. Parmi les théories intégratives, celle de Hagger et Chatzisarantis (2014) – contextualisée à l'AP – permet de croiser plusieurs concepts. Selon ces auteurs, les formes autonomes de motivation à pratiquer des AP, issues de la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 1985), impacteraient positivement trois croyances liées au changement : attitudes, normes subjectives et contrôle comportemental perçu. Ces trois croyances, issues elles-mêmes de la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), à leur tour auraient un impact positif sur la formation d'intentions comportementales. Toutefois, il est démontré qu'une intention comportementale ne suffit pas à la performance réelle d'un comportement : il s'agit du célèbre « gap » entre intention et comportement (Sniehotta, 2009). Deux voies seraient possibles pour réduire ce gap. Premièrement, pour traduire les intentions de changement en comportement, il serait nécessaire de mettre en place des stratégies autorégulatrices comme la planification de l'action, issues du modèle action-contrôle (Heckhausen & Gollwitzer, 1987). Cette première « route » vers le comportement représenterait les processus explicites du changement de comportement, c'est-à-dire les processus conscients. En effet, l'exposition répétée au comportement, à travers ces processus conscients, pourrait permettre de créer de nouvelles habitudes d'AP chez des individus sédentaires (Hagger & Chatzisarantis, 2014). Deuxièmement, des processus implicites favoriseraient conjointement le changement de comportement : le

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

trait de self-control serait l'un de ces processus, un trait stable qui permettrait aux individus de mieux maitriser leurs impulsions, contenir leurs envies irrépressibles et résister aux tentations (Hagger, 2013). En effet, les individus présentant un niveau élevé de self-control seraient plus à même de former une intention comportementale, mais auraient également plus de ressources nécessaires à la traduction de cette intention en comportement.

Si les facteurs psychologiques tels que la motivation, les croyances ou les intentions ont un impact certain sur l'adoption des comportements de santé, il ne faut pas exclure l'impact de l'environnement sur les comportements humains. En effet, l'environnement a un effet direct sur les pensées, émotions et comportements, puisque tout ce qui constitue l'environnement est perçu par le cerveau humain (Moore & Depue, 2016) : la disposition d'un bâtiment, les individus qu'une personne rencontre, l'urgence d'une situation, ou encore les messages publicitaires. Jusqu'à aujourd'hui, les études dont l'objectif est d'étudier l'effet de variations de l'environnement sur le choix de prendre les escaliers ne se sont pas intéressées à l'impact de l'environnement sur les facteurs psychologiques du changement (Bellicha *et al.*, 2015). Au contraire, ces études ont présumé que de la communication persuasive aurait un impact sur la motivation à prendre l'escalier, et n'ont donc pas mesuré cette variable intra-individuelle (e.g., Olander & Eves, 2011). Néanmoins, il semblerait que le fait de rendre les escaliers plus accessibles, ou encore de diffuser des messages faisant la promotion de la montée des marches, aient un impact sur le nombre d'individus montant les escaliers (Bellicha *et al.*, 2015). Ces études sont menées dans des lieux publics ou sur le lieu de travail, dans des espaces fréquentés par des milliers d'individus, qui sont ainsi comptés lorsqu'ils prennent les escaliers aux différents moments des interventions. Bien qu'intéressante, la méthode employée faisant la promotion de la montée des marches ne permet pas d'évaluer la motivation, les croyances, les intentions, ni même les habitudes des participants.

C'est pourquoi, avec les moyens technologiques actuels, et notamment la possibilité de créer des environnements virtuels, de nouvelles perspectives de recherche sur les comportements s'offrent aux chercheurs en psychologie de la santé. En effet, il est désormais possible de créer une infinité de situations et d'environnements virtuels, dans lesquels des individus peuvent être immergés et où tous ces concepts peuvent être davantage contrôlés.

3 Réalité virtuelle et activité physique : que nous dit la littérature ?

3.1 Définitions

Une « visite virtuelle » qualifie généralement une expérience où l'utilisateur explore un environnement en interagissant avec certains éléments. Un environnement virtuel (EV), quant à lui, est un monde artificiel qui n'existe que dans l'univers informatique. Il se caractérise par un espace digital en 3D généré par la technologie informatique dans lequel des stimuli visuels et auditifs sont projetés sur une surface. Dans tous les cas, les objets qui composent l'EV ont un côté « ressemblant » à cet environnement

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

(la forme, la taille, la couleur font penser, par exemple à un escalier). Une « visite virtuelle » peut se faire seule dans l'environnement : l'utilisateur interagit avec l'environnement en adoptant un point de vue égocentrique, c'est-à-dire un point de vue à la première personne – « je vais dans le hall de ce bâtiment ». Ce point de vue égocentrique diffère du point de vue allocentrique appelé aussi celui à la troisième personne en utilisant un avatar. Un avatar est un personnage virtuel que l'utilisateur choisit pour le représenter graphiquement dans un univers virtuel. Une « visite virtuelle » peut également reprendre un ensemble d'étapes en lien avec une procédure spécifique à reproduire (e.g., se rendre à une réunion, au troisième étage, en empruntant l'escalier et en étant en retard). La personne est actrice de l'expérience et elle influence le contenu par ses actions et choisit les directions à prendre (Bouchard & Rizzo, 2019).

La réalité virtuelle (RV) place l'utilisateur dans un EV où absolument tout ce qui l'entoure, l'environnement naturel, est occulté (Baus & Bouchard, 2014). Pour s'y déplacer, le sujet utilise un visiocasque, c'est-à-dire d'un casque avec à l'intérieur des lunettes contenant des écrans d'ordinateur et des capteurs de mouvement qui permettent de voir en trois dimensions. Ce casque peut être autonome, dépendant d'un smartphone ou relié à un ordinateur.

Les risques principaux de l'utilisation de la RV concernent, ce que l'on nomme les « cybermalaises » ; cela ressemble à des maux de transport (Malbos, Oppenheimer, & Lançon, 2017). Ils sont expliqués par les mouvements et les déplacements se produisant lors de l'immersion dans la réalité virtuelle : les yeux envoient au cerveau l'information que le corps bouge, mais en fait, le corps fait très peu de mouvements. Ce manque de synchronisation provoque chez certaines personnes des malaises. Toutefois, ces cybermalaises, même s'ils sont désagréables, sont très légers, temporaires et ils ne nuisent pas à la santé de la personne.

Les caractéristiques immersives de la RV, qui induisent un sentiment fort de présence dans l'EV par les interactions et le réalisme, rendent son utilisation ludique. En effet, cela fait quelques années que la RV est devenue un moyen de jouer aux jeux vidéo (Ahn & Fox, 2017). On distingue trois types de jeux vidéo qui ont fait l'objet d'études sur la promotion de l'activité physique : (a) les exergames, qui permettent aux individus d'interagir par les mouvements de leur corps avec l'EV (e.g., Ferreira *et al.*, 2018) (b) les EVs en immersion complète, où le jeu est pratiqué dans un visiocasque, et (c) la réalité augmentée, qui permet d'ajouter des éléments virtuels dans un environnement réel avec notamment l'utilisation de la caméra et des instruments de localisation d'un smartphone (e.g., Yoo, Chung, & Lee, 2013).

3.2 La réalité virtuelle en immersion complète

Les environnements en immersion complète, *via* un visiocasque ou un écran géant incurvé, peuvent également être utilisés pour faire la promotion de l'AP. C'est par exemple le cas de l'étude « Positive Bike » (Pedroli *et al.*, 2018), plaçant des personnes âgées sur la selle d'un ergomètre tout en leur faisant exécuter une tâche cognitive (paradigme de la double tâche). Les résultats montraient que le plaisir pendant l'activité de pédalage était plus élevé, tout comme la motivation à suivre ce programme d'entraînement physique en réalité virtuelle. Des résultats similaires ont été observés dans

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

une étude auprès d'étudiants d'université qui ont également amélioré à court terme leur santé cardiovasculaire, leur endurance et leur sentiment d'auto-efficacité dans le contexte de l'AP (Zeng, Pope, & Gao, 2017).

En immersion complète, le paradigme de double tâche a été utilisé afin de tester l'efficacité d'un entraînement physique en RV couplé à des tâches cognitives sur l'amélioration des fonctions cognitives. Ainsi, auprès de patients en réhabilitation cardiaque (Rogers, Duckworth, Middleton, Steenbergen, & Wilson, 2019) ou de personnes âgées avec déclin cognitif (Liao, Chen, Lin, Chen, & Hsu, 2019), les AP pratiquées en RV avec immersion complète et tâches cognitives intégrées, permettent d'améliorer des fonctions cognitives telles que l'orientation, la recherche visuo-spatiale, la mémoire, ou encore l'attention. Toutefois, il est important de rester vigilant aux facteurs individuels (la capacité à se distraire) lors d'un exercice physique dans un environnement de RV car l'effet distracteur de cette dernière peut s'avérer négatif pour certaines personnes (Neumann & Moffitt, 2018). En effet, cette étude a montré que courir en immersion virtuelle amenait l'individu à être attentif à l'environnement et aux stimuli externes, et générait des affects négatifs post-immersion ; tandis que courir face à une image neutre était associé à une attention portée davantage sur des stimuli internes et générait des affects plus positifs à la suite de l'exercice.

3.3 Engagement dans les activités

Certaines études ont notamment pu s'intéresser à l'intérêt de la RV pour proposer des feedbacks sur les progrès (Arman, Tarakci, Tarakci, & Kasapcopur, 2019), sur le monitoring des mouvements (Metsis, Jangyodsuk, Athitsos, Iversen, & Makedon, 2013), sur le sentiment d'accomplissement personnel (Arman *et al.*, 2019), ou encore la gestion de la difficulté de l'effort (Wilson *et al.*, 2017). Par exemple, le plaisir ressenti par les utilisateurs d'un entraînement à l'équilibre en RV était plus élevé que pour les participants ayant bénéficié d'un entraînement similaire sans RV (Fitzgerald, Trakarnratanakul, Smyth, & Caulfield, 2010). D'autre part, il semblerait que l'identification des participants aux avatars présents dans les exergames permettrait une motivation plus intrinsèque à participer au jeu, mais également à pratiquer le comportement ciblé par le jeu (Birk, Atkins, Bowey, & Mandryk, 2016). Ainsi, il semblerait que le sentiment de présence induit par la capacité d'immersion des environnements, soit une variable importante pour favoriser un maintien des comportements simulés en RV.

4 Projet EViRAP : résultats préliminaires

A titre d'exemple, une étude – actuellement toujours en cours à l'Université de Liège (Belgique) étudie les comportements actifs lors de simulations virtuelles en immersion complète. L'équipe impliquée dans le projet EViRAP mobilise des spécialistes en psychologie de la santé, en cyberpsychologie, en santé publique, en sciences de la motricité, mais également en sciences appliquées, venant de Belgique, de France et du Canada. Le projet EViRAP a obtenu l'avis favorable du comité d'éthique de la FPLSE de l'ULiège.

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

4.1 Objectifs du projet

L'objectif du projet EViRAP est de décrire les déterminants environnementaux et individuels impliqués lors d'un choix entre une solution "active" et une solution "sédentaire" auprès d'individus tout-venants. Des scenarii faisant varier la probabilité de se diriger vers la solution "active" sont simulés dans différents EVs. Quant aux freins et facilitateurs au choix de la solution active, ils sont mis en relation avec les caractéristiques individuelles des participants de manière à identifier des facteurs environnementaux et individuels favorisant l'adoption de comportements actifs dans des situations de la vie quotidienne.

Le projet EViRAP est composé de trois études, immergeant les participants dans trois EVs différents. L'étude 1 a pour objectif spécifique d'évaluer l'impact croisé de l'urgence de la situation, de l'effort à produire, du comportement d'autrui et du délai de disponibilité de la solution sédentaire sur le choix effectué par les participants dans un environnement sous forme de film 3D à la première personne. L'étude 2 a pour objectif spécifique d'évaluer l'impact croisé de l'urgence de la situation, de l'effort à produire, de la disponibilité spatiale de la solution active et de la connaissance des lieux sur le choix effectué par les participants dans un environnement virtuel 3D dans lequel ils se déplacent librement. Enfin, l'étude 3 a pour objectif spécifique d'évaluer l'impact croisé de l'urgence de la situation, de facilitateurs implicites, de facilitateurs explicites d'évitement et de facilitateurs explicites d'approche sur le choix effectué par les participants dans un environnement virtuel 3D dans lequel ils se déplacent librement.

4.2 Méthodologie

4.2.1 Participants

Il s'agit d'une population de tout-venants (18-65 ans) n'ayant pas d'incapacité à utiliser un casque de RV, ne présentant pas d'incapacité à prendre les escaliers, ni de trouble anxieux empêchant de prendre l'ascenseur. Les participants sont recrutés par la diffusion d'une enquête en ligne dans laquelle les variables individuelles sont mesurées. La dernière page de l'enquête leur propose de participer à la suite de l'étude : une série de simulations virtuelles.

L'échantillon préliminaire du projet est composé de 37 individus (26 femmes), d'un âge moyen de 39,76 ans ($\pm$ 16,32) et d'un Indice de Masse Corporelle (IMC) moyen de 25,44 kg/m^2 ($\pm$ 4,26). Après avoir donné leur accord pour participer à la deuxième partie de l'étude (eg. la simulation virtuelle), les participants étaient aléatoirement alloués à l'une des cinq conditions expérimentales de l'étude, résumées dans le tableau 1 ci-dessous.

4.2.2 Matériel de simulation virtuelle

Les participants étaient immergés dans les EVs avec un casque Oculus Rift, qui permet de bouger librement dans une zone de jeu et de tourner la tête à 360° . Les manettes de jeu permettent de se déplacer et d'interagir avec les environnements projetés dans le casque. Pour l'étude 1, les participants, assis sur une chaise au milieu de la zone

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

de jeu, utilisent les boutons des manettes pour interagir avec l'environnement. Pour les études 2 et 3, ils se déplacent avec des mouvements de bras simulant la marche, manettes en main.

Tableau 1. Conditions expérimentales inter-participants des trois études du projet EVi-RAP.

Condition expérimentale	Étude 1 (film 3D)	Étude 2 (connaissance)	Étude 3 (facilitateurs)
Échantillon 1	L'ascenseur arrive immédiatement (n = 6)	Les participants ne connaissent pas le bâtiment modélisé (n = 8)	Échantillon unique (n = 7)
Échantillon 2	L'ascenseur arrive avec un délai (n = 8)	Les participants travaillent ou étudient dans le bâtiment modélisé (n = 8)	

4.2.3 Environnements virtuels et scénarios

Étude 1. L'EV de la première étude est un film 3D enregistré à la première personne et met en scène un individu qui se rend sur son lieu de travail, et arrive au point de décision dans le hall du rez-de-chaussée. Trois individus, inconnus, sont debout et attendent devant l'ascenseur. La porte menant aux escaliers est visible depuis le point de décision, tout comme la porte de l'ascenseur. Trois facteurs intra-participant à deux niveaux chacun varient : (1) les participants placés devant l'ascenseur se dirigent soit vers les escaliers, soit dans l'ascenseur (2) le scénario indique aux participants qu'ils doivent se rendre soit au premier étage, soit au troisième étage, et (3) le scénario leur indique qu'ils ont soit 15 minutes (mn), soit moins d'une minute pour atteindre la salle cible. L'ordre dans lequel ces trois facteurs sont présentés est aléatoire, et résulte en huit simulations. Dans cette étude, les participants ne peuvent pas se déplacer librement dans l'environnement, ils sont spectateurs et doivent faire un choix au point de décision (un écran noir leur propose deux options) en appuyant soit sur un bouton de la manette gauche (vers l'escalier), soit sur un bouton de la manette droite (vers l'ascenseur). Le programme enregistre le choix fait et le temps de réaction (*cf.* Figure 1).

Étude 2. Le bâtiment de la Haute Ecole de Commerce (HEC) de l'ULiège a été modélisé en environnement interactif 3D virtuel, et a servi d'EV pour cette deuxième étude. Le scénario met les participants dans la peau d'un employé se rendant à une réunion et arrivant dans le hall du rez-de-chaussée du bâtiment. Les participants voient l'accès à l'ascenseur ainsi que l'accès aux escaliers. Trois facteurs intra-participant à deux niveaux chacun varient : (1) soit l'escalier est accessible, soit l'accès à l'escalier est barré, avec un escalier de remplacement situé en plein milieu du hall du bâtiment (2) le scénario leur indique qu'ils doivent se rendre soit au premier étage, soit au troisième étage, et (3) le scénario indique aux participants qu'ils ont soit 15 mn, soit moins d'une minute pour atteindre la salle cible. L'ordre dans lequel ces trois facteurs sont présentés est aléatoire, et résulte en huit simulations. Dans cet environnement 3D, les participants contrôlent totalement leurs déplacements. Le programme enregistre le

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

temps mis pour atteindre la salle cible et la distance parcourue dans l'environnement (*cf.* Figure 1).

Étude 3. Une version modifiée du bâtiment de HEC a été utilisée. Les participants sont au milieu du hall du rez-de-chaussée du bâtiment, face à un escalator et un escalier placés côte à côte et menant au premier étage. Le scénario indique qu'ils ont soit 15 mn, soit moins d'une minute pour atteindre la salle cible. Et l'EV contient quatre variations de facilitateurs de décision : (1) un facilitateur implicite (des pas au sol qui mènent à l'escalier) (2) un message de santé orienté sur l'approche du comportement souhaité est présenté sur un écran publicitaire dans le hall de l'immeuble (visible par le participant) (3) un message de santé orienté sur l'évitement du comportement non-souhaité sur le même écran, et (4) une version sans facilitateur. Chacune des variations de facilitateurs sont présentés dans les deux conditions d'urgence, ce qui résulte en huit simulations dont l'ordre est aléatoire pour chaque participant (*cf.* Figure 1).

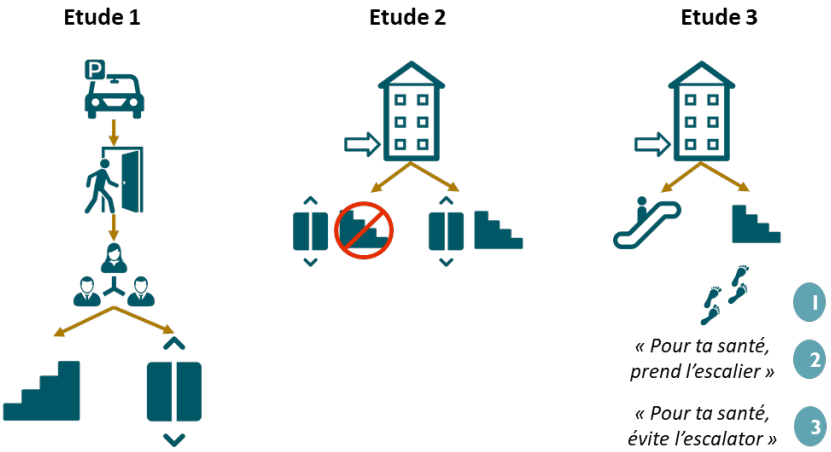


Figure 1 – Représentation schématique des conditions expérimentales intra-individuelles des trois études du projet EViRAP.

4.2.4 Mesures des prédicteurs individuels du comportement

— *Questionnaire ad-hoc.* Les données sociodémographiques sont : l'âge, le genre, la taille et le poids, le statut marital actuel, le nombre d'enfants à charge, la catégorie socioprofessionnelle, le statut actuel vis-à-vis du travail et la santé physique et mentale.

— *Niveau d'activité physique.* Le questionnaire international d'activité physique (7 items) (IPAQ ; Craig *et al.*, 2003) évalue le nombre de jours par semaine, et le temps par jour, passés à pratiquer des activités physiques intenses, des activités physiques modérées, de la marche, et le temps moyen passé assis par jour.

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

— *Habitudes.* Les habitudes sont évaluées avec la partie des activités liées à la marche de la checklist des comportements actifs du quotidien (11 items) (NEPAQ ; Hamasaki, Yanai, Kakei, Noda, & Ezaki, 2014).
— *Profil motivationnel.* L'échelle de motivation envers l'activité physique (18 items) (EMAPS ; Boiché, Gourlan, Trouilloud, & Sarrazin, 2019) se divise en six facteurs de trois items : motivation intrinsèque, motivation extrinsèque intégrée, motivation extrinsèque identifiée, motivation extrinsèque introjectée, motivation extrinsèque externe et amotivation.
— *Théorie du comportement planifié* (Ajzen, 1991). Trois items évaluent les intentions de prendre les escaliers, cinq items évaluent les attitudes face à ce comportement, quatre items évaluent les normes subjectives, et deux items le contrôle comportemental perçu.
— *Self-control.* L'échelle auto-rapportée, du self-control (13 items) (Brief SCS ; Tangney, Baumeister, & Boone, 2004) évalue le self-control.

4.2.5 Mesures des paramètres de l'immersion

— *Mesure des habitudes en numérique et réalité virtuelle.* Des questions à choix multiples ont été posées pour appréhender l'équipement personnel, l'utilisation et l'aise des participants avec les appareils numériques, les jeux vidéo, et la réalité virtuelle.
— *Propension à l'immersion.* Le Questionnaire de Propension à l'Immersion (18 items) (QPI ; Witmer & Singer, 1998) mesure la tendance à se sentir immergé dans différentes situations du quotidien et se divise en quatre facteurs : focus, implication, émotions et jeu.
— *Questionnaire sur l'État de Présence* (24 items) (QÉP ; Witmer, Jerome, & Singer, 2005). Il présente une structure en sept facteurs : réalisme, possibilité d'agir, qualité de l'interface, possibilité d'examiner, auto-évaluation de la performance, auditif et haptique.
— *Cybermalaise.* Le Questionnaire des Cybermalaises (16 symptômes) (Kennedy, Lane, Berbaum, & Lilienthal, 1993) est composé de deux facteurs : nausée et oculomoteur. La différence de score aux symptômes de cybermalaise entre la période pré-simulation et post-simulation est utilisé comme score de cybermalaise.

4.2.6 Procédure expérimentale

Lors de la passation expérimentale, les participants lisaient et signaient le consentement éclairé. Une première étape était de remplir trois questionnaires relatifs à leurs expériences avec le numérique et la réalité virtuelle, le questionnaire de propension à l'immersion, et les symptômes du cybermalaise (ligne de base). Ensuite, une vidéo standardisée leur présentait le déroulement de la passation expérimentale. Une première immersion permettait aux participants de se familiariser avec le matériel de RV. Ensuite, une série de huit simulations chacune précédée d'une vidéo leur présentant le scénario et suivie de deux questions sur leur sentiment de présence lors de chaque simulation. A la suite des huit simulations, les participants remplissaient deux ques-

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

tionnaires : un questionnaire sur le sentiment de présence lors des huit simulations et le questionnaire des symptômes du cybermalaise.

5 Analyse des résultats

Vu la taille de l'échantillon, des analyses corrélationnelles non-paramétriques ont été menées pour estimer le lien entre les déterminants des comportements actifs et les choix actifs en simulation virtuelle. D'autre part, des modèles linéaires généralisés à effets mixtes ont permis d'estimer les interactions entre les facteurs expérimentaux et les choix actifs en simulation virtuelle. Toutes les analyses ont été faites avec le logiciel R (2013).

5.1 Résultats préliminaires et discussion

Bien que des tendances ont pu être observées, et pour certains paramètres, la multiplication des essais par participant a permis de mener des analyses inférentielles, les résultats présentés sont préliminaires et ils seront interprétés avec précaution.

5.1.1 Description de l'impact de l'environnement

La figure 2 présente le pourcentage de décisions prise en direction des escaliers par étude et par condition expérimentale. Dans l'étude 1 (figure 2.a), les participants auraient tendance à se diriger vers les escaliers lorsque l'effort à produire pour atteindre la salle ciblée est plus important (3^{e} étage). Les autres facteurs (disponibilité de l'ascenseur, urgence et décision d'autrui) ne sembleraient pas impacter leur décision de se diriger vers les escaliers. Dans l'étude 2 (figure 2.b), les participants ayant travaillé ou étudié dans le bâtiment modélisé auraient plus tendance à se diriger vers les escaliers que ceux qui n'étaient jamais allés à HEC ULiège. Comme pour l'étude 1, plus l'effort à produire pour atteindre une salle est élevé, plus les participants auraient tendance à emprunter les escaliers. De plus, en situation urgente (moins d'une minute pour atteindre la salle) il semblerait qu'ils aient moins tendance à emprunter les escaliers que lorsque la situation est moins urgente (15 mn d'avance). Toutefois, l'accessibilité des escaliers ne semble pas avoir impacté leurs choix d'aller vers les escaliers. Dans l'étude 3 (figure 2.c), chacun des facilitateurs semblait impacter les décisions des participants de se diriger vers l'escalier plutôt que l'escalator. Les résultats de cette étude semblent également suggérer qu'en situation d'urgence (moins d'une minute pour atteindre la salle), les facilitateurs auraient moins d'impact sur le comportement des participants.

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

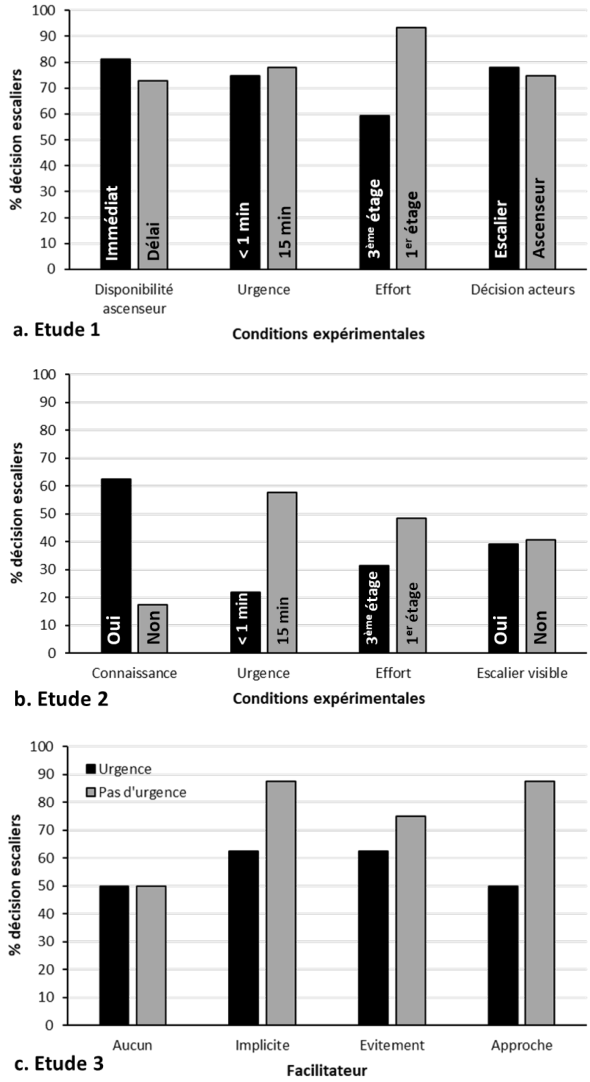


FIGURE 2 – Pourcentage de décision d'aller vers les escaliers par condition expérimentale de chaque étude

5.1.2 Liens entre les déterminants du comportement et le comportement simulé

Des analyses corrélationnelles non-paramétriques ont été menées pour tester les associations entre déterminants sociocognitifs de l'adoption de comportements actifs et le nombre de décisions par participant en direction des escaliers en simulation virtuelle. Parmi les régulations motivationnelles, les croyances liées aux comportements actifs et les intentions de prendre les escaliers, seules les intentions ont montré une corrélation positive significative avec le nombre de décision « escaliers » en simulation virtuelle ($Tau = 0{,}34$; $p < 0{,}01$). D'autre part, le contrôle comportemental perçu était corrélé

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

positivement et significativement aux intentions comportementales ($Tau = 0{,}39$; $p < 0{,}001$). Ces résultats préliminaires suggèrent que se sentir capable de prendre les escaliers et d'en avoir l'intention, seraient associés à l'adoption de comportements actifs en simulation virtuelle. Autrement dit, si ces déterminants sont efficaces dans la prédiction de l'adoption de comportements actifs en vie réelle (*cf.* Hagger & Chatzisarantis, 2014), ils pourraient également prédire l'adoption de comportements actifs simulés en RV. Il semblerait ainsi pertinent de vérifier l'impact de l'exposition à des EVs simulant des comportements actifs sur la relation déterminant-comportement en vie réelle.

5.1.3 Interactions contrôlées entre les facteurs environnementaux

L'étude 2 a obtenu un recrutement de 16 participants qui ont pu faire huit simulations chacun (un total de 128 observations), il a donc été possible de tester l'ajustement de modèles linéaires généralisés à effets mixtes dans l'estimation des interactions entre les conditions expérimentales et les choix actifs en simulation virtuelle, tout en contrôlant l'effet d'autres facteurs comme le sentiment de présence. Le modèle présenté dans la figure 3 illustre l'interaction entre l'effort à produire (1er étage *versus* 3e étage) et l'urgence de la situation (15 mn d'avance *versus* moins d'une minute), dans la prédiction des décisions en direction des escaliers (coefficients en ordonnées). Les résultats de ce modèle montrent qu'en situation d'urgence, lorsqu'il faut fournir un effort plus important pour atteindre une salle dans un bâtiment, le nombre de décisions vers les escaliers est moindre qu'en situation d'urgence lorsque l'effort à produire est inférieur. De même, le schéma indique qu'en situation sans urgence, l'effort à produire pour atteindre une salle de réunion ne semble pas impacter le nombre de décisions vers les escaliers.

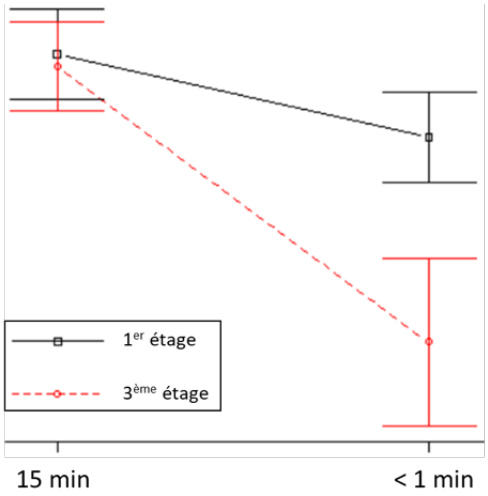


Figure 3 – Etude 2 : Interaction entre l'urgence et l'effort dans la prédiction du nombre de décisions « escaliers »

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

Dans ce modèle d'interaction illustré en figure 3, l'effet participant et l'effet de l'ordre des conditions expérimentales ont été contrôlés statistiquement. De même, une vérification des changements d'ajustement du modèle, lors de l'ajout de la connaissance préalable du bâtiment, de la visibilité des escaliers et du sentiment de présence en simulation comme facteurs modérateurs de l'interaction observés entre l'urgence et l'effort, a été tentée. Les résultats montrent que l'ajout isolé de la connaissance préalable du bâtiment permet d'améliorer les indices d'ajustement du modèle d'interaction. D'autre part, les ajouts isolés des deux autres facteurs ne semblent pas avoir impacté l'ajustement du modèle, suggérant que la visibilité des escaliers et le sentiment de présence en simulation ne renforcent pas l'effet d'interaction entre l'urgence et l'effort dans la prédiction des décisions dirigées vers les escaliers. Cependant, l'ajout combiné de la connaissance préalable du bâtiment, de la visibilité des escaliers et du sentiment de présence en simulation améliore l'ajustement du modèle d'interaction. Ces résultats suggèrent que, si l'urgence et l'effort semblent être des déterminants environnementaux importants dans la prédiction des comportements actifs, il convient d'adopter une approche multifactorielle complexe pour expliquer au mieux ces phénomènes.

5.1.4 Caractéristiques de l'immersion et environnements virtuels

Des tests non-paramétriques de comparaisons de groupes ont été menés pour vérifier les scores de sentiment de présence et de symptômes de cybermalaise dans les deux environnements créés pour le projet EViRAP : le film 3D de l'étude 1 et le modèle 3D virtuel du bâtiment HEC Liège des études 2 et 3. Tandis que les participants sont spectateurs du film 3D, ils ont le contrôle de leurs mouvements dans le bâtiment HEC ULiège. Le sentiment de présence est significativement plus important dans l'environnement HEC que dans l'environnement film 3D, qu'il soit mesuré par les deux questions à la fin de chaque simulation ($p < 0{,}01$) ou par le QEP une fois les huit simulations terminées ($p < 0{,}05$). En ce qui concerne les symptômes du cybermalaise, la différence entre leur mesure pré-simulation et post-simulation montre qu'il y a une tendance à présenter plus de symptômes dans le film 3D ($M = 1{,}64$; $ET = 3{,}34$) que dans l'environnement HEC ($M = -0{,}32$; $ET = 2{,}51$). Malgré des différences interindividuelles importantes illustrée par la taille des écart-types, il semblerait que l'environnement film 3D provoque plus de symptômes de cybermalaise et moins de sentiment de présence que l'environnement HEC. Ces résultats sont en accord avec la littérature scientifique, puisque le sentiment de présence et le cybermalaise sont moins importants à mesure que les interactions avec l'environnement sont plus fréquentes (Slater, 2009).

5.1.5 Quelle serait la validité écologique des décisions prises en simulation virtuelle ?

Des analyses corrélationnelles non-paramétriques ont été menées pour tester les associations entre les réponses données dans l'enquête pré-expérimentation ou encore les données des questionnaires lors de l'expérimentation, et le nombre de décisions par participant en direction des escaliers en simulation virtuelle. Tout d'abord, il ne semblerait pas qu'il y ait de lien entre les comportements actifs auto-déclarés dans l'enquête en ligne et le nombre de décisions vers l'escalier en simulation virtuelle.

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

Cette absence de lien pourrait être liée à une erreur d'estimation de ce que sont les comportements actifs lors de l'enquête : les participants n'incluraient peut-être pas la montée d'escaliers dans les comportements actifs lors de l'évaluation de l'AP avec l'IPAQ. Par ailleurs, le sentiment de présence lors des simulations, qu'il soit mesuré par les deux questions posées immédiatement après chaque simulation (Tau = -0,26 ; $p < 0,05$) ou par le QEP (Tau = -0,29 ; $p < 0,05$), semble être associé à un plus grand nombre de décisions prises en direction des ascenseurs lors de la simulation virtuelle. Ce résultat pourrait suggérer que les indices favorisant le sentiment de présence (p. ex. : interactions entre l'environnement et l'utilisateur par le fait de presser le bouton de l'ascenseur pour l'appeler et de presser le bouton de l'étage à atteindre) ont eu tendance à attirer les participants plus facilement vers l'ascenseur. Ainsi, il est probable qu'en rendant la montée des escaliers plus interactives dans l'EV (e.g., actionner la poignée d'une porte qui mène aux escaliers), les participants les plus présents dans l'environnement se dirigent plus vers les escaliers.

6 Conclusions

Dans ce chapitre, l'intérêt de différentes modalités de RV dans la promotion de l'AP a été mis en avant. Tandis que la littérature scientifique semble s'intéresser principalement aux exercices physiques pratiqués à l'aide de technologies telles que la RV, le projet EViRAP étudie l'impact des déterminants sociocognitifs sur l'adoption de comportements actifs en simulation virtuelle. Il convient alors d'estimer la validité écologique des comportements adoptés lors de simulations virtuelles. En effet, il semblerait plus simple de prendre les escaliers lorsque le participant ne dépense pas ou peu d'énergie pour les monter. Le sentiment de présence semblerait être un indicateur intéressant pour estimer la validité écologique puisque les individus l'EV virtuel pour une certaine réalité. Les individus présentant un fort sentiment de présence agiraient donc en simulation virtuelle comme s'ils étaient dans un environnement réel.

Les déterminants sociocognitifs des comportements actifs tels que la motivation, les croyances ou encore les intentions semblent être associés à plus de comportements actifs adoptés en simulation virtuelle. Ces déterminants étant des indicateurs de l'adoption et du maintien des comportements, il semble important de s'y intéresser et de vérifier leur association combinée avec l'adoption de comportements actifs en vie réelle.

Par ailleurs, les recherches futures sur l'adoption de comportements actifs pourraient s'intéresser au développement de techniques d'intervention permettant d'impacter les déterminants de l'adoption de comportements actifs *via* la simulation virtuelle. En effet, les modifications de l'environnement couplées à un accompagnement au changement ciblant les croyances liées au comportement pourraient permettre d'optimiser l'impact des déterminants sur les comportements de santé. Dans ces projets, l'apport de la réalité virtuelle serait de simuler un grand nombre de situations possibles du quotidien des individus, sans avoir à modifier des environnements réels, ce qui serait très coûteux en temps et en ressources financières.

D'autre part, dans le projet EViRAP, les participants étaient des individus tout-venants. Toutefois, cibler des individus présentant des niveaux d'AP faibles, ou pour qui l'AP est recommandée (p. ex. : patients souffrant d'obésité, patients avec mala-

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

die cardiovasculaire) seraient intéressants. En effet, ces individus seraient ceux qui pourraient bénéficier au mieux d'un accompagnement au changement de leurs comportements par les déterminants des comportements actifs. Enfin, comme énoncé plus haut, le projet EViRAP a été mené avec une équipe de chercheurs pluridisciplinaire, permettant de bénéficier des connaissances et compétences en développement d'environnements virtuels, en sciences de la motricité, mais aussi en psychologie de la santé. Cette collaboration est primordiale pour développer les environnements virtuels les plus immersifs et identifier les paramètres les plus pertinents dans l'étude de l'adoption de nouveaux comportements en simulation virtuelle.

Références

Ahn, S. J., & Fox, J. (2017). Immersive Virtual Environments, Avatars and Agents for Health. In S.J. Ahn & J. Fox (Eds.), *Oxford Research Encyclopedia of Communication*. Oxford : Oxford University Press.

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50*(2), 179-211.

Arman, N., Tarakci, E., Tarakci, D., & Kasapcopur, O. (2019). Effects of video games–based task-oriented activity training (Xbox 360 kinect) on activity performance and participation in patients with juvenile idiopathic arthritis : a randomized clinical trial. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *98*(3), 174-181.

Baus, O., & Bouchard, S. (2014). Moving from Virtual Reality Exposure-Based Therapy to Augmented Reality Exposure-Based Therapy : A Review. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 112.

Bellicha, A., Kieusseian, A., Fontvieille, A. M., Tataranni, A., Charreire, H., & Oppert, J. M. (2015). Stair-use interventions in worksites and public settings : A systematic review of effectiveness and external validity. *Preventive Medicine*, *70*, 3-13.

Birk, M. V., Atkins, C., Bowey, J. T., & Mandryk, R. L. (2016). Fostering Intrinsic Motivation through Avatar Identification in Digital Games. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI'16*, 2982-2995.

Boiché, J., Gourlan, M., Trouilloud, D., & Sarrazin, P. (2019). Development and validation of the « Echelle de Motivation envers l'Activité Physique en contexte de Santé » : A motivation scale towards health-oriented physical activity in French. *Journal of Health Psychology*, *24*(3), 386-396.

Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, *2*(2), 1143-1211.

Bouchard, S., & Rizzo, A. (2019). Applications of Virtual Reality in Clinical Psychology and Clinical Cognitive Neuroscience–An Introduction. In A. Rizzo & S. Bouchard (Eds.), *Virtual Reality for Psychological and Neurocognitive Interventions* (pp. 1-13). New York : Springer.

Chaput, J. P., Olds, T., & Tremblay, M. S. (2018). Public health guidelines on sedentary behaviour are important and needed : A provisional benchmark is better than no benchmark at all. *British Journal of Sports Medicine*, *54*(5), 308-309.

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjostrom, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire : 12-Country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *35*(8), 1381-1395.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New-York : Plenum Press.

Ekblom-Bak, E., Ekblom, B., Vikström, M., de Faire, U., & Hellénius, M. L. (2014). The importance of non-exercise physical activity for cardiovascular health and longevity. *British Journal of Sports Medicine*, *48*(3), 233-238.

Ferreira, V., Carvas, N., Artilheiro, M. C., Pompeu, J. E., Hassan, S. A., & Kasawara, K. T. (2018). Interactive Video Gaming Improves Functional Balance in Poststroke Individuals : Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Evaluation & the Health Professions, 43*(1), 23-32.

Fitzgerald, D., Trakarnratanakul, N., Smyth, B., & Caulfield, B. (2010). Effects of a Wobble Board-Based Therapeutic Exergaming System for Balance Training on Dynamic Postural Stability and Intrinsic Motivation Levels. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *40*(1), 11-19.

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

García-Rudolph, A., Sánchez-Pinsach, D., Salleras, E. O., & Tormos, J. M. (2019). Subacute stroke physical rehabilitation evidence in activities of daily living outcomes : A systematic review of meta-analyses of randomized controlled trials. *Medicine*, *98*(8), e14501.

Guthold, R., Stevens, A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016 : A pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *The Lancet Global Health*, *6*(10), e1077–e1086.

Hagger, M.S. (2013). The multiple pathways by which self-control predicts behavior. *Frontiers in Psychology*, *4*.

Hagger, M. S., & Chatzisarantis, N. L. D. (2014). An integrated behavior change model for physical activity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, *42*(2), 62-69.

Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels : Surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, *380*(9838), 247-257.

Hamasaki, H., Yanai, H., Kakei, M., Noda, M., & Ezaki, O. (2014). The validity of the non-exercise activity thermogenesis questionnaire evaluated by objectively measured daily physical activity by the triaxial accelerometer. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, *6*(1), 27.

Heckhausen, H., & Gollwitzer, P. M. (1987). Thought contents and cognitive functioning in motivational *versus* volitional states of mind. *Motivation and Emotion*, *11*(2), 101-120.

Kennedy, R. S., Lane, N. E., Berbaum, K. S., & Lilienthal, M. G. (1993). Simulator Sickness Questionnaire : An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, *3*(3), 203-220.

Kwasnicka, D., Dombrowski, S. U., White, M., & Sniehotta, F. (2016). Theoretical explanations for maintenance of behaviour change : A systematic review of behaviour theories. *Health Psychology Review*, *10*(3), 277-296.

Liao, Y., Chen, I., Lin, Y., Chen, Y., & Hsu, W. (2019). Effects of Virtual Reality-Based Physical and Cognitive Training on Executive Function and Dual-Task Gait Performance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment : A Randomized Control Trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *11*, 162

Malbos, E., Oppenheimer, R., & Lançon, C. (2017). *Se libérer des troubles anxieux par la réalité virtuelle : Psychothérapie pour traiter les phobies, l'inquiétude chronique, les TOC et la phobie sociale*. Paris : Eyrolles.

Melanson, E. L. (2017). The effect of exercise on non-exercise physical activity and sedentary behavior in adults : Exercise and total daily energy expenditure. *Obesity Reviews*, *18*, 40–49.

Metsis, V., Jangyodsuk, P., Athitsos, V., Iversen, M., & Makedon, F. (2013). Computer aided rehabilitation for patients with rheumatoid arthritis. *2013 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)*, 97-102.

Moore, S.R., & Depue, R. A. (2016). Neurobehavioral foundation of environmental reactivity. *Psychological Bulletin*, *142*(2), 107-164.

Neumann, D., & Moffitt, R. (2018). Affective and Attentional States When Running in a Virtual Reality Environment. *Sports*, *6*(3), 71.

Olander, E. K., & Eves, F. F. (2011). Elevator availability and its impact on stair use in a workplace. *Journal of Environmental Psychology*, *31*(2), 200-206.

Organisation Mondiale de la Santé. (2014). *Global status report on noncommunicable diseases 2014 : Attaining the nine global noncommunicable diseases targets ; a shared responsibility*. Geneva : WHO.

Pedroli, E., Greci, L., Colombo, D., Serino, S., Cipresso, P., Arlati, S., ... Gaggioli, A. (2018). Characteristics, Usability, and Users Experience of a System Combining Cognitive and Physical Therapy in a Virtual Environment : Positive Bike. *Sensors*, *18*(7), 2343.

R : A language and environment for statistical computing. (2013). Vienna, Austria : R Foundation for Statistical Computing.

Regenbrecht, H. T., Schubert, T. W., & Friedmann, F. (1998). Measuring the Sense of Presence and its Relations to Fear of Heights in Virtual Environments. *International Journal of Human-Computer Interaction*, *10*(3), 233-249.

Rogers, J. M., Duckworth, J., Middleton, S., Steenbergen, B., & Wilson, P. H. (2019). Elements virtual rehabilitation improves motor, cognitive, and functional outcomes in adult stroke : Evidence from a randomized controlled pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *16*(1), 56.

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744

Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B : Biological Sciences*, *364*(1535), 3549–3557.

Smith, L., Ekelund, U., & Hamer, M. (2015). The potential yield of non-exercise physical activity energy expenditure in public health. *Sports Medicine*, *45*(4), 449–452.

Smits-Engelsman, B., Vinçon, S., Blank, R., Quadrado, V. H., Polatajko, H., & Wilson, P. H. (2018). Evaluating the evidence for motor-based interventions in developmental coordination disorder : A systematic review and meta-analysis. *Research in Developmental Disabilities*, *74*, 72–102.

Sniehotta, F. F. (2009). Towards a theory of intentional behaviour change : Plans, planning, and self-regulation. *British Journal of Health Psychology*, *14*(2), 261–273.

Tangney, J. P., Baumeister, R. F., & Boone, A. L. (2004). High self-control predicts good adjustment, less pathology, better grades, and interpersonal success. *Journal of Personality*, *72*(2), 271–324.

Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2016). Reflections on Physical Activity and Health : What Should We Recommend ? *Canadian Journal of Cardiology*, *32*(4), 495–504.

Wijndaele, K., Duvigneaud, N., Matton, L., Duquet, W., Delecluse, C., Thomis, M., ... Philippaerts, R. M. (2009). Sedentary behaviour, physical activity and a continuous metabolic syndrome risk score in adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, *63*(3), 421–429.

Wilson, P. H., Smits-Engelsman, B., Caeyenberghs, K., Steenbergen, B., Sugden, D., Clark, J., ... Blank, R. (2017). Cognitive and neuroimaging findings in developmental coordination disorder : New insights from a systematic review of recent research. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *59*(11), 1117–1129.

Witmer, B. G., Jerome, C. J., & Singer, M. J. (2005). The factor structure of the Presence Questionnaire. *Presence*, *14*(3), 298–312.

Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments : A presence questionnaire. *Presence : Teleoperators and Virtual Environments*, *7*(3), 225–240.

Yoo, H., Chung, E., & Lee, B. (2013). The Effects of Augmented Reality-based Otago Exercise on Balance, Gait, and Falls Efficacy of Elderly Women. *Journal of Physical Therapy Science*, *25*(7), 797–801.

Zeng, N., Pope, Z., & Gao, Z. (2017). Acute Effect of Virtual Reality Exercise Bike Games on College Students' Physiological and Psychological Outcomes. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, *20*(7), 453–457.

Published in : Muller L. ; Laguette V. ; Dany L. (dir.) (2020), *Pratiques et interventions en psychologie de la santé*, Editions des archives contemporaines, Coll. «Psychologie du social», ISBN : 9782813003744, doi : https ://doi.org/10.17184/eac.9782813003744