



HAL
open science

Les technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère : de l'étude des mécanismes d'acceptabilité à l'évaluation de leurs effets

Meggy Hayotte

► To cite this version:

Meggy Hayotte. Les technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère : de l'étude des mécanismes d'acceptabilité à l'évaluation de leurs effets. Santé publique et épidémiologie. Université Côte d'Azur, 2021. Français. NNT : 2021COAZ4076 . tel-03561203

HAL Id: tel-03561203

<https://theses.hal.science/tel-03561203>

Submitted on 8 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



THÈSE DE DOCTORAT

Les technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère

De l'étude des mécanismes d'acceptabilité
à l'évaluation de leurs effets

Meggy HAYOTTE

Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé (LAMHESS - UPR 6312)

**Présentée en vue de l'obtention du grade
de docteur en**
Sciences du Mouvement Humain

d'Université Côte d'Azur

Dirigée par : Fabienne d'Arripe-
Longueville, Professeure

Soutenue le : 18 novembre 2021

Devant le jury, composé de :

Fabienne d'Arripe-Longueville, Professeure,
Université Côte d'Azur – directrice de thèse
Julien Bois, Professeur, Université de Pau et
des Pays de l'Adour
Linda Cambon, Professeure, Université de
Bordeaux
Aïna Chalabaev, Professeure, Université de
Grenoble
Christophe Maïano, Professeur, Université
du Québec en Outaouais
Véronique Nègre, Docteur, Centre
Hospitalier Universitaire de Nice

Les technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère

**De l'étude des mécanismes d'acceptabilité
à l'évaluation de leurs effets**

Jury :

Président du jury

Julien Bois, Professeur, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Directrice de thèse

Fabienne d'Arripe-Longueville, Professeure, Université Côte d'Azur

Rapporteurs

Julien Bois, Professeur, Université de Pau et des Pays de l'Adour

Aïna Chalabaev, Professeure, Université de Grenoble

Examineurs

Linda Cambon, Professeure, Université de Bordeaux

Christophe Maïano, Professeur, Université du Québec en Outaouais

Invités

Véronique Nègre, docteure, Centre Hospitalier Universitaire de Nice

Les technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère : De l'étude des mécanismes d'acceptabilité à l'évaluation de leurs effets

Résumé – La promotion de l'activité physique est essentielle dans la prise en charge des jeunes femmes atteintes d'obésité sévère, notamment lorsque la prise en charge s'accompagne d'un traitement chirurgical. Dans ce cadre, les technologies de promotion de l'activité physique offrent de nouvelles perspectives d'accompagnement. Ces technologies ont des effets favorables à court terme sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité, et sur l'engagement dans l'activité physique. Cependant, leurs effets durables et les mécanismes qui sous-tendent l'efficacité de ces technologies n'ont été que peu étudiés dans la littérature.

L'objectif de cette thèse est de contribuer à l'identification de ces mécanismes, en se focalisant principalement sur les mécanismes d'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique chez des jeunes femmes en obésité sévère. Une première étude préliminaire a consisté à réaliser une revue systématique des effets et de l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique dans le contexte de la chirurgie bariatrique (Etude 1). Une seconde étude préliminaire (Etude 2) a permis de développer et valider un outil psychométrique mesurant l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique basé sur le modèle de l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2* (UTAUT2). Les études 3 et 4 ont caractérisé le niveau d'acceptabilité de trois types de technologies (i.e., applications mobiles, jeux vidéo actifs, visioconférence), à l'aide de *scenarii* hypothétiques, et identifié des facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité des technologies. Plus spécifiquement, les orientations générales à la causalité (i.e., orientations concernant l'initiation et la régulation du comportement selon la théorie de l'autodétermination) sont des prédicteurs des profils d'acceptabilité des technologies étudiées. L'étude 5 a ensuite caractérisé le potentiel de changement de comportement de deux technologies de promotion de l'activité physique adaptées au contexte de la chirurgie bariatrique et disponibles sur le marché français : la plateforme *MyBody* proposée par *BePatient*, et un programme d'activité physique adaptée réalisé en visioconférence, proposé par *Mooven*. Au regard des techniques du changement de comportement que ces deux technologies mobilisent, nous pouvons supposer qu'elles auront des effets positifs sur l'activité physique des jeunes femmes en post-chirurgie bariatrique. Afin d'examiner dans quelle mesure l'acceptabilité de ces technologies et les facteurs motivationnels reliés contribuent à l'explication des effets durables de ces technologies, nous avons conçu le protocole d'essai interventionnel randomisé contrôlé OCAPAS (Etude 6).

Ce programme de recherche doctoral contribue à l'identification de mécanismes qui sous-tendent l'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique en contexte d'obésité. Des différences ont été démontrées entre les technologies en termes : (a) de niveau et de profil d'acceptabilité, (b) d'orientations générales à la causalité prédisant l'acceptabilité de chaque technologie, et (c) de techniques de changement de comportement mobilisées par les technologies. Ces résultats illustrent une extension du modèle théorique de l'UTAUT2. Ils invitent par ailleurs à concevoir un modèle intégratif du changement comportemental par les technologies. Les résultats de l'essai interventionnel, et les perspectives de recherche discutées dans ce travail doctoral, contribueront à enrichir l'étude des conditions d'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique, et à préciser les recommandations à destination des professionnels de santé.

Mots-clés : acceptabilité des technologies, promotion de l'activité physique, changement comportemental, obésité.

Technologies for promoting physical activity in young women with severe obesity: From studying mechanisms of acceptability to evaluating their effects

Abstract – Physical activity promotion is essential in the management of young women with severe obesity, including those who undergo surgical treatment. In this context, technology-based physical activity interventions offer new perspectives. These interventions have demonstrated positive short-term effects on obesity-related physiological parameters and the engagement in physical activity. However, the literature reveals that their long-term effects and the mechanisms underlying the effectiveness of the technologies have been poorly studied.

The objective of this thesis is to contribute to identifying these mechanisms, with a focus primarily on the mechanisms of acceptability of several types of technology-based physical activity interventions in young women with severe obesity. The first preliminary study was a scoping review of the effects and acceptability of technology-based physical activity interventions in the context of bariatric surgery (Study 1). A second preliminary study (Study 2) sought to develop and validate a psychometric tool to measure the acceptability of eHealth technology to promote physical activity, based on the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2 (UTAUT2) model. Studies 3 and 4 characterized the level of acceptability of three types of technologies (i.e., mobile applications, active video games, videoconferencing) using hypothetical *scenarii* and identified the motivational factors related to technology acceptability. Specifically, general causality orientations for physical activity (i.e., orientations concerning the initiation and regulation of behavior according to the Self-Determination Theory) are predictors of the acceptability profiles of the technologies studied. Study 5 characterized the behavior change potential of two technology-based physical activity interventions, both adapted to the context of bariatric surgery and available on the French market: the *MyBody* platform proposed by *BePatient* and an adapted physical activity program conducted by videoconference proposed by *Mooven*. In view of the behavior change techniques that these two technologies mobilize, we hypothesized that they would have positive effects on the physical activity of young women post-bariatric surgery. To examine the extent to which the acceptability of these technologies and the related motivational factors contribute to explaining the lasting effects of these technologies, we designed the OCAPAS randomized controlled interventional trial protocol (Study 6).

This doctoral research program contributes to the identification of the mechanisms underlying the effectiveness of technology-based physical activity interventions in the context of obesity. Differences have been demonstrated between the technologies in terms of: (a) the acceptability degree and profile, (b) the general orientations to causality that predict the acceptability of each technology, and (c) the behavior change techniques mobilized by the technologies. These results illustrate an extension of the UTAUT2 model. They also suggest that an integrative model of behavioral change through technology should be developed. The results of the interventional trial, and the research perspectives discussed in this doctoral work, will help to define the conditions that best ensure the effectiveness of technology-based physical activity interventions and to clarify the recommendations for health professionals.

Keywords: technology acceptability, promotion of physical activity, behavioral change, obesity.

Remerciements

Je tiens à remercier...

... La Professeure Fabienne d'Arripe-Longueville, ma directrice de thèse, pour son soutien inconditionnel à toutes les étapes de mon parcours, ses précieux conseils, sa confiance et son engouement constant pour de nouveaux projets de recherche. Merci de m'avoir si bien préparée au futur métier d'enseignant-chercheur.

... La docteure Véronique Nègre, pour son soutien et son aide précieuse depuis mon arrivée à Nice. Merci de m'avoir accompagnée et soutenue depuis mon stage de master au CSO PACA Est, toutes les missions qui ont suivi, jusqu'à la réalisation de cette thèse.

... Les membres de mon jury de thèse, le professeur Julien Bois et la professeure Aïna Chalabaev d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, la professeure Linda Cambon et le professeur Christophe Maïano d'avoir accepté d'être les examinateurs de cette thèse. Merci pour l'évaluation de ce travail et l'expertise que vous allez y apporter.

... Le Conseil Régional Sud Provence-Alpes Côte d'Azur et Azur Sport Santé pour le financement de ma bourse doctorale. Au-delà du financement, merci à l'ensemble de l'équipe d'Azur Sport Santé pour leur aide, leur soutien, leur confiance, et leur bonne humeur.

... L'Université Côte d'Azur, le Centre de Référence Santé Bien-Être Vieillesse – Heellix, et la Maison des Sciences Humaines et Sociales Sud Est pour le financement du programme de recherche IDEX OCAPAS dans lequel s'inscrit cette thèse. Ce travail a bénéficié d'une aide du gouvernement français, gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du projet Investissements d'Avenir UCA^{IEDI} portant la référence n°ANR-15-IDEX-01.

... L'ensemble des partenaires du programme de recherche OCAPAS (Outils Connectés, Activité Physique Adaptée, Santé) pour leur implication tout au long de ce travail. Merci à chacune des personnes avec qui j'ai eu l'opportunité et le plaisir de travailler.



... Le laboratoire LAMHES et le campus STAPS au sein de l'Université Côte d'Azur dans lequel j'ai réalisé ma thèse. Merci à l'ensemble des enseignants-chercheurs, des doctorants, et des personnels administratifs et techniques auxquels j'ai pu demander de l'aide et poser des questions, et ceux avec lesquels j'ai pu collaborer, échanger ou simplement discuter tout au long de ces trois dernières années, merci pour votre soutien.

Remerciements

... L'ensemble de l'équipe du CSO PACA Est au sein du CHU de Nice pour leur soutien, leur aide et leur implication dans le programme de recherche OCAPAS. Merci au Professeur Jean-Louis Sadoul pour son accompagnement dans la conception du programme de recherche, et au Professeur Nicolas Chevalier pour avoir pris la relève et m'avoir accompagnée avec la docteure Véronique Nègre-Rohrlich dans la mise en place des projets. Merci à Iris Pougetoux, Mathilde Segalen, Aliette Csillag, Rebecca Cruchon, Sophie Riou, Maëva Chalabreysse et Nadège Djah pour toute l'aide que vous m'avez apportée.

... L'ensemble des personnes avec qui j'ai eu la chance de collaborer. Merci notamment à Pierre Thérouanne pour son implication majeure dans le programme de recherche OCAPAS et ses relectures de mon manuscrit de thèse. Merci à Guillaume Martinent pour la formation aux analyses de transitions de profils latents et ses précieux conseils pour me familiariser avec ces analyses. Merci à Valentine Filleul, Raphaëlle Ladune, et Fanny De Toni pour leur aide précieuse dans la récolte des données utilisées dans les différentes études de ce travail doctoral.

... L'ensemble des personnes qui ont accepté de participer aux différentes études de ce programme de recherche, et à toutes les personnes qui m'ont aidée à entrer en contact avec les participants pour les solliciter, notamment le Centre Spécialisé Obésité PACA Ouest, le CERES, l'Unité Diététique de Pégomas, les SSR de la région PACA, et de nombreux professionnels de santé.

... Plus personnellement, mes proches et amis pour leur soutien, le développement de logiciels informatiques sur mesure, les vacances et week-ends, les séances de sport, et plus généralement toutes les pauses qui m'ont ressourcée tout au long de ce travail.

Index des figures

Figure 1. Théorie sociale cognitive (adaptée de Bandura, 2004)	29
Figure 2. Théorie de l'action raisonnée (bleu), théorie du comportement planifié (rose), et modèle alternatif de la théorie du comportement planifié (orange) (adaptés de Ajzen & Schmidt, 2020, et de Giger, 2008).....	32
Figure 3. Théorie de l'autodétermination (d'après Sarrazin et al., 2015).....	38
Figure 4. Roue du changement de comportement (extrait de Michie et al., 2011)	40
Figure 5. Articulation des approches de l'acceptation sur une trajectoire d'usage (adapté de Bobillier Chaumon, 2016)	50
Figure 6. Technology Acceptance Model (adapté de Davis & Venkatesh, 1996).....	52
Figure 7. Technology acceptance model 3 (TAM3) (adapté de Venkatesh & Bala, 2008).....	54
Figure 8. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2) (adapté de Venkatesh et al., 2012)	59
Figure 9. Extension de l'UTAUT2 dans le contexte de la promotion de l'activité physique : modèle théorique intégratif hypothétique	254

Index des tableaux

Tableau 1. Définitions des déterminants de l'intention comportementale mobilisés dans le TAM3 (adapté de Venkatesh & Bala, 2008).....	55
Tableau 2. Définitions des déterminants de l'intention comportementale et du comportement d'usage mobilisés dans l'UTAUT2 (adapté de Venkatesh et al., 2012)	58



Sommaire

INTRODUCTION	11
1^{ERE} PARTIE CADRE THEORIQUE.....	17
CHAPITRE 1 LA PROMOTION DE L'ACTIVITE PHYSIQUE CHEZ LES JEUNES FEMMES EN OBESITE SEVERE.....	19
1.1. <i>L'activité physique dans la prise en charge de l'obésité sévère</i>	19
1.1.1. La prise en charge de l'obésité	19
1.1.2. Les bénéfices de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité.....	22
1.1.3. Les recommandations d'activité physique pour l'obésité.....	23
1.2. <i>Les modèles théoriques d'engagement dans l'activité physique et de changement de comportement mobilisés dans le contexte de l'obésité.....</i>	26
1.2.1. Pluralité des modèles théoriques.....	26
1.2.2. Les modèles théoriques mobilisés dans le contexte de l'obésité.....	28
1.3. <i>Le potentiel des technologies pour la promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère.....</i>	41
1.3.1. Les différents types de technologies	41
1.3.2. Les techniques du changement de comportement intégrées dans les technologies de promotion de l'activité physique.....	42
1.3.3. Intérêts et limites du recours aux technologies pour la promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère.....	45
1.4. <i>Synthèse</i>	48
CHAPITRE 2 L'ACCEPTABILITE DES TECHNOLOGIES ET LEURS EFFETS SUR L'ACTIVITE PHYSIQUE ET LA SANTE	49
2.1. <i>L'acceptabilité des technologies.....</i>	49
2.1.1. Définitions et origines du concept d'acceptabilité des technologies	49
2.1.2. Le <i>Technology Acceptance Model</i> et ses extensions.....	51
2.1.3. L'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology et son extension l'UTAUT2	55
2.1.4. L'acceptabilité des technologies dans le domaine de la santé et de la promotion de l'activité physique	60
2.1.5. Facteurs reliés à l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique	62
2.2. <i>Les effets des technologies sur l'activité physique et la santé en contexte d'obésité.....</i>	65
2.2.1. Les effets des technologies sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité.....	65
2.2.2. Les effets des technologies sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique	66
2.2.3. Les effets des technologies au regard des mécanismes qu'elles mobilisent	68
2.3. <i>Synthèse</i>	69
PROBLEMATIQUE ET PROGRAMME DE RECHERCHE.....	71
2^{EME} PARTIE ETUDES EMPIRIQUES	75
ETUDE 1. EFFECTS AND ACCEPTABILITY OF TECHNOLOGY-BASED PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTIONSIN BARIATRIC SURGERY: A SCOPING REVIEW ^{1,2}	77

Sommaire

<i>L'étude 1</i>	79
<i>Synthèse de l'étude 1</i>	106
ETUDE 2. THE FRENCH eHEALTH ACCEPTABILITY SCALE USING THE UNIFIED THEORY OF ACCEPTANCE AND USE OF TECHNOLOGY 2 MODEL: <i>INSTRUMENT VALIDATION STUDY</i> ^{1,2}	109
<i>L'étude 2</i>	111
<i>Synthèse de l'étude 2</i>	123
ETUDE 3. ACCEPTABILITY OF TECHNOLOGY-BASED PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTIONS IN BARIATRIC SURGERY: <i>APPLYING THE UTAUT-2 MODEL USING MIXED-METHODS</i> ^{1,2}	125
<i>L'étude 3</i>	127
<i>Synthèse de l'étude 3</i>	159
ETUDE 4. ACCEPTABILITY OF TECHNOLOGY-BASED PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTION PROFILES AND THEIR MOTIVATIONAL FACTORS IN OBESITY CARE: <i>A LATENT PROFILE TRANSITION ANALYSIS</i> ^{1,2}	161
<i>L'étude 4</i>	163
<i>Synthèse de l'étude 4</i>	174
ETUDE 5. PROPENSION AU CHANGEMENT DE COMPORTEMENT DE DEUX TECHNOLOGIES DE PROMOTION DE L'ACTIVITE PHYSIQUE, <i>MOOVEN</i> ET <i>BePATIENT</i> : <i>UNE ANALYSE DE CONTENU FONDEE THEORIQUEMENT</i> ¹	177
<i>L'étude 5</i>	179
<i>Synthèse de l'étude 5</i>	202
ETUDE 6. EFFECTS OF TECHNOLOGY-BASED PHYSICAL ACTIVITY INTERVENTIONS FOR WOMEN AFTER BARIATRIC SURGERY: <i>STUDY PROTOCOL FOR A THREE-ARM RANDOMIZED CONTROL TRIAL</i> ¹	203
<i>L'étude 6</i>	205
<i>Synthèse de l'étude 6</i>	241
DISCUSSION GENERALE	243
BIBLIOGRAPHIE	259
ANNEXES	281

Introduction

L'obésité est devenue l'une des problématiques mondiales de santé publique les plus graves, avec de nombreuses conséquences délétères sur la santé (e.g., maladies cardiovasculaires, diabète, troubles musculosquelettiques, cancers)(Lim et al., 2020). L'Organisation Mondiale de la Santé a défini l'obésité comme « *une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire à la santé* » (Haute Autorité de Santé, 2011). Le diagnostic de l'obésité repose sur le calcul de l'indice de masse corporelle (IMC), correspondant au rapport du poids (en kilogrammes) sur la taille (en mètres) au carré (Jacobi et al., 2010). Lorsque l'IMC est supérieur ou égal à 30kg/m^2 , on parle d'obésité, et différents grades sont définis : (a) si l'IMC est compris entre 30 et 35kg/m^2 , on parle d'obésité modérée ou de classe I, (b) si l'IMC est compris entre 35 et 40kg/m^2 , on parle d'obésité sévère ou de classe II, et (c) si l'IMC est supérieur ou égal à 40kg/m^2 , on parle d'obésité morbide ou de classe III. Même si le diagnostic repose uniquement sur l'IMC, cette mesure n'est pas parfaite. Ainsi, la composition corporelle, reflétant le risque lié à l'obésité, peut être très différente d'un individu à l'autre pour un IMC égal (Basdevant, 2011).

Selon la dernière étude épidémiologique ESTEBAN, menée entre 2014 et 2016 en France (Santé publique France, 2017), la prévalence de l'obésité était de 17,2% chez les adultes de 18 à 74 ans. Les obésités de classes II et III concernaient davantage les femmes que les hommes, avec des taux de prévalence cumulés respectifs de 5,8% et de 3,3%. Selon cette étude, il était également observé une augmentation de la prévalence du surpoids (obésité incluse) avec l'avancée en âge, à l'exception des femmes pour lesquelles une stabilisation était observée dès 40 ans (Santé publique France, 2017). Au regard de ces chiffres, nous pouvons donc estimer que les jeunes femmes sont les plus touchées par les obésités sévères (incluant l'obésité morbide). Dans ce contexte, ce travail doctoral se centrera sur les jeunes femmes de moins de 40 ans.

L'obésité est une maladie complexe et multifactorielle résultant d'un déséquilibre de la balance énergétique (différence entre les apports par l'alimentation et les dépenses par le métabolisme de base, la thermogénèse et l'activité physique) avec un bilan d'énergie positif prolongé (Haute Autorité de Santé, 2011). Les causes de l'obésité sont souvent excessivement simplifiées par le constat d'apports trop importants par l'alimentation et d'une insuffisance d'activité physique pour contrebalancer les apports (Ross et al., 2016). Cependant, l'obésité ne se résume pas à ce déséquilibre et implique de nombreux autres facteurs qui vont influencer la balance énergétique, comme les facteurs biologiques, comportementaux, psychologiques, sociaux

ou environnementaux, mais aussi les interactions entre ces facteurs (Haute Autorité de Santé, 2011). En d'autres termes, l'obésité est la conséquence du déséquilibre de la balance énergétique, et ce déséquilibre est la conséquence de nombreux facteurs ou d'interactions entre des facteurs multiples. La prise en charge de l'obésité s'inscrit ainsi dans une approche pluridisciplinaire associant un traitement médical, nutritionnel, diététique, et psychothérapeutique (Haute Autorité de Santé, 2011).

Pour l'obésité sévère, la chirurgie bariatrique est reconnue aujourd'hui comme étant le traitement le plus efficace (Sjöström et al., 2007). Plus de 60000 opérations ont été recensées en France en 2017 (Halimi, 2019). Cependant, la chirurgie bariatrique seule ne permet pas d'obtenir des résultats optimaux sur le long terme. Il est estimé qu'entre 10 à 40% des patients sont perdus de vue à 1 an (Thereaux et al., 2017). Ce taux de perdus de vue est considérable, et peut entraîner une reprise pondérale, des carences nutritionnelles et des complications. Le jeune âge constitue l'un des facteurs prédictifs des perdus de vue (Thereaux et al., 2017). L'efficacité non optimale de la chirurgie bariatrique est particulièrement problématique chez les sujets jeunes, en raison de l'augmentation de leur temps d'exposition aux conséquences de la chirurgie bariatrique, et de la réduction des options thérapeutiques. Il existe des possibilités de réinterventions chirurgicales suite à une première chirurgie bariatrique, mais les complications sont beaucoup plus fréquentes (i.e., 41% versus 15% lors d'une première chirurgie bariatrique), et cette réintervention ne limite pas les risques de reprise de poids en l'absence d'un changement durable du mode de vie (Fulton et al., 2017). De plus, la plupart des personnes bénéficiant d'une intervention chirurgicale sont des femmes ; elles représentent 82% des personnes opérées (Halimi, 2019). Or, il a été montré que les femmes étaient plus à risque que les hommes face à l'inactivité physique (Althoff et al., 2017; Guthold et al., 2018). Le changement de comportement durable des jeunes femmes ayant bénéficié d'une chirurgie bariatrique, vers un mode de vie physiquement actif, constitue ainsi un enjeu de santé publique majeur.

La pratique d'une activité physique régulière chez les personnes en situation d'obésité présente de nombreux intérêts. Tout d'abord, l'activité physique a des effets positifs sur la santé physique, psychologique, et sociale, en réduisant les taux de mortalité et en augmentant la qualité de vie (Posadzki et al., 2020). L'activité physique permet également une amélioration de l'hypertension artérielle, du diabète de type 2, la prévention de certains cancers, l'amélioration de la santé mentale (notamment en réduisant l'anxiété et la dépression), des fonctions cognitives et du sommeil (Bull et al., 2020). En complément de ses bénéfices globaux sur la santé, l'activité physique favorise la perte de poids. Indépendamment d'autres stratégies (e.g., réduction des apports alimentaires), à des niveaux de pratique élevés (i.e., 225 à 420 minutes par semaine à intensité modérée), l'activité physique induit une perte de poids (Swift et al., 2018). Dans le contexte de la chirurgie bariatrique, une perte de poids supplémentaire d'environ 2 kg était

montrée lorsque la chirurgie était associée à l'activité physique durant la période post-opératoire, comparativement à la chirurgie bariatrique seule (Ren et al., 2018). De plus, l'activité physique joue également un rôle majeur dans le maintien de la perte de poids après amaigrissement (Swift et al., 2018; Varkevisser et al., 2019). L'activité physique étant un prédicteur du maintien du poids à long terme (Varkevisser et al., 2019), elle constitue un facteur de réussite de la chirurgie bariatrique. Selon une revue récente de Tabesh et al. (2019), il est important de favoriser l'activité physique pré-chirurgie bariatrique en raison des bénéfices sur : (a) la perte de poids, (b) l'amélioration des résultats de la chirurgie bariatrique, (c) la préservation de la masse maigre, (d) l'amélioration des facteurs de risques cardio-métaboliques, et (e) la diminution des effets secondaires liés aux comorbidités de l'obésité. De plus, ces auteurs ont également identifié des bénéfices de l'activité physique en post-chirurgie bariatrique sur : (a) l'augmentation de la perte de poids, (b) la prévention de la reprise de poids, (c) le maintien du poids idéal et l'augmentation de la masse maigre à long terme, (d) l'amélioration des facteurs de risques cardio-métaboliques, et (e) l'augmentation de la qualité de vie (Tabesh et al., 2019). En raison de ses nombreux bienfaits, des recommandations de pratique de l'activité physique ont été établies dans le contexte de la chirurgie bariatrique (Busetto et al., 2017; Coen et al., 2018; Tabesh et al., 2019). Ces recommandations rejoignent les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé émises pour la population générale, préconisant au moins 30 à 60 minutes d'activité physique à intensité modérée (ou équivalent) par jour, au moins cinq jours par semaine (Bull et al., 2020).

La promotion de l'activité physique chez les adultes en obésité repose souvent sur des conseils, des recommandations, des exercices physiques, ou une orientation vers des offres de pratique existantes (Haute Autorité de Santé, 2018). Cependant, les approches classiques d'activité physique en face à face semblent peu accessibles. En effet, les jeunes femmes en obésité sévère (y compris celles en attente ou ayant bénéficié d'une chirurgie bariatrique) reportent des barrières à l'activité physique liées à des difficultés financières, à l'éloignement géographique des offres, à un manque de temps, ou une incompatibilité des horaires de pratique d'activités physiques encadrées avec leurs contraintes familiales et/ou professionnelles (Hayotte et al., 2020; Zabatiero et al., 2016, 2018). Les conseils d'activité physique, comme ceux basés sur l'adhésion à un programme de marche (Haute Autorité de Santé, 2018), se heurtent à des barrières psychologiques à l'activité physique liées à un manque de motivation envers l'activité physique ou à un manque de soutien social (Hayotte et al., 2020; Zabatiero et al., 2016, 2018). Bien qu'il soit reconnu que la promotion de l'activité physique soit essentielle dans le contexte de la chirurgie bariatrique, les niveaux de pratique d'activité physique demeurent insuffisants (King et al., 2015). Ce constat met ainsi en exergue une insuffisance des stratégies actuelles de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité, et en particulier chez celles ayant bénéficié d'une chirurgie bariatrique.

Dans ce contexte, les technologies de l'information et de la communication permettant de promouvoir l'activité physique, offrent de nouvelles perspectives. Selon Chaddha et al. (2017), il existe trois catégories de technologies de promotion de l'activité physique : (a) les médias sociaux (e.g., réseaux sociaux, SMS, appels téléphoniques, visioconférence), (b) les smartphones et appareils d'automesure (e.g., applications mobiles, podomètre, accéléromètres), et (c) les jeux vidéo actifs ou exergames (e.g., *Nintendo Wii*, *Xbox*, *PlayStation*, réalité virtuelle ou augmentée). Au regard des caractéristiques de certaines de ces technologies (e.g., rappels d'activité et retours d'informations intégrés dans les smartphones et appareils d'automesure permettant une forme d'autorégulation du comportement ; échanges avec des pairs permettant une forme de soutien social), nous supposons que ces technologies pourraient permettre aux jeunes femmes en obésité sévère de dépasser certaines des barrières à l'activité physique qu'elles perçoivent.

Les effets de ces technologies ont récemment été étudiés dans plusieurs revues systématiques dans le contexte de l'obésité (e.g., Cotie et al., 2018; Flores Mateo et al., 2015; Raaijmakers et al., 2015; Yen & Chiu, 2019). De manière générale, les technologies de promotion de l'activité physique semblent avoir des effets favorables à court terme sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité, et sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique. Cependant, leurs effets durables, ainsi que les mécanismes qui sous-tendent l'efficacité de ces technologies, n'ont été que peu étudiés dans la littérature (e.g., Lewis et al., 2017; Petit & Cambon, 2016), et ce d'autant plus dans le contexte de la chirurgie bariatrique. De plus, les effets sont généralement étudiés indépendamment du type de technologie (e.g., Cotie et al., 2018). Or, chaque type de technologie (i.e., médias sociaux, smartphones et appareils d'automesure, jeux vidéo actifs) intègre des techniques du changement de comportement spécifiques (e.g., Düking et al., 2020; Lyons & Hatkevich, 2013; McKay et al., 2018; McKay, Wright, et al., 2019), présageant ainsi d'effets différents.

Au regard des connaissances scientifiques actuelles, il apparaît ainsi nécessaire d'identifier et de comprendre les mécanismes qui sous-tendent l'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère. Dans ce cadre, l'objectif de ce travail doctoral sera de contribuer à l'identification de ces mécanismes en se focalisant principalement sur les mécanismes de l'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique chez des jeunes femmes en obésité sévère. L'acceptabilité est définie comme les antécédents psychologiques qui prédisent l'intention *a priori* d'utiliser une technologie. Secondairement, nous nous focaliserons sur la propension de certaines de ces technologies à générer un changement de comportement, par l'identification des techniques du changement de comportement, fondées théoriquement, qu'elles mobilisent.

Cette thèse s'articule autour de deux parties principales : le cadre théorique général, et les contributions empiriques. Le cadre théorique est divisé en deux chapitres. Le premier chapitre a

pour objectif de présenter l'état de la littérature sur la promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère, notamment en passant en revue les modèles théoriques mobilisés à cette fin, et le potentiel des technologies dans ce contexte. Le deuxième chapitre a pour objectif de présenter les modèles théoriques de l'acceptabilité des technologies, et les effets des technologies sur l'activité physique et la santé. Ce cadre théorique général débouche sur la présentation de la problématique de ce travail doctoral et du programme de recherche.

Dans la deuxième partie de la thèse, les six études empiriques composant le programme de recherche seront présentées. Une première étude préliminaire, propose une revue systématique des effets et de l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique dans le contexte de la chirurgie bariatrique. Cette étude vise à objectiver les questions posées dans ce travail doctoral. Une deuxième étude préliminaire présente le développement et la validation d'un outil psychométrique mesurant l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique, basé sur le modèle de l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2* (UTAUT2) (Venkatesh et al., 2012). L'étude 3 et l'étude 4 permettent de caractériser le niveau d'acceptabilité de trois types de technologies (i.e., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence) à l'aide de *scenarii* hypothétiques, et d'identifier des facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité des technologies. L'étude 5 propose une caractérisation des techniques du changement de comportement, fondées théoriquement, mobilisées par deux technologies de promotion de l'activité physique adaptées au contexte de la chirurgie bariatrique et disponibles sur le marché français : la plateforme *MyBody* proposée par *BePatient*, et un programme d'activité physique adapté réalisé en visioconférence, proposé par *Mooven*. L'étude 6 présente le protocole d'essai interventionnel randomisé contrôlé OCAPAS. Ce protocole mobilise les technologies proposées par *BePatient* et *Mooven*, et propose d'examiner dans quelle mesure l'acceptabilité de ces technologies et les facteurs motivationnels reliés contribuent à l'explication des effets durables de ces technologies. L'ensemble de ces études sera présenté sous forme d'articles publiés ou en préparation.

Une discussion générale permettra ensuite de mettre en perspective les résultats obtenus dans ces études au regard des questions posées dans le programme de recherche. Cette discussion générale résumera les principaux résultats obtenus, présentera les limites des travaux réalisés, et leurs implications cliniques. Une réflexion théorique proposera une extension du modèle de l'UTAUT2 au regard des résultats des études empiriques.

1^{ère} Partie

CADRE THEORIQUE

La promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère

L'obésité est une problématique majeure de santé publique, qui touche environ 17 % de la population adulte française, et qui concerne davantage les femmes dans ses formes sévères (IMC > 35 kg/m²) (Santé publique France, 2017). L'objectif de ce chapitre est de présenter l'état de la littérature sur la promotion de l'activité physique pour ce public, notamment en passant en revue les modèles théoriques mobilisés à cette fin, et le potentiel des technologies dans ce contexte. Pour cela, nous commencerons par présenter de manière synthétique la place de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité en France, les bénéfices de l'activité physique, et les recommandations actuelles. Ensuite, nous présenterons une revue de la littérature des modèles théoriques d'engagement dans l'activité physique et de changement de comportement ayant été mobilisés dans le contexte de l'obésité. Enfin, nous présenterons l'intérêt du recours aux technologies pour promouvoir l'activité physique auprès de ce public.

1.1. L'activité physique dans la prise en charge de l'obésité sévère

1.1.1. La prise en charge de l'obésité

L'association européenne pour l'étude de l'obésité (*European Association for the Study of Obesity*, EASO) réunit plusieurs pays européens afin d'établir des recommandations communes pour la prise en charge de l'obésité (e.g., Busetto et al., 2017). Ainsi, la prise en charge proposée en France est similaire à celle proposée dans les autres pays européens. Elle est organisée en France selon trois niveaux de recours qui correspondent aux stades de sévérité de la maladie (DGOS-DGS-CNAM & Contribution Haute Autorité de Santé, 2019).

La prise en charge de premier recours

Le premier recours correspond à la prise en charge de proximité du surpoids (IMC compris entre 25 et 29,99 kg/m²) ou de l'obésité de grade I (IMC compris entre 30 et 34,99 kg/m²). Généralement, cette prise en charge est assurée par le médecin généraliste, mais il peut également faire appel à d'autres professionnels de proximité (e.g., enseignant en activité physique adaptée, infirmier, pharmacien, diététicien, psychologue), un centre de santé, ou un établissement

de santé de proximité. Dans le cadre de la prise en charge de premier recours, un accompagnement basé sur l'éducation thérapeutique est proposé, comprenant des conseils sur le poids de forme, l'alimentation, l'activité physique, et l'approche psychologique. L'objectif est d'accompagner le patient en surpoids à stabiliser son poids, ou d'accompagner le patient en obésité à établir des objectifs de perte de poids réalistes dans le cadre d'un contrat thérapeutique (Haute Autorité de Santé, 2011).

La prise en charge de deuxième recours

Le deuxième recours est envisagé en cas d'échec de la prise en charge de premier recours après 6 mois à 1 an, ou lors d'une obésité de classe II (IMC compris entre 35 et 39,99 kg/m²) avec comorbidités, ou d'une obésité de classe III (IMC \geq 40 kg/m²). Le deuxième recours s'appuie sur l'expertise de spécialistes comme un médecin spécialisé en nutrition ou un diététicien, un psychiatre ou psychologue clinicien, un masseur-kinésithérapeute ou un enseignant en activité physique adaptée (Haute Autorité de Santé, 2011). Cette prise en charge de deuxième recours est proposée à un niveau infrarégional et peut s'envisager en lien avec les établissements de santé et les établissements de soins de suite et de réadaptation spécialisés. L'objectif est d'accompagner le patient à une perte pondérale de 5 à 15% de son poids initial afin d'améliorer les comorbidités associées et la qualité de vie, ou de se limiter à une stabilisation du poids, en particulier en cas d'échec thérapeutique (Haute Autorité de Santé, 2011).

La prise en charge de troisième recours

Le troisième recours est envisagé pour les situations d'obésités plus complexes. Il est organisé à un niveau régional ou interrégional dans les centres hospitaliers universitaires, dans les Centres Spécialisés Obésité, et en lien avec les établissements de soins de suite et de réadaptation spécialisés en obésité (DGOS-DGS-CNAM & Contribution Haute Autorité de Santé, 2019). En complément du traitement médical, nutritionnel, diététique et psychothérapeutique, la chirurgie bariatrique peut être proposée dans la prise en charge de troisième recours. Elle est indiquée par décision collégiale au cours d'une réunion de concertation pluridisciplinaire attestant de l'ensemble des conditions suivantes (Haute Autorité de Santé, 2009) : (a) patients avec un IMC \geq 40 kg/m² ou un IMC \geq 35 kg/m² associé à au moins une comorbidité améliorable par la perte de poids induite par la chirurgie (e.g., trouble métabolique, maladies cardio-respiratoires, troubles articulaires sévères, troubles psychologiques liés à l'obésité), (b) échec d'un traitement médical, nutritionnel, diététique et psychothérapeutique bien conduit pendant 6 à 12 mois, caractérisé par une absence de perte de poids suffisante ou une absence de maintien de la perte de poids, (c) patients bien informés au préalable et ayant bénéficié d'une évaluation et d'une prise en charge préopératoires pluridisciplinaires, (d) patients ayant compris et accepté

la nécessité d'un suivi médical et chirurgical à long terme, et (e) patients présentant un risque opératoire acceptable.

En France en 2017, plus de 60 000 interventions de chirurgie bariatrique ont été recensées (Halimi, 2019). Ces interventions concernent principalement les femmes qui représentent 82% des personnes opérées (Halimi, 2019). Deux types d'interventions de chirurgie bariatrique sont principalement réalisées : la gastrectomie longitudinale, appelée *sleeve gastrectomie* (58% des actes), et le court-circuit gastrique, appelé *bypass gastrique* (25% des actes) (Halimi, 2019). La sleeve gastrectomie consiste à réduire le volume de l'estomac en retirant environ les deux tiers de l'estomac, notamment le fundus gastrique sécrétant l'hormone qui stimule l'appétit, la Ghréline. Cela produit un effet restrictif et hormonal (Thereaux et al., 2010). Le bypass gastrique consiste à réduire le volume de l'estomac et à court-circuiter une partie de l'estomac et de l'intestin en raccordant la partie restante de l'estomac directement à la partie moyenne de l'intestin grêle (i.e., jéjunum). Cette modification du circuit alimentaire provoque un effet malabsorptif et hormonal en plus de l'effet restrictif lié à la réduction de la taille de l'estomac (Thereaux et al., 2010).

L'une des plus importantes cohortes ayant permis d'évaluer les effets de la chirurgie bariatrique est la cohorte « *Swedish Obese Subject* » incluant plus de 2 000 individus opérés et suivis pendant plus de 10 ans (Sjöström et al., 2007). Cette étude a permis de montrer les effets positifs de la chirurgie bariatrique sur la diminution de la mortalité et l'amélioration des comorbidités associées à l'obésité. Selon cette étude longitudinale, la chirurgie bariatrique permettait une diminution du poids avec une perte maximale après un à deux ans, de l'ordre de $25 \pm 9\%$ pour la sleeve gastrectomie, et de l'ordre de $32 \pm 8\%$ pour le bypass gastrique (Sjöström, 2013). En comparaison, la perte de poids du groupe contrôle était d'environ 1%. Après 10 ans, la perte de poids était de l'ordre de $16 \pm 11\%$ pour la sleeve gastrectomie, et de l'ordre de $25 \pm 11\%$ pour le bypass gastrique (Sjöström, 2013). En raison de ces chiffres, la chirurgie bariatrique est aujourd'hui considérée comme le traitement le plus efficace pour la prise en charge de l'obésité sévère (Sjöström et al., 2007). Toutefois, certaines personnes présentent une reprise de poids importante (Karmali et al., 2013). La prévalence de la reprise de poids varie de l'ordre de 4 à 38% selon le type de chirurgie bariatrique, avec les taux observés les plus élevés pour l'anneau gastrique et la sleeve gastrectomie (El Ansari & Elhag, 2021). L'un des facteurs impliqués dans la reprise de poids est le manque d'activité physique (e.g., El Ansari & Elhag, 2021; Freire et al., 2012; Karmali et al., 2013). En conclusion, nous pouvons dire que pour tout type de traitement (i.e., médical, nutritionnel ou chirurgical), et pour tous les niveaux de recours, la prise en charge de l'obésité s'appuie sur l'augmentation de l'activité physique.

1.1.2. Les bénéfices de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité

Les bénéfices en termes de santé

Les bénéfices de l'activité physique sont multiples. Pour la population générale (incluant les personnes en obésité), il est incontestablement reconnu que l'activité physique a des effets positifs sur la santé physique, psychologique, et sociale, en réduisant les taux de mortalité et en augmentant la qualité de vie (e.g., Posadzki et al., 2020). De plus, l'activité physique permet une amélioration de l'hypertension artérielle, du diabète de type 2, la prévention de certains cancers, l'amélioration de la santé mentale (notamment en réduisant l'anxiété et la dépression), de la santé cognitive et du sommeil (Bull et al., 2020).

Les bénéfices en termes de perte de poids

En complément des bénéfices globaux sur la santé pour la population générale, l'activité physique a également des bénéfices spécifiques dans le contexte de l'obésité. Au niveau de la perte de poids, les effets de l'activité physique ont fait l'objet de résultats nuancés dans la littérature (Chin et al., 2016). Bien qu'il soit reconnu que l'activité physique, associée à une réduction des apports alimentaires (en comparaison à l'activité physique seule, ou à la réduction des apports alimentaires seule), soit la stratégie la plus efficace pour la perte de poids (Schwingshackl et al., 2014), les effets de l'activité physique seule ont longtemps été discutés. Selon la revue de la littérature de Swift et al. (2018), il est nécessaire d'atteindre entre 225 à 420 minutes par semaine d'activité physique à intensité modérée pour obtenir une perte de poids. Les études ayant examiné les effets de programmes d'activité physique de plus faible volume n'ont pas montré d'effets significatifs sur la perte de poids (Swift et al., 2018). Dans le contexte de la chirurgie bariatrique, une perte de poids supplémentaire moyenne de 1,94 kg était montrée lorsque la chirurgie était associée à l'activité physique, comparativement à la chirurgie seule (Ren et al., 2018).

Les bénéfices en termes de maintien de la perte de poids

Au niveau du maintien de la perte de poids après amaigrissement (y compris amaigrissement induit par une chirurgie bariatrique), les effets positifs de l'activité physique sont reconnus (e.g., Boddu et al., 2012; Catenacci & Wyatt, 2007; Swift et al., 2018; Varkevisser et al., 2019). L'activité physique a d'ailleurs été identifiée comme étant l'un des prédictors du maintien du poids à long terme (Varkevisser et al., 2019).

Les bénéfices dans le contexte de la chirurgie bariatrique

Selon une revue récente de Tabesh et al. (2019), il est important de favoriser l'activité physique pré-chirurgie bariatrique en raison des bénéfices sur : (a) la perte de poids, (b) l'amélioration des résultats de la chirurgie bariatrique, (c) la préservation de la masse maigre, (d)

l'amélioration des facteurs de risques cardio-métaboliques, et (e) la diminution des effets secondaires liés aux comorbidités de l'obésité. De plus, ces auteurs ont également identifié des bénéfices de l'activité physique en post-chirurgie bariatrique sur : (a) l'augmentation de la perte de poids, (b) la prévention de la reprise de poids, (c) le maintien du poids idéal et l'augmentation de la masse maigre à long terme, (d) l'amélioration des facteurs de risques cardio-métaboliques, et (e) l'augmentation de la qualité de vie (Tabesh et al., 2019).

1.1.3. Les recommandations d'activité physique pour l'obésité

Les recommandations d'activité physique pour l'obésité

L'*American College of Sports Medicine* recommande depuis 2001 aux personnes en surpoids (incluant celles en obésité) de pratiquer au moins 150 minutes par semaine d'activité physique à une intensité au moins modérée (Jakicic et al., 2001). Ces recommandations ont été actualisées en 2009 pour préciser des durées plus importantes, en recommandant de pratiquer 250 à 300 minutes d'activité physique d'intensité modérée par semaine pour favoriser la perte de poids et mieux prévenir la reprise de poids (Donnelly et al., 2009). En 2018, la Haute Autorité de Santé dans son référentiel « *Prescription d'activité physique et sportive : surpoids et obésité de l'adulte* » (Haute Autorité de Santé, 2018) recommandait de pratiquer au moins 150 minutes par semaine d'activité physique à intensité modérée et d'augmenter progressivement la durée de 200 à 300 minutes par semaine. En complément, il était également recommandé de réaliser 2 à 4 séries de 8 à 12 répétitions de renforcement musculaire pour chaque groupe musculaire 2 à 3 jours par semaine, et des étirements statiques de 10 à 30 secondes avec 2 à 4 répétitions pour chaque exercice 2 à 3 jours par semaine (Haute Autorité de Santé, 2018). Ces recommandations sont en accord avec celles de Soleymani et al. (2016) établies sur la base d'une revue de la littérature des stratégies efficaces de maintien du poids démontrées par des essais interventionnels. Soleymani et al. (2016) recommandaient des volumes d'au moins 200 à 300 minutes par semaine d'activité physique d'intensité modérée pour maintenir la perte de poids. Certaines recommandations préconisaient des volumes encore plus importants, notamment dans le contexte de la chirurgie bariatrique. Par exemple, Hansen et al. (2020) recommandaient en pré-chirurgie de réaliser 20 à 45 minutes par session d'activité physique à intensité faible à modérée, 2 à 3 jours par semaine, et de réaliser en post-chirurgie, 250 à 400 minutes par semaine d'activité physique d'intensité modérée incluant des exercices de renforcement musculaire.

Même si l'ensemble de ces recommandations ne convergent pas tout à fait quant au volume d'activité physique nécessaire pour atteindre une perte de poids, ou prévenir de manière optimale la reprise de poids, l'ensemble de ces recommandations semblent s'accorder sur un

minimum de 150 minutes d'activité physique d'intensité modérée par semaine pour obtenir des bénéfices en termes de santé. Ce volume correspond aux recommandations internationales pour la population adulte, incluant les personnes en obésité ou opérées d'une chirurgie bariatrique, telles que précisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (Bull et al., 2020). Dans ce travail doctoral nous nous réfèrerons à ces recommandations. Ainsi, les adultes devraient pratiquer au moins 150 à 300 minutes par semaine d'activité physique d'intensité modérée (ou 75 à 150 minutes par semaine à intensité élevée, ou une combinaison équivalente) (Bull et al., 2020). Avant cette actualisation des recommandations en 2020, l'Organisation Mondiale de la Santé préconisait de réaliser l'activité physique par tranche d'au moins 10 minutes. Dans les dernières recommandations, cette contrainte a disparu, et la valorisation de tout mouvement a été réaffirmée (Bull et al., 2020). Cette réaffirmation de valoriser tout mouvement concorde avec l'une des dernières méta-analyses de Geidl et al. (2020) ayant étudié l'effet dose-réponse de l'activité physique, et montré que des volumes d'activité physique même inférieurs aux recommandations avaient des effets positifs sur la santé.

L'atteinte des recommandations d'activité physique chez les personnes en obésité

Malgré les recommandations d'activité physique, les niveaux de pratique demeurent insuffisants. Pour étudier ce phénomène mondial d'insuffisance d'activité physique, Guthold et al. (2018) ont réalisé une revue mutualisant 358 études, comprenant un total de 1,9 million de participants issus de 168 pays. Selon leurs résultats, environ un quart de la population mondiale, en particulier les femmes, est insuffisamment actif (Guthold et al., 2018). Ces taux ont pu être sous-estimés en raison du caractère auto-rapporté des mesures effectuées au travers de questionnaires. Une analyse plus objective utilisant les données d'accélérométrie des téléphones portables de la population mondiale réalisée par Althoff et al. (2017) a montré que la population française réalisait en moyenne 5141 pas par jour. Pour repère, on considère que les personnes réalisant moins de 5000 pas par jours ont un mode de vie sédentaire, ceux réalisant entre 5000 et 7499 pas ont un mode de vie faiblement actif, ceux réalisant entre 7500 et 9999 pas ont un mode de vie plutôt actif, et ceux réalisant 10000 pas et plus ont un mode de vie actif (Bauman et al., 2008). Althoff et al. (2017) ont également montré des différences selon le sexe, l'IMC et l'âge, avec une diminution de l'activité physique avec l'augmentation de l'âge et de l'IMC, et une activité physique plus faible chez les femmes. Par exemple, le nombre moyen de pas réalisés était d'environ 5900 pour les hommes, et de 4700 pour les femmes ayant un IMC compris entre 18,5 et 25kg/m², alors qu'il descendait à environ 5000 pour les hommes et à 3 200 pour les femmes ayant un IMC compris entre 35 et 40 kg/m² (Althoff et al., 2017). Ces chiffres sont proches de ceux rapportés par King et al. (2015). En effet, ces auteurs ont montré, chez 473 patients évalués à l'aide d'accéléromètres biaxiaux, que seule une faible proportion des patients atteignait les

recommandations : environ 3,4% des patients avant la chirurgie bariatrique, (b) 10,6% à 1 an post-opératoire, (c) 13,6% à 2 ans post-opératoires, et (e) 6,5% à 3 ans post-opératoires (King et al., 2015). Afin d'étudier les différences entre les mesures auto-rapportées par questionnaire et les mesures objectives par podomètre, Ahmad et al. (2018) ont comparé les mesures chez des femmes en surpoids (incluant celles en obésité). Selon leurs résultats, 61,1% des femmes atteignaient les recommandations selon la mesure par questionnaire, et seulement 8,4% les atteignaient selon la mesure par podomètre (Ahmad et al., 2018). D'autres auteurs ont étudié les mêmes différences entre les mesures auto-rapportées et celles mesurées objectivement, avec une forte surestimation des mesures auto-rapportées, en particulier après une chirurgie bariatrique (e.g., Berglind et al., 2016; Possmark et al., 2020). Ainsi, les mesures subjectives du comportement d'activité physique devraient être interprétées avec précautions (e.g., Ahmad et al., 2018; Berglind et al., 2016; Possmark et al., 2020). De plus, les technologies semblent constituer un nouvel outil intéressant pour mesurer plus finement le comportement d'activité physique. En conclusion, au regard de ces taux élevés d'inactivité physique, les femmes en obésité sévère constituent une cible à privilégier pour la promotion de l'activité physique.

1.2. Les modèles théoriques d'engagement dans l'activité physique et de changement de comportement mobilisés dans le contexte de l'obésité

1.2.1. Pluralité des modèles théoriques

Comme nous avons pu le voir dans la section précédente, les bénéfices de l'activité physique sont largement démontrés et font l'objet de recommandations internationales (Bull et al., 2020). Toutefois, les niveaux de pratique de la population générale, et en particulier ceux des femmes, sont insuffisants (Guthold et al., 2018). Face à ce constat, de nombreux modèles théoriques ont été développés, pour comprendre, prédire, et proposer des stratégies d'intervention permettant d'agir sur le comportement d'activité physique. Bien que plusieurs auteurs aient proposé des synthèses de ces modèles (e.g., Hagger, Cameron, et al., 2020; Rhodes et al., 2019), la catégorisation des modèles existants ne fait pas l'objet d'un consensus.

Classification selon les courants théoriques

Sur la base de la littérature existante, nous allons décrire de manière générale les principaux courants théoriques, quelques modèles illustrant chacun des courants, et leurs limites. Rhodes et al. (2019) ont proposé la classification suivante : (a) les approches socio-cognitives, (b) les théories organisationnelles et humanistes, (c) les processus duaux, (d) les approches socio-écologiques, et (e) les modèles intégratifs.

Les approches socio-cognitives s'appuient sur le paradigme selon lequel les individus formeraient des attentes envers un comportement et ses résultats, et agiraient en conséquence (Rhodes et al., 2019). Ainsi, la théorie sociale cognitive (*Social Cognitive Theory*), le modèle de croyance en santé (*Health Belief Model*), la théorie de l'action raisonnée (*Theory of Reasoned Action*), la théorie du comportement planifié (*Theory of Planned Behavior*), et le modèle transthéorique du changement de comportement (*Transtheoretical Model*) s'inscrivent dans ce cadre. Selon les auteurs, l'une des principales limites de ces modèles réside dans l'écart entre la formulation d'une intention et la réalisation effective du comportement, également appelé « *intention-behavior gap* » (Sheeran & Webb, 2016). Une seconde limite, soulignée par les auteurs, concerne les effets des variables socio-cognitives sur le comportement réel. Ils précisent que plusieurs études ayant modifié les attitudes ou le sentiment de contrôle n'ont eu que peu d'effets sur le comportement (Rhodes et al., 2019).

Les théories organisationnelles et humanistes reposent sur le postulat selon lequel les humains auraient des besoins et le comportement ne serait pas simplement une réponse à un renforcement ou une punition, mais l'action humaine serait motivée par un désir inné de croître, de se développer et de réaliser son potentiel (Rhodes et al., 2019). La théorie la plus emblématique

de ce courant est la théorie de l'autodétermination (*Self-Determination Theory*), composée de six mini-théories. Selon Rhodes et al. (2019), l'une des critiques de la théorie de l'autodétermination réside dans le nombre limité de besoins fondamentaux. D'autres besoins, comme ceux d'estime de soi, de plaisir, et de sécurité, pourraient également contribuer à l'explication du comportement (Sheldon, 2011). Une autre critique concerne le continuum de l'autodétermination (Rhodes et al., 2019). Des travaux récents tendent à considérer les différents types de motivation non plus sur un seul continuum, mais plutôt de considérer chacun des types de motivation sur un continuum. Ainsi, il semblerait plus adéquat de considérer les types de motivation comme des profils motivationnels (e.g., Emm-Collison et al., 2020).

Les processus duaux considèrent que le comportement est déterminé par deux types d'influences : (a) les processus réflexifs ou explicites, qui sont contrôlés et réfléchis (i.e., correspondent aux approches socio-cognitives), et (b) les processus non-conscients, automatiques, ou implicites, qui sont spontanés et difficiles à contrôler (Rhodes et al., 2019). La nature même des processus implicites rend leur mesure complexe et imprécise (e.g., mesure indirecte des processus implicites par le test d'association implicite, mesure des habitudes limitée au rappel d'expériences), ce qui fait l'objet de critiques de ce cadre théorique (Rhodes et al., 2019).

Les approches socio-écologiques s'appuient sur le postulat selon lequel le comportement est le résultat d'influences directes, indirectes et interactives entre des facteurs de différents niveaux allant de l'individu à l'environnement et aux politiques (Rhodes et al., 2019). L'une des critiques de ces modèles réside dans la contribution inéquitable des différents niveaux de facteurs. En particulier, le niveau individuel est celui qui contribue le plus largement à l'explication du comportement, alors que d'autres niveaux ne contribuent que faiblement. Une seconde critique concerne la faible formulation théorique du modèle, qui peut « *permettre à n'importe quelle variable de s'intégrer dans ce cadre* » (Rhodes et al., 2019).

Les modèles intégratifs s'appuient sur le postulat selon lequel le comportement humain revêt un caractère complexe et dynamique. Ainsi, une compréhension intégrative du comportement nécessite de prendre en compte plusieurs types de facteurs en même temps. Le *Health Action Process Approach*, le modèle trans-contextuel de la motivation (*trans-contextual model of motivation*), et le modèle COM-B (*Capability, Opportunity, Motivation – Behavior*), font partie des principaux modèles intégratifs. Rhodes et al. (2019) ont présenté ces modèles comme des directions futures de ce champ de recherche.

Classification selon un continuum de preuves

Hagger et al. (2020), dans leur ouvrage, ont proposé une arborescence basée sur ce qu'ils appellent un « continuum de preuves » allant de la recherche théorique de base sur les déterminants et les mécanismes (i.e., modèles théoriques), à la recherche translationnelle sur l'application de techniques visant à modifier le comportement (i.e., taxonomies des techniques du changement de comportement). Cette arborescence a également été utilisée par Samdal et al. (2017) dans leur revue systématique ayant cherché à identifier des techniques du changement de comportement efficaces chez les adultes en surpoids et en obésité. Selon ces auteurs, les théories cherchent à « *expliquer pourquoi les personnes adoptent un comportement mais donnent peu d'informations sur le maintien du comportement* », tandis que les techniques du changement de comportement correspondent au « *plus petit ingrédient actif d'une intervention* » (Samdal et al., 2017). Ainsi, les théories et les techniques de changement de comportement sont complémentaires. Toutefois, certaines théories sont difficiles à positionner dans ce cadre. Par exemple, la théorie de l'autodétermination permet à la fois d'expliquer les causes et le maintien du comportement, et les interventions basées sur cette théorie ont de nombreuses similarités avec la technique de l'entretien motivationnel (Samdal et al., 2017). Pour conclure, nous pouvons dire que la pluralité des modèles théoriques et des techniques d'intervention, rend leur ordonnancement dans un cadre théorique global extrêmement complexe.

1.2.2. Les modèles théoriques mobilisés dans le contexte de l'obésité

Dans le domaine de l'obésité, les premières études appliquant les modèles théoriques au comportement d'activité physique datent des années 1990-2000 (Baranowski et al., 2003). Plusieurs séries d'études, ancrées dans les principaux courants théoriques présentés précédemment, ont émergé parallèlement entre les années 1990 et les années 2010 et font encore l'objet de recherches à ce jour. En se basant sur plusieurs revues (Baranowski et al., 2003; Burgess et al., 2017; Samdal et al., 2017), nous pouvons identifier les modèles principalement mobilisés pour le comportement d'activité physique dans le contexte de l'obésité. Ainsi, dans le cadre de cette section, seront successivement présentés : (a) la théorie sociale cognitive, (b) le modèle de croyance en santé, (c) la théorie de l'action raisonnée et la théorie du comportement planifié, (d) le modèle transthéorique du changement de comportement, (e) la théorie de l'autodétermination, et (f) le modèle COM-B et les taxonomies des techniques du changement de comportement. Chaque modèle théorique sera présenté, puis des illustrations récentes de l'application du modèle à l'activité physique en contexte d'obésité seront proposées.

1.2.2.1. La théorie sociale cognitive

Présentation de la théorie sociale cognitive

La théorie sociale cognitive (Bandura, 1986), anciennement appelée la théorie de l'apprentissage social, est composée de deux construits principaux : (a) l'auto-efficacité (i.e., croyance qu'une personne a en sa capacité à accomplir une action, un comportement, ou une tâche spécifiques), et (b) les attentes de résultats (i.e., jugements d'une personne sur les conséquences probables qui résulteront de l'exécution ou non d'un comportement) qui peuvent être physiques (e.g., sensations corporelles, gains ou pertes matérielles), sociaux (e.g., approbation ou désapprobation anticipée), ou auto-évaluatifs (e.g., satisfaction, fierté). La théorie sociale cognitive se compose également de deux autres construits qui vont influencer directement ou indirectement le comportement que sont : (a) les buts ou les intentions comportementales, et (b) les obstacles et facilitateurs environnementaux perçus (Bandura, 2004). Les liens entre les construits de la théorie sociale cognitive sont présentés en Figure 1.

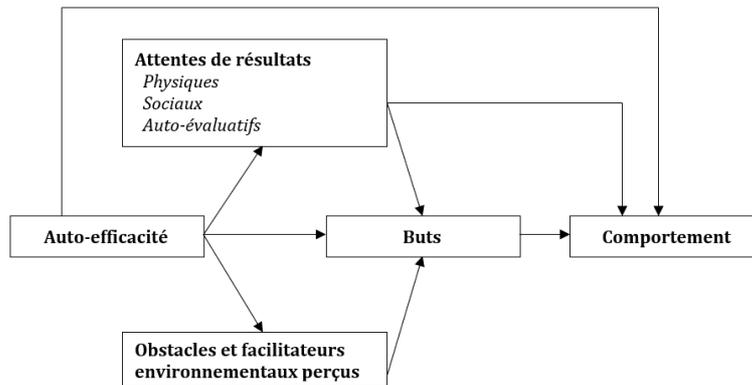


Figure 1. Théorie sociale cognitive (adaptée de Bandura, 2004)

Bandura (1977, 1997) a également défini quatre sources permettant de construire l'auto-efficacité : (a) les performances antérieures (*performance accomplishments*) correspondant aux expériences de maîtrise qui sont augmentées par les succès et diminuées par les échecs, (b) les expériences vicariantes (*vicarious experience*) qui modifient les croyances d'efficacité au regard de ce que les autres font, (c) la persuasion verbale (*verbal persuasion*), et (d) les états physiologiques (*emotional arousal*).

Applications de la théorie sociale cognitive au contexte de l'obésité

Selon la méta-analyse de Young et al. (2014), incluant 44 études ayant mobilisé la théorie sociale cognitive, ce modèle expliquait 31% de la variance du comportement d'activité physique. Les auteurs ont également montré que l'auto-efficacité et les buts étaient positivement reliés au comportement d'activité physique dans l'ensemble des études, tandis que les attentes de résultats et les obstacles et facilitateurs environnementaux perçus ne l'étaient pas systématiquement

(Young et al., 2014). Une étude plus récente a été réalisée par Nami Nazari et al. (2019) chez 398 femmes en surpoids et en obésité. Ces auteurs ont montré que l'application de la théorie sociale cognitive permettait d'expliquer 21,7% de la variance du comportement d'activité physique, et que l'auto-efficacité était l'une des variables contribuant le plus à l'explication du comportement à la fois chez les femmes en surpoids et chez celles en obésité (Nami Nazari et al., 2019).

Au-delà de son intérêt pour expliquer le comportement d'activité physique, ce modèle théorique a également été mobilisé dans la conception d'interventions de promotion de l'activité physique. En particulier, des études se sont intéressées à la modification de l'auto-efficacité et son lien avec le comportement d'activité physique. Selon les conclusions de la méta-analyse de Olander et al. (2013) sur les interventions en activité physique chez les adultes en obésité, les interventions ont eu un effet positif faible mais significatif sur l'auto-efficacité, et un effet moyen sur le comportement d'activité physique. Ainsi, les auteurs ont émis l'hypothèse que d'autres mécanismes que l'auto-efficacité pourraient avoir des effets plus importants pour augmenter l'activité physique des adultes en obésité (Olander et al., 2013). Ces conclusions rejoignent celles de Bagherniya et al. (2018) n'ayant trouvé que peu de preuves de l'efficacité des interventions s'appuyant sur la théorie sociale cognitive dans le traitement et la prévention de l'obésité chez des adolescents.

1.2.2.2. Le modèle de croyance en santé

Présentation du modèle de croyance en santé

Le modèle de croyance en santé (Rosenstock, 1974; Rosenstock et al., 1988) est un cadre conceptuel qui s'appuie sur l'hypothèse selon laquelle le changement de comportement de santé dépend de trois classes de facteurs : (a) l'existence d'une motivation suffisante, ou d'une préoccupation pour la santé suffisante, pour rendre les questions de santé importantes, (b) la croyance que l'on est vulnérable à un problème de santé grave ou à ses conséquences (i.e., menace perçue), et (c) la conviction que le fait de suivre une recommandation particulière (i.e., changer un comportement de santé) serait bénéfique pour réduire la menace perçue, et ce à un coût subjectif acceptable. Les concepts clés du modèle de croyance en santé sont : (a) la vulnérabilité perçue, (b) la gravité ou la sévérité perçue, (c) les obstacles perçus, (d) les avantages perçus, et (e) les incitations internes et externes de l'action. Les incitations internes et externes de l'action font référence aux motivations qui peuvent inciter une personne à adopter un changement de comportement. La vulnérabilité perçue et la gravité permettent d'évaluer le degré de menace perçue associée à un comportement. Les obstacles et les avantages permettent d'évaluer la balance décisionnelle qui, en fonction de son allure, informe sur l'engagement envers le comportement.

Applications du modèle de croyance en santé au contexte de l'obésité

Ce modèle a été appliqué par McArthur et al. (2018) au comportement d'activité physique chez des jeunes adultes et a permis d'expliquer 18% de la variance de l'indice de masse corporelle. Ce modèle a également été utilisé pour concevoir des interventions visant à réduire l'obésité. Par exemple, James et al. (2012) ont mené des entretiens auprès de jeunes femmes en obésité afin de mieux comprendre leurs croyances, et ainsi permettre le développement de stratégies d'interventions plus proches des croyances des bénéficiaires de ces interventions. Une des applications de ce modèle dans une intervention a été réalisée par Rezapour et al. (2016) pour la promotion de l'activité physique chez des enfants en surpoids âgés de 12 à 14 ans. Ces auteurs ont montré qu'une intervention d'éducation et de prévention basée sur le modèle de croyance en santé permettait d'augmenter le niveau d'activité physique et la perte de poids des enfants (Rezapour et al., 2016).

1.2.2.3. La théorie de l'action raisonnée et la théorie du comportement planifié

Présentation de la théorie de l'action raisonnée

La théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975) postule qu'un comportement est sous-tendu par une intention comportementale, qui repose sur deux déterminants : (a) l'attitude envers le comportement, et (b) les normes subjectives envers le comportement. L'attitude est définie comme une « *évaluation favorable ou défavorable envers l'accomplissement ou le non-accomplissement du comportement* », et va dépendre des croyances sur les conséquences du comportement (i.e., croyances comportementales) et sur l'évaluation des conséquences du comportement (Giger, 2008, p. 110). Les normes subjectives correspondent aux pressions sociales perçues par l'individu pour effectuer ou non le comportement, et vont dépendre des croyances normatives (i.e., croyances de l'individu quant aux opinions de ses pairs vis-à-vis du comportement) et de la motivation de l'individu à s'y soumettre (i.e., volonté de suivre ou non les incitations à effectuer le comportement) (Giger, 2008).

Présentation de la théorie du comportement planifié

La théorie de l'action raisonnée a ensuite été complétée, pour devenir la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), par l'ajout d'un nouveau déterminant de l'intention comportementale et du comportement : le contrôle comportemental perçu. Le contrôle comportemental perçu est défini comme « *la facilité ou la difficulté perçue à effectuer un comportement et il est censé refléter l'expérience passée, aussi bien que les empêchements et les obstacles anticipés* » (Giger, 2008, p. 6). Ce concept est proche de celui d'auto-efficacité exposé plus haut. Un troisième modèle alternatif a également positionné le contrôle comportemental

perçu non plus en tant qu'antécédent de l'intention comportementale, mais en tant que modérateur des relations entre les attitudes envers le comportement et les normes subjectives, d'une part, et l'intention comportementale, d'autre part (Ajzen & Schmidt, 2020). Les trois modèles sont présentés en Figure 2.

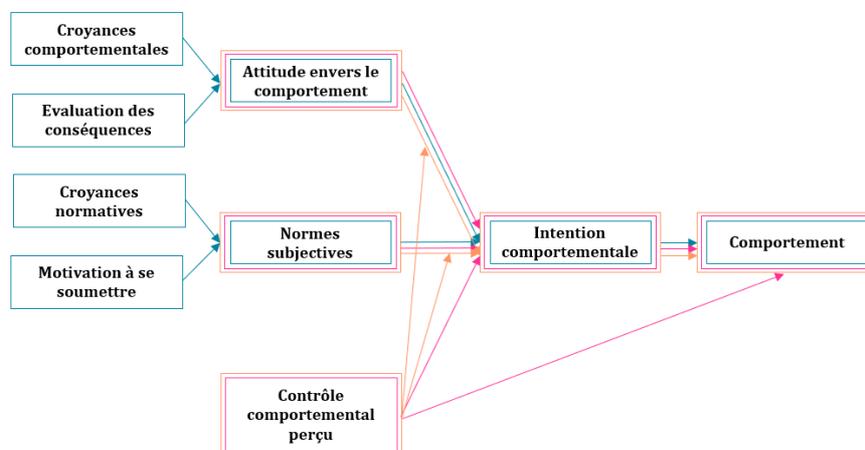


Figure 2. Théorie de l'action raisonnée (bleu), théorie du comportement planifié (rose), et modèle alternatif de la théorie du comportement planifié (orange) (adaptés de Ajzen & Schmidt, 2020, et de Giger, 2008)

Applications des théories de l'action raisonnée et du comportement planifié au contexte de l'obésité

Hunt et Gross (2009) ont comparé l'efficacité de la théorie de l'action raisonnée et de la théorie du comportement planifié pour prédire l'engagement dans l'activité physique chez des personnes en préparation ou en suivi post-chirurgie bariatrique. Les auteurs ont montré une supériorité de la théorie du comportement planifié par rapport à la théorie de l'action raisonnée. Selon leurs résultats, le contrôle comportemental perçu était le meilleur prédicteur de l'intention de faire de l'activité physique, et du comportement auto-rapporté d'activité physique (Hunt & Gross, 2009). La variance expliquée de l'intention de faire de l'activité physique variait de 29 à 57%, et la variance expliquée du comportement d'activité physique variait de 11 à 33%, selon les différentes étapes du parcours de chirurgie bariatrique (i.e., préopératoire, 3 mois, 6 à 9 mois, et ≥ 12 mois post-chirurgie bariatrique). Plotnikoff et al. (2013) ont également testé l'application de la théorie du comportement planifié pour prédire l'activité physique d'adolescents en surpoids ou en obésité. Ces auteurs ont montré que la théorie du comportement planifié permettait d'expliquer 62% de la variance de l'intention de faire régulièrement de l'activité physique, et 44% de la variance du comportement d'activité physique (Plotnikoff et al., 2013). Selon leurs résultats, les attitudes envers le comportement étaient le meilleur prédicteur de l'intention, et le contrôle comportemental perçu était le meilleur prédicteur du comportement (Plotnikoff et al., 2013).

Plus récemment, d'autres variables ont été ajoutées à la théorie du comportement planifié. Notamment, Chevance et al. (2017) ont examiné la contribution des attitudes implicites (i.e.,

attitudes favorables ou défavorables envers un comportement n'étant pas régulées consciemment) dans le cadre de la théorie du comportement planifié chez des personnes normo-pondérée et en obésité. Ces auteurs ont montré que les attitudes implicites contribuaient significativement à l'explication du comportement d'activité physique uniquement chez les adultes en obésité (Chevance et al., 2017). D'autres travaux, ont examiné la contribution de l'auto-stigmatisation liée au poids (*weight-related self-stigma*) dans le cadre de la théorie du comportement planifié chez des personnes en surpoids. Cheng et al. (2019) ont montré que l'auto-stigmatisation liée au poids avait un effet direct sur le comportement d'activité physique, non médié par l'intention comportementale. Les auteurs ont suggéré, en relation avec les travaux de Chevance et al. (2017), que l'auto-stigmatisation liée au poids pouvait avoir influencé le comportement d'activité physique par des processus automatiques, expliquant ainsi l'absence de médiation par l'intention comportementale (Cheng et al., 2019).

Selon Ajzen et Schmidt (2020), les interventions utilisant la théorie du comportement planifié peuvent prendre trois formes : (a) influencer les croyances comportementales ou normatives conduisant respectivement à des attitudes et des normes subjectives plus favorables envers le comportement, (b) augmenter le contrôle comportemental perçu afin d'augmenter les effets de l'attitude et/ou des normes subjectives sur l'intention d'adopter le comportement (selon le modèle alternatif de la théorie du comportement planifié), et (c) modifier l'importance relative de l'attitude et des normes subjectives sur l'intention comportementale ; toutefois, cette dernière forme n'a pas fait l'objet d'interventions selon les auteurs. A notre connaissance, seule la première forme d'intervention a été mobilisée dans le contexte de l'obésité. Par exemple, Parrott et al. (2008) ont proposé à des jeunes adultes sédentaires une intervention basée sur l'envoi d'e-mail persuasifs les encourageant à être plus actifs (i.e., message positif), ou les incitant à être moins sédentaires (i.e., message négatif), en comparaison à un groupe contrôle. Parrott et al. (2008) ont montré que l'envoi d'e-mail persuasifs avaient un effet sur les attitudes et l'intention d'être actif chez des jeunes adultes, mais que seuls les messages positifs avaient un effet sur le comportement d'activité physique.

1.2.2.4. *Le modèle transthéorique du changement de comportement*

Présentation du modèle transthéorique du changement de comportement

Le modèle transthéorique (Prochaska & DiClemente, 1982) est un modèle intégratif qui conceptualise le changement intentionnel de comportement. Ce modèle intègre plusieurs composants : (a) les stades de changement, (b) la balance décisionnelle, (c) l'auto-efficacité, et (d) les processus de changement. Les stades de changement constituent la partie statique du modèle,

tandis que l'auto-efficacité, la balance décisionnelle et les processus de changement constituent selon le modèle des médiateurs du changement.

Les stades de changement permettent de classer les individus en fonction de leur état de préparation au changement selon cinq stades : (a) la pré-contemplation (ou pré-réflexion) correspondant à l'état où la personne ne pratique pas d'activité physique et n'a pas l'intention d'en pratiquer ; (b) la contemplation (ou réflexion), où la personne ne pratique pas d'activité physique mais a l'intention d'en pratiquer dans les six prochains mois ; (c) la préparation, où la personne a l'intention de faire de l'activité physique dans les 30 prochains jours, ou pratique de l'activité physique mais non régulièrement ; (d) l'action, où la personne a commencé à pratiquer une activité physique régulière depuis moins de six mois ; et (e) le maintien, où la personne pratique une activité physique régulière depuis plus de six mois. Deux autres étapes sont également considérées dans les stades de changement : (a) la sortie définitive, correspondant à la réussite du changement de comportement, et (b) la rechute, correspondant au retour à un stade antérieur de changement.

La balance décisionnelle représente le poids relatif des avantages ou facilitateurs du changement de comportement, par rapport aux inconvénients, obstacles ou barrières au changement de comportement. L'allure de la balance est reliée aux stades de changement. Dans les premiers stades (i.e., pré-contemplation, contemplation, préparation), les barrières perçues sont plus importantes ou équivalentes aux facilitateurs perçus, alors que dans les stades les plus avancés (i.e., action, maintien), les facilitateurs perçus sont plus importants que les barrières perçues. L'équilibre de la balance tend à l'immobilisme et donc à l'absence de changement.

L'auto-efficacité (voir section 1.2.2.1.) est un prédicteur important de l'engagement ou de l'arrêt d'un comportement. Plus l'auto-efficacité est élevée, plus la personne est dans un stade avancé de changement (Marcus et al., 1992).

Les processus de changement sont des stratégies et techniques utilisées pour évoluer d'un stade de changement à un autre. Les processus se décomposent en deux catégories : (a) les processus expérientiels, et (b) les processus comportementaux. Les processus expérientiels, ou cognitifs, sont au nombre de cinq : (a) la prise de conscience, (b) la réaction émotionnelle, (c) l'auto-réévaluation, (d) la réévaluation environnementale, et (e) la libération sociale. Les processus comportementaux, au nombre de cinq également, sont : (a) le contre-conditionnement, (b) la relation d'aide, (c) la gestion des renforcements, (d) l'auto-libération, et (e) le contrôle des stimuli.

Applications du modèle transthéorique du changement de comportement au contexte de l'obésité

Ce modèle a été largement étudié dans le champ de l'activité physique, et a notamment fait l'objet d'une méta-analyse par Marshall et Biddle (2001). Cette méta-analyse a confirmé l'intérêt de ce modèle lorsque considéré dans son ensemble, et la nécessité de développer des outils de mesure des concepts mobilisés dans cette théorie (Marshall & Biddle, 2001). La mesure des processus de changement a fait l'objet d'une validation en langue française d'un questionnaire chez les personnes en surpoids et en obésité par Romain et al. (2016). De plus, un guide pratique d'utilisation du modèle transthéorique du changement de comportement d'activité physique auprès de personnes en obésité a été établi (Romain, Chevance, et al., 2016). Cet article avait pour objectif de décrire le modèle et de proposer des stratégies d'interventions auprès des personnes en obésité pour promouvoir l'activité physique.

Dans le champ de l'obésité, et plus particulièrement de la chirurgie bariatrique, nous avons proposé une analyse qualitative des barrières et facilitateurs de l'activité physique analysés selon ce modèle (Hayotte et al., 2020). Cette étude, menée auprès de jeunes femmes, a permis de montrer qu'il existe des barrières et facilitateurs de l'activité physique spécifiques aux personnes ayant eu recours à une chirurgie bariatrique (e.g., temps de récupération après chirurgie réparatrice). Ces barrières et facilitateurs ont été classés dans trois domaines : (a) physiques, (b) psychologiques, et (c) environnementaux. L'application du modèle transthéorique comme cadre théorique d'analyse des entretiens, nous a permis de montrer que tous les types de barrières étaient présents aux stades de précontemplation/contemplation, et que seul un facilitateur psychologique (i.e., croyances positives envers l'activité physique) était présent à ces stades. Les jeunes femmes au stade de préparation mentionnaient autant de facilitateurs que de barrières à l'activité physique, avec l'apparition à ce stade, de barrières liées à la perception de soi (e.g., anxiété physique sociale, insatisfaction corporelle). Les processus d'auto-évaluation et de réévaluation de l'environnement ont été identifiés comme les principaux processus mobilisés pour transiter entre les stades de précontemplation/contemplation et le stade de préparation. Aux stades d'action et de maintien, davantage de facilitateurs étaient perçus et les processus d'auto-efficacité semblent avoir joué un rôle important pour transiter vers ces stades. Enfin, les événements de vie, y compris liés aux étapes de la prise en charge de l'obésité (i.e., chirurgie réparatrice), ont été perçus comme des facteurs de rechute. L'article complet est disponible en Annexe 1.

1.2.2.5. La théorie de l'autodétermination

Présentation de la théorie de l'autodétermination

La théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2017) est une macro-théorie de la motivation. Elle est composée de six mini-théories interconnectées : (a) la théorie de l'évaluation cognitive (*Cognitive Evaluative Theory*), (b) la théorie de l'intégration organismique (*Organismic Integration Theory*), (c) la théorie des orientations de causalité (*Causality Orientation Theory*), (d) la théorie des besoins psychologiques fondamentaux (*Basic Psychological Needs Theory*), (e) la théorie du contenu des buts (*Goal Content Theory*), et plus récemment, (f) la théorie de la motivation relationnelle (*Relationships Motivation Theory*).

La théorie de l'évaluation cognitive s'intéresse au concept de motivation intrinsèque, et aux facteurs qui facilitent ou limitent ce type de motivation. La motivation intrinsèque consiste à s'engager dans une tâche ou un comportement pour la satisfaction interne que cela procure en termes de connaissance, d'accomplissement ou de stimulation, et va dépendre des expériences d'autonomie et de compétence. Dans un contexte où une personne est déjà intrinsèquement motivée, les facteurs externes qui vont améliorer les expériences d'autonomie et de compétence (e.g., éloges verbaux informatifs) vont augmenter la motivation intrinsèque, tandis que ceux qui nuisent à ces expériences (e.g., récompenses ou incitations financières) vont la diminuer (Ryan & Deci, 2017).

La théorie de l'intégration organismique a étendu la distinction entre la motivation intrinsèque et la motivation extrinsèque. Cette mini-théorie a proposé six types de motivation positionnées sur un continuum allant des formes les plus autonomes aux formes les plus contrôlées : (a) la motivation intrinsèque (i.e., comportement réalisé pour le plaisir), (b) la motivation extrinsèque à régulation intégrée (i.e., comportement en accord avec les valeurs de l'individu), (c) la motivation extrinsèque à régulation identifiée (i.e., comportement perçu comme utile ou important), (d) la motivation extrinsèque à régulation introjectée (i.e., comportement réalisé en raison de pressions internes), (e) la motivation extrinsèque à régulation externe (i.e., comportement réalisé en raison de pressions externes), et (f) l'amotivation (i.e., comportement réalisé en l'absence de motivation).

La théorie des orientations de causalité décrit trois orientations relativement stables de la motivation : (a) l'orientation d'autonomie (i.e., perception que le comportement est initié et régulé avec choix et buts autodéterminés), (b) l'orientation de contrôle (i.e., perception que le comportement est initié et régulé par des stimuli internes ou externes contrôlants), et (c) l'orientation impersonnelle (i.e., perception que le comportement est initié et régulé au-delà du contrôle intentionnel de l'individu). Une méta-analyse récente réalisée par Hagger et Hamilton (2020) a permis de montrer que les orientations générales à la causalité étaient reliées au comportement au travers du rôle médiateur des formes de motivation autonomes et contrôlées.

La théorie des besoins psychologiques fondamentaux décrit trois besoins que les individus tentent de satisfaire : (a) l'autonomie (i.e., besoin de se sentir à l'origine de son comportement), (b) la compétence (i.e., besoin de ressentir l'efficacité, le contrôle et la maîtrise du comportement), et (c) l'affiliation ou proximité sociale (i.e., besoin de se sentir soutenu et connecté avec les autres dans la réalisation du comportement). Dans le domaine de l'activité physique, la satisfaction des besoins fondamentaux apparaît positivement reliée aux formes autodéterminées de motivation, et négativement aux formes plus contrôlées et à l'amotivation. À l'inverse, la frustration des besoins fondamentaux tendrait à être reliée positivement aux formes de motivation contrôlées et à l'amotivation, et négativement aux formes autodéterminées (Sarrazin et al., 2015).

La théorie du contenu des buts postule que les individus poursuivent deux types de buts dans leur vie : (a) les buts extrinsèques (e.g., recherche de la richesse, de la gloire et de l'image), et (b) les buts intrinsèques (e.g., recherche de l'épanouissement personnel, des relations, et de la contribution à l'humanité) (Ryan & Deci, 2017). Toujours selon la théorie, les buts extrinsèques vont être reliés à un bien-être plus faible que les buts intrinsèques, puisqu'ils tendent à moins satisfaire les besoins psychologiques fondamentaux.

La théorie de la motivation relationnelle s'intéresse au développement et au maintien de relations personnelles de qualité. Elle postule que le fait de se sentir en relation avec les autres est un besoin intrinsèque fondamental. Le fait d'être en contact avec les autres et de s'en occuper satisfait directement les besoins psychologiques fondamentaux (Ryan & Deci, 2017).

Les concepts clés des cinq premières mini-théories de la théorie de l'autodétermination et leurs liens sont résumés dans la Figure 3 extraite de Sarrazin et al. (2015). La théorie de la motivation relationnelle, en raison de son caractère récent n'est pas intégrée dans cette figure. Nous pouvons également observer que la théorie de l'autodétermination fait encore l'objet de recherches, notamment sur les liens entre les mini-théories qui la composent, et qu'elle continue aussi à évoluer.

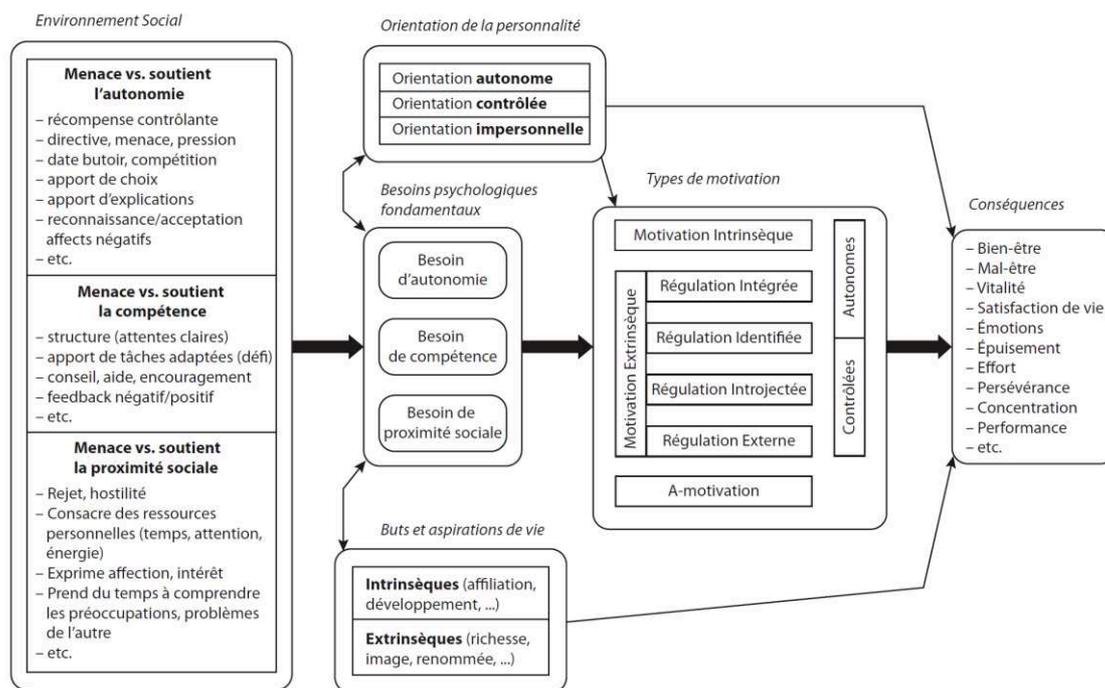


Figure 3. Théorie de l'autodétermination (d'après Sarrazin et al., 2015)

Applications de la théorie de l'autodétermination au contexte de l'obésité

Cette théorie a été largement mobilisée dans le contexte de l'activité physique et de l'obésité. Une revue systématique réalisée par Teixeira et al. (2012) avait attesté de son intérêt en termes de pouvoir explicatif du comportement d'activité physique. Plus spécifiquement, dans le contexte de l'obésité, Gurlan et al. (2013) ont étudié les caractéristiques motivationnelles des adolescents en obésité vis-à-vis de l'activité physique. Ces auteurs ont montré que les besoins fondamentaux étaient reliés aux différents types de motivation, et permettaient d'expliquer 35% de la variance du comportement d'activité physique auto-rapporté (Gurlan et al., 2013).

La théorie de l'autodétermination a également été mobilisée dans des études qualitatives pour analyser des entretiens. Donnachie et al. (2017) ont utilisé ce cadre théorique pour comprendre les expériences vécues par des hommes en obésité au cours d'un programme d'activité physique basé sur l'utilisation d'un podomètre. Les résultats de cette étude ont montré que les podomètres, en tant qu'outils d'automesure, permettaient de faciliter des formes adaptatives de motivation. Ceux qui ont utilisé le podomètre au cours du programme, arrêté son utilisation à la fin du programme, et continué à être actifs, avaient développé des formes autonomes de motivation en satisfaisant leurs besoins fondamentaux d'autonomie, de compétence, et d'affiliation (Donnachie et al., 2017). Des résultats similaires ont également été montrés chez des personnes ayant eu une chirurgie bariatrique (González-Cutre et al., 2018).

D'autres études se sont intéressées à l'utilité de la théorie de l'autodétermination dans les interventions de promotion de l'activité physique (e.g., Silva et al., 2010). Ces études ont démontré l'efficacité de ces interventions, notamment lorsque basées sur le développement de la motivation

autonome et le soutien des besoins fondamentaux (Hagger, Hankonen, et al., 2020). Des stratégies d'intervention issues de ce modèle ont également été identifiées comme efficaces pour la promotion de l'activité physique chez les personnes en obésité (e.g., Silva et al., 2010; Teixeira et al., 2015).

1.2.2.6. Le modèle COM-B et les taxonomies des techniques du changement de comportement

Présentation du modèle COM-B

Le modèle COM-B a été développé par Michie et al. (2011) afin de proposer un cadre conceptuel général qui soit exhaustif, cohérent, et ayant un lien clair avec un modèle de changement de comportement existant. Ce modèle intégratif est en partie basé sur un concept du droit pénal américain qui consiste à considérer que pour prouver que quelqu'un est coupable d'un crime, on doit montrer que la personne a eu les moyens ou la capacité, l'opportunité, et le motif. Ainsi, sur cette base, les auteurs ont considéré que ce cadre présentait les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un comportement volontaire se produise (Michie, van Stralen, et al., 2011). Le modèle COM-B est composé de trois concepts clés qui vont influencer et être influencés par le comportement : (a) la capacité, définie comme « *l'aptitude psychologique et physique de l'individu à s'engager dans le comportement concerné* », (b) la motivation, définie comme « *l'ensemble des processus cérébraux qui stimulent et orientent le comportement, et pas seulement les objectifs et les décisions conscients* », et (c) l'opportunité, définie comme « *l'ensemble des facteurs extérieurs à l'individu qui rendent le comportement possible ou le suscitent* » (Michie, van Stralen, et al., 2011, p. 4). Le modèle COM-B a été enrichi pour concevoir la roue du changement de comportement comprenant à la fois les sources du comportement (i.e., modèle COM-B), les fonctions des interventions, et les stratégies politiques. La roue du changement de comportement est présentée en Figure 4. La fiabilité de ce modèle a initialement été examinée dans la lutte contre le tabagisme et l'obésité (Michie, van Stralen, et al., 2011).

Présentation des taxonomies des techniques du changement de comportement

Une première taxonomie composée de 26 items a été développée par Abraham et Michie (2008). Cette taxonomie a ensuite été complétée dans le domaine de l'activité physique et de l'alimentation, pour aboutir à la *Coventry, Aberdeen & London - Refined* (CALO-RE) taxonomie, identifiant 40 techniques de changement de comportement (Michie, Ashford, et al., 2011). La version la plus complète est celle composée de 93 techniques de changement de comportement (Michie et al., 2013), ayant fait l'objet d'une traduction en langue française (Bernard et al., 2019).

Les techniques du changement de comportement identifiées dans les taxonomies font partie intégrante du modèle COM-B et de la roue du changement de comportement.

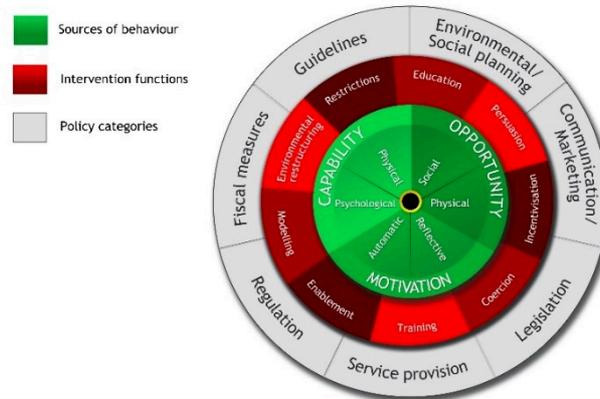


Figure 4. Roue du changement de comportement (extrait de Michie et al., 2011)

Applications du modèle COM-B et des taxonomies des techniques du changement de comportement au contexte de l'obésité

Parmi les techniques de changement de comportement, des études ont permis d'identifier celles qui étaient les plus efficaces dans le domaine de l'obésité (e.g., Samdal et al., 2017; Teixeira et al., 2015). Teixeira et al. (2015) ont ainsi identifié que les interventions augmentant la motivation autonome, l'auto-efficacité, et l'utilisation de compétences d'auto-régulation constituaient les techniques les plus efficaces pour l'activité physique. Ce cadre théorique a également été utilisé pour le développement d'interventions. Par exemple, Truelove et al. (2020) ont mobilisé la roue du changement de comportement, en tant que cadre théorique de référence, pour le développement d'une application mobile de promotion de l'activité physique intégrant des techniques efficaces du changement de comportement. Ainsi, nous pouvons constater que les modèles théoriques d'engagement dans l'activité physique et de changement de comportement mobilisés dans le contexte de l'obésité, peuvent aussi s'appliquer à de nouveaux types d'interventions basés sur les technologies.

1.3. Le potentiel des technologies pour la promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère

1.3.1. Les différents types de technologies

Comme nous avons pu le voir précédemment, certaines études sur l'activité physique chez les personnes en obésité ont mobilisé des technologies (e.g., Ahmad et al., 2018; Donnachie et al., 2017; Truelove et al., 2020). Toutefois les champs d'application pour lesquels les technologies ont été mobilisées sont très vastes. **Un premier champ d'application des technologies concerne la mesure de l'activité physique.** Il est maintenant établi que les technologies (e.g., podomètres, accéléromètres) permettent de mesurer plus justement les comportements d'activité physique, en particulier en contexte de chirurgie bariatrique (e.g., Ahmad et al., 2018; Berglind et al., 2016; Possmark et al., 2020). De plus, les mesures en temps réel (e.g., *ecological momentary assesment*), permettent de mesurer plus finement les corrélats des comportements d'activité physique (e.g., Bond et al., 2013). **Un deuxième champ d'application concerne la promotion de l'activité physique à l'aide de technologies** (e.g., Donnachie et al., 2017), **qui constitue le cœur de ce travail doctoral.**

Selon Gao (2019), il existe traditionnellement quatre groupes de technologies utilisées pour promouvoir l'activité physique : (a) **le téléphone**, (b) **les médias**, (c) **l'ordinateur et Internet**, et (d) **les appareils électroniques**. Cependant, cette classification est limitée puisqu'elle ne tient pas compte des avancées technologiques qui ont rendu ces catégories moins distinctes. Par exemple, un appareil électronique tel qu'une montre connectée se paramètre et se contrôle depuis un téléphone portable ou un ordinateur par le biais d'Internet. Chaddha et al. (2017) ont, quant à eux, divisé les technologies de promotion de l'activité physique en trois grandes catégories : (a) **les médias sociaux**, qui permettent d'être en contact avec d'autres personnes, parmi lesquels ils intègrent les forums en ligne, les blogs, les microblogs (e.g., Facebook, Google+, Twitter, Instagram, Pinterest, LinkedIn) et les blogs vidéo (e.g., YouTube), (b) **les smartphones et appareils d'automesure**, tels que les applications mobiles et les trackers d'activité (e.g., podomètre, accéléromètre, GPS), et (c) **les jeux vidéo actifs ou exergames** (e.g., Nintendo Wii, Xbox, PlayStation). Cette classification proposée par Chaddha et al. (2017) semble plus inclusive pour y intégrer les dernières générations de technologies. Par exemple, nous pouvons considérer que les *chatbots* rejoignent la première catégorie (i.e., réseaux sociaux) puisqu'ils permettent un échange même si l'interlocuteur est une intelligence artificielle, que les technologies mobiles de santé (*mHealth*) rejoignent la deuxième catégories (i.e., smartphones et appareils d'automesure), et que les interventions basées sur la réalité virtuelle ou la réalité augmentée rejoignent la troisième catégorie (i.e., jeux vidéo actifs). De plus, cette classification permet également d'intégrer les technologies de promotion de l'activité physique plus anciennes

comme l'envoi de SMS, les appels téléphoniques ou la vidéoconférence dans la première catégorie de technologie, correspondant aux technologies de mise en relation avec d'autres personnes.

D'autres types de classification semblent également légitimes et la classification des technologies existantes ne fait pas l'objet d'un consensus dans la littérature scientifique. Souvent, il apparaît que les différents types de technologies sont considérées comme un ensemble sous le nom générique de santé électronique (*eHealth*), ce qui limite les conclusions pouvant être tirées de leur analyse. Par exemple, Cotie et al. (2018) ont étudié l'effet des technologies de promotion de l'activité physique chez des femmes en obésité. Dans leur méta-analyse, les auteurs ont considéré en tant que technologie, à la fois des sites web, des outils d'automesure, des forums de discussion, des notifications de rappel d'exercice, et l'envoi de SMS (Cotie et al., 2018). Or, nous savons maintenant que toutes les technologies ne sont pas équivalentes. Des différences entre les technologies existent en fonction des capteurs qui les composent. C'est le cas, par exemple, entre plusieurs modèles de montres connectées, où l'on observe que certains modèles sont plus fiables que d'autres (e.g., Murakami et al., 2019; Tophøj et al., 2018). Mais il existe également des différences entre les technologies selon les techniques du changement de comportement qui les composent (e.g., McKay et al., 2018).

1.3.2. Les techniques du changement de comportement intégrées dans les technologies de promotion de l'activité physique

Outils d'évaluation des techniques du changement de comportement intégrées dans les technologies

Dans le cadre du projet de la *Victorian Health Foundation*, plusieurs chercheurs étaient sollicités annuellement pour évaluer le potentiel des dernières applications mobiles existantes afin d'établir un guide à destination des consommateurs (McKay, Slykerman, et al., 2019). Pour cela, il était demandé aux chercheurs de compléter l'échelle MARS (*Mobile App Rating Scale*), permettant d'évaluer les fonctionnalités d'une application (Stoyanov et al., 2015), et d'évaluer les techniques du changement de comportement selon la taxonomie CALO-RE (Michie, Ashford, et al., 2011). Face au constat du manque d'outil disponible pour identifier le potentiel d'une application mobile au regard des techniques du changement de comportement qui la composent, McKay et al. (2019) ont développé un outil. Cet outil, nommé *App Behavior Change Scale* (ABACUS), a été testé sur 70 applications mobiles d'activité physique pour attester de sa fiabilité (McKay, Slykerman, et al., 2019).

Techniques intégrées dans les applications mobiles et les trackers d'activité

A l'aide de cette échelle, les auteurs ont ensuite évalué 344 applications mobiles de changement de comportement ciblées sur : (a) le tabagisme, (b) la consommation d'alcool, (c) l'activité physique, (d) la nutrition, et (e) le bien-être mental (McKay, Wright, et al., 2019). Les résultats de cette évaluation ont montré que les applications mobiles intègrent généralement peu de techniques du changement de comportement, et que pour celles ciblant l'activité physique les principales techniques du changement de comportement intégrées dans plus de la moitié des applications étudiées étaient : (a) la pratique du comportement et la répétition, (b) le suivi et la quantification du comportement (par soi-même), (c) les instructions concernant la réalisation du comportement, (d) la personnalisation de certaines fonctions, (e) les rappels et incitations, (f) les informations de base, (g) les feedbacks donnés à l'utilisateur (par une personne ou automatiquement), et (h) la formation d'habitudes (McKay, Wright, et al., 2019). Seulement un quart des applications permettaient à l'utilisateur de fixer ou d'ajuster ses objectifs (McKay, Wright, et al., 2019). Les constats de cette analyse rejoignent les constats d'autres études ayant analysé les techniques du changement de comportement qui composent les applications mobiles de promotion de l'activité physique (e.g., Aromatario, Van Hove, Vuillemin, Foucaut, Crozet, et al., 2019; Kuru, 2018; Middelweerd et al., 2014; Mollee et al., 2017; Nikolaou & Lean, 2017; Petit & Cambon, 2016). L'ensemble des auteurs mettent en évidence une faible prise en compte par les applications disponibles sur le marché des mécanismes de changement de comportement.

Concernant les trackers d'activité portés au poignet, Düking et al. (2020) ont identifié les principales techniques de changement de comportement intégrées dans cinq trackers (i.e., *Apple Watch Series 3*, *Garmin Vivoactive 3*, *Fitbit Versa*, *Xiaomi Amazfit Stratos 2*, *Polar M600*) en codant si chacune des techniques du changement de comportement de la taxonomie de Michie et al. (2013) était présente ou absente. Ces auteurs ont montré que les principales techniques intégrées étaient : (a) la fixation d'objectifs comportementaux, (b) la planification du comportement, (c) la révision des objectifs comportementaux, (d) le décalage entre le comportement actuel et l'objectif, (e) les feedbacks donnés à l'utilisateur, (f) le suivi et la quantification du comportement, et (g) les informations sur les paramètres physiologies ou biologiques. D'autres études ont également reporté des résultats similaires (e.g., Chia et al., 2019; Mercer et al., 2016).

Nous pouvons observer de nombreuses similitudes entre les applications mobiles et les trackers d'activité en termes de techniques de changement mobilisées. Ces deux types de technologies ont d'ailleurs été étudiés de manière commune par Sullivan et Lachman (2017) pour identifier les techniques du changement de comportement qui les composent.

Techniques intégrées dans les jeux vidéo actifs et exergames

Concernant les jeux vidéo actifs et exergames, Lyons et Hatkevich (2013) ont réalisé une analyse du contenu de 18 jeux vidéo actifs disponibles sur trois consoles de jeux (i.e., Microsoft Xbox 360, Nintendo Wii, Sony PlayStation 3). Les auteurs ont codé le contenu des jeux sur la base de la taxonomie de Abraham et Michie (2008) et des techniques permettant d'augmenter l'auto-efficacité selon la théorie de Bandura (1997). Les techniques les plus intégrées dans les jeux vidéo actifs étaient : (a) le suivi sur le comportement actuel (décalage avec le comportement antérieur en termes de performance, d'assiduité, ou de dépense calorique estimée), (b) la modélisation, (c) le feedback sur les performances ou la dépense calorique estimée, (d) les instructions concernant la réalisation du comportement (i.e., comportement guidé), (e) la planification du comportement (i.e., calendrier d'entraînement), (f) les récompenses (e.g., badges virtuels, récompenses intégrées dans le jeu lui-même) (Lyons & Hatkevich, 2013).

Des techniques communes peuvent être retrouvées entre les jeux vidéo actifs et les applications mobiles, notamment en raison de la gamification des applications mobiles. La gamification consiste selon Mazéas et al. (2020), sur la base de la définition de Deterding et al. (2011), à utiliser des éléments de conception de jeux dans des contextes non ludiques. Une méta-analyse récente, réalisée par Mazéas et al. (2020), a permis d'étudier en détails les effets de la gamification des applications mobiles ou dispositifs d'automesure sur l'activité physique. Ces auteurs ont montré que les mécanismes les plus utilisés étaient : (a) l'obtention de récompenses virtuelles (e.g., badges, médailles, trophées), (b) les incitations sociales (e.g., le jeu en équipe ou en ligue, messageries), et (c) le suivi et la quantification du comportement (i.e., feedbacks, statistiques de jeu, points et scores) (Mazéas et al., 2020).

Techniques intégrées dans les médias sociaux

Les technologies de promotion de l'activité physique basées sur les médias sociaux, notamment la télé-réhabilitation, s'appuient sur des techniques de motivation, la définition d'objectifs, et des compétences de communication (Hinman et al., 2019). A notre connaissance, il n'existe pas d'analyse du contenu de ces solutions au regard des techniques de changement de comportement qui les composent. Toutefois, nous pouvons penser que ces technologies peuvent intégrer les mêmes techniques que les interventions en face à face. Cette hypothèse est soutenue par l'absence de différences observées sur l'activité physique entre ces deux modes d'intervention (Hakala et al., 2017).

1.3.3. Intérêts et limites du recours aux technologies pour la promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère

De manière générale, le fait de délivrer des interventions de promotion de l'activité physique à l'aide de technologies présente de nombreux intérêts. Griffiths et al. (2006), à l'aide d'une revue systématique de la littérature, ont identifié les raisons suivantes qui expliquent le recours aux interventions basées sur l'utilisation des technologies : (a) la réduction des coûts et la praticité accrue pour les utilisateurs, (b) la réduction des coûts des services de santé, (c) la possibilité d'atteindre des groupes d'utilisateurs isolés ou stigmatisés, (d) la rapidité d'accès à l'information, et (e) une meilleure personnalisation de l'intervention.

Intérêts économiques

La réduction des coûts et la praticité accrue pour les utilisateurs semblent être des éléments fondamentaux en contexte d'obésité. Les jeunes femmes reportent des barrières à l'activité physique liées à des difficultés financières, à l'éloignement géographique des offres, ou à un manque de temps (e.g., Hayotte et al., 2020; Zabatiero et al., 2016). Ainsi, les technologies de promotion de l'activité physique semblent répondre à ces barrières. Par exemple, la visioconférence fournit le même niveau d'efficacité qu'une intervention en face à face, tout en réduisant les obstacles liés aux rencontres en face à face (e.g., temps de trajet, éloignement, amplitude horaire réduite) (Santarossa et al., 2018).

La réduction des coûts des services de santé est également un élément non négligeable. Le coût de la prise en charge de l'obésité en France est considérable (i.e., environ 3% du Produit Intérieur Brut de la France) (Detournay, 2021). Une réduction de ce coût serait très favorable au système de santé, et ce d'autant plus en raison des excès de coûts de santé liées au covid-19, eux-mêmes davantage amplifiés par l'obésité (Czernichow et al., 2021).

Intérêts de diffusion

La possibilité d'atteindre des groupes d'utilisateurs isolés ou stigmatisés présente également un intérêt pour la prise en charge de l'obésité. En effet, dans le domaine de l'obésité, la stigmatisation liée au poids est omniprésente, et les personnes en obésité y sont constamment exposées (e.g., media, santé, travail, éducation) (Rubino et al., 2020). Cette stigmatisation a des répercussions négatives sur l'activité physique et conduit les personnes ayant intériorisé cette stigmatisation à éviter l'activité physique (Vartanian & Novak, 2011). Les technologies, en rendant les individus plus anonymes (Griffiths et al., 2006), pourraient permettre aux personnes stigmatisées, en raison de leur obésité, d'être dans de meilleures conditions pour faire de l'activité physique.

La rapidité d'accès à l'information permet une diffusion de masse des interventions. En effet, le développement des technologies au cours des dernières années ont permis de les rendre plus accessibles et abordables, permettant ainsi de pouvoir les diffuser à large échelle (Teixeira & Marques, 2017). De plus, il est estimé qu'environ 50% des personnes ayant commencé un programme d'activité physique classique l'abandonnent dans les six mois (Gao, 2019, p. 61). Ainsi les technologies pourraient limiter l'abandon par l'accessibilité qu'elles permettent.

Intérêts de personnalisation de l'intervention

Les interventions délivrées par des technologies ont un potentiel d'adaptation important. Ce type d'intervention permet de personnaliser les contenus (e.g., exercices à réaliser) ou la forme des contenus (e.g., transmission d'informations sous une forme plus attrayante et interactive) aux besoins des utilisateurs (Teixeira & Marques, 2017). Cette adaptation des contenus ou de leur forme peut être paramétrée par l'utilisateur lui-même, ou de manière automatique à l'aide d'algorithmes.

Intégration de techniques du changement de comportement efficaces dans certaines technologies

Des stratégies de promotion de l'activité physique efficaces chez les personnes en obésité, comme l'augmentation de la motivation autonome ou l'augmentation de l'auto-efficacité (Teixeira et al., 2015) sont intégrées dans certaines technologies. Par exemple, Monedero et al. (2015) ont montré qu'un jeu vidéo actif de cyclisme était perçu comme étant plus agréable et conduisait les participants à faire plus d'activité physique qu'une activité de cyclisme classique. En d'autres termes, les participants avaient une motivation autonome plus élevée envers le cyclisme proposé dans le jeu vidéo actif qu'envers le cyclisme classique. La gamification s'appuie également sur ce concept d'augmenter la motivation autonome. Cette stratégie, intégrée dans de nombreuses applications, semble intéressante pour promouvoir l'activité physique (Mazéas et al., 2020).

Faible intégration de techniques du changement de comportement dans les technologies en général

Bien que certaines technologies intègrent des techniques efficaces du changement de comportement, la plupart n'en intègre qu'un nombre limité (McKay, Wright, et al., 2019). De plus, la plupart des études ne se sont pas intéressées aux techniques qui composent les technologies mobilisées dans des interventions (e.g., Cotie et al., 2018). Ce manque d'intérêt envers les techniques du changement de comportement mobilisées dans les technologies limite leur potentiel.

Limites liées aux inégalités sociales de santé

Même si les technologies permettent une meilleure accessibilité aux informations de santé, elles n'évitent pas les inégalités de santé qui peuvent être accentuées par ce type d'outils. Aromataro (2017) a notamment identifié trois raisons accentuant les inégalités sociales de santé des technologies : (a) le coût d'accès aux technologies, qui même si réduit, peut ne pas être suffisamment accessible ; (b) des limites d'accès (e.g., inégalités territoriales d'accès à Internet) ; et (c) certaines caractéristiques individuelles. Parmi les caractéristiques individuelles pouvant limiter l'accès aux technologies, de nombreux travaux se sont intéressés au concept de littératie en santé. La littératie en santé est définie comme la capacité des individus à obtenir, comprendre, évaluer, et utiliser des informations pour prendre des décisions et des mesures qui auront un impact sur leur état de santé (Nutbeam & Lloyd, 2021). Au niveau européen, il semblerait qu'environ 47% des personnes interrogées avaient des connaissances limitées sur la santé (Sørensen et al., 2015). Bien que les informations de santé soient plus accessibles, le manque de littératie en santé des populations rend l'utilisation de ces informations limitée (H. Kim & Xie, 2017). Face à ce constat, une théorie mettant en relation les inégalités sociales de santé, et les techniques du changement de comportement, pour les technologies de promotion de l'activité physique, a été développée (Aromataro et al., 2019). Cette théorie a été appliquée à une technologie d'activité physique en visioconférence, et a permis d'anticiper les inégalités sociales de santé de cette solution et trouver des moyens de remédiation (Aromataro et al., 2021).

Limites liées à la durée d'utilisation

La durée d'utilisation des technologies de promotion de l'activité physique est souvent limitée. Selon la revue systématique de Bort-Roig et al. (2014), portant sur les interventions basées sur l'utilisation du smartphone pour mesurer et influencer l'activité physique, la durée d'utilisation de ces dispositifs était comprise entre 2 et 6 mois (Bort-Roig et al., 2014). Même si cette durée semble relativement courte, Gurlan et al. (2011) ont montré que les interventions les plus efficaces pour promouvoir l'activité physique des personnes en obésité, étaient celles d'une durée inférieure à six mois. Par ailleurs, Donnachie et al. (2017) ont rapporté qu'une utilisation d'un podomètre sur une courte durée puis son abandon chez des hommes en obésité, pouvait suffire à induire un changement durable du comportement d'activité physique. Cette durée courte d'utilisation des technologies semble ainsi être en phase avec les interventions de promotion de l'activité les plus efficaces chez les personnes en obésité.

1.4. Synthèse

L'activité physique, en raison de ses nombreux bienfaits, revêt une place centrale dans la prise en charge de l'obésité sévère, y compris lorsque la prise en charge s'accompagne d'un traitement chirurgical tel que la sleeve gastrectomie ou le bypass gastrique. Des recommandations de pratique de l'activité physique ont été établies ; toutefois peu de personnes parviennent à les atteindre. Les modèles théoriques d'engagement dans l'activité physique et de changement de comportement ont permis de mieux comprendre les mécanismes explicatifs du comportement d'activité physique et ont offert des pistes d'interventions prometteuses. Leur opérationnalisation à l'aide des technologies semble constituer un champ de recherche en plein essor. Ainsi, chez les jeunes femmes en obésité sévère, ces technologies de promotion de l'activité physique présentent de nombreux intérêts, même si elles ne sont pas exemptes de certaines limites. Avant d'étudier les effets de ces technologies de promotion de l'activité physique, une première question consiste à savoir comment elles sont perçues, et ainsi si elles ont le potentiel d'être acceptées par la population cible.

L'acceptabilité des technologies et leurs effets sur l'activité physique et la santé

L'objectif de ce chapitre est de présenter les modèles théoriques de l'acceptabilité des technologies et les effets de ces technologies sur l'activité physique et la santé. Dans la première partie de ce chapitre, consacrée à l'acceptabilité des technologies, nous présenterons les principaux modèles théoriques, leurs applications dans le champ de la santé, et les facteurs reliés à l'acceptabilité des technologies. Ensuite, la deuxième partie de ce chapitre se focalisera sur les effets de ces technologies sur les paramètres physiologiques de l'obésité, sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique, et sur les effets des technologies au regard des mécanismes mobilisés par les technologies.

2.1. L'acceptabilité des technologies

2.1.1. Définitions et origines du concept d'acceptabilité des technologies

Pourquoi certaines technologies sont-elles choisies, acceptées et utilisées tandis que d'autres ne le sont pas ? Pour répondre à cette question, de nombreuses théories issues de l'ergonomie, de la sociologie, des sciences cognitives et de la psychologie ont été proposées. Cette pluralité des approches et la multiplicité des modèles théoriques existants rendent les concepts d'acceptabilité et d'acceptation difficiles à appréhender. Une seconde difficulté réside dans l'absence de définition consensuelle de ces concepts (Adell et al., 2018). Toutefois, l'ensemble des auteurs s'accordent pour distinguer l'acceptabilité et l'acceptation selon leur temporalité d'usage (Adell et al., 2018; Alexandre et al., 2018; Bobillier Chaumon, 2016). L'acceptabilité se situe avant l'utilisation d'une technologie, on parle également d'acceptabilité *a priori*, tandis que l'acceptation réfère à l'usage actuel d'une technologie (Adell et al., 2018; Alexandre et al., 2018; Bobillier Chaumon, 2016). Face aux difficultés de conceptualisation de ces termes, des auteurs ont proposé des synthèses des modèles théoriques existants (Alexandre et al., 2018; Bobillier Chaumon, 2016).

Les méta-critères d'acceptation ou d'acceptabilité des technologies

Les travaux d'Alexandre et al. (2018) ont identifié un total de 142 critères d'acceptation ou d'acceptabilité des technologies. Les auteurs ont classifié ces critères en cinq méta-critères : (a) l'utilité (33 critères), (b) la facilité d'utilisation (37 critères), (c) l'esthétique (4 critères), (d) les différences contextuelles et sociales (44 critères), et (e) le jugement global (24 critères). Ces méta-critères constituent un cadre d'analyse pertinent pour identifier les similitudes entre les concepts théoriques utilisés pour chacun des modèles existants. Toutefois, la contribution relative de chacun des méta-critères dans l'explication du comportement d'adoption ou de rejet de la technologie n'a pas été étudiée. Ainsi, son utilité en tant que cadre conceptuel de référence semble limitée.

Une trajectoire d'usage des technologies

La synthèse de la littérature réalisée par Bobillier Chaumon (2016) sur le sujet a proposé une perspective complémentaire des modèles existants selon une trajectoire d'usage des technologies. Selon Bobillier Chaumon (2016), trois grandes approches et paradigmes se distinguent : (a) l'acceptabilité pratique, (b) l'acceptabilité sociale, et (c) l'acceptation située. Ces approches et paradigmes ainsi que leurs implications sont présentés en Figure 5.

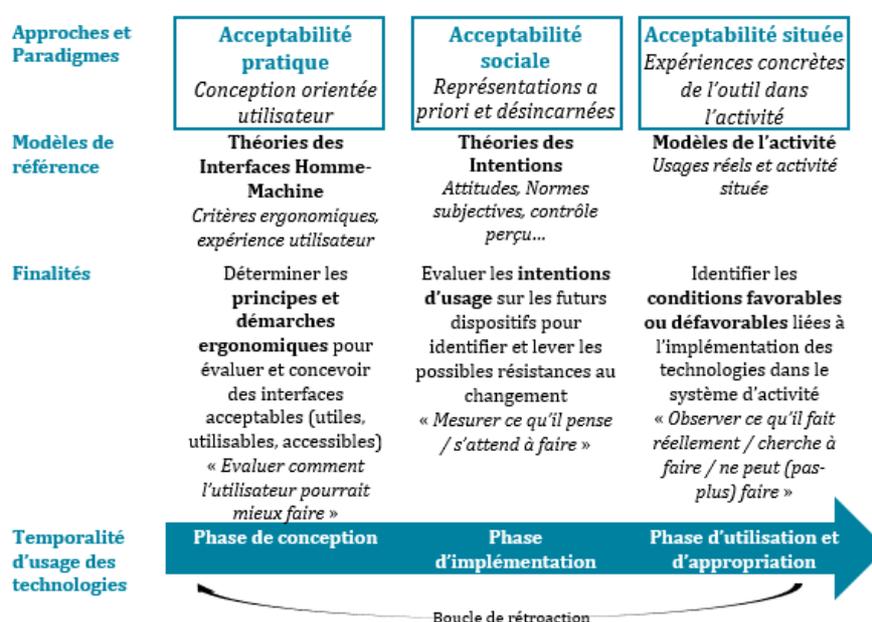


Figure 5. Articulation des approches de l'acceptation sur une trajectoire d'usage (adapté de Bobillier Chaumon, 2016)

Selon cette approche de l'acceptation sur une trajectoire d'usage, les approches et paradigmes de références diffèrent en fonction de la finalité attendue. Pour évaluer les attitudes envers une technologie avant sa mise à disposition, et évaluer les intentions d'usage de futurs utilisateurs, il semble nécessaire de s'intéresser à l'acceptabilité sociale des technologies.

L'acceptabilité sociale s'ancre dans les théories sociocognitives. La théorie de l'action raisonnée (Fishbein & Ajzen, 1975) et la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991) constituent les fondements des théories de l'acceptabilité sociale des technologies (voir section 1.2.2.3. pour la présentation détaillée de ces deux modèles).

2.1.2. Le *Technology Acceptance Model* et ses extensions

Présentation du *Technology Acceptance Model*

Le *Technology Acceptance Model* (TAM) a été proposé pour la première fois en 1986 dans le travail doctoral de Fred Davis, puis spécifié en 1989 au travers de deux articles (Davis, 1989; Davis et al., 1989) dans le contexte des technologies utilisées pour le travail. Le *Technology Acceptance Model* est une adaptation de la théorie de l'action raisonnée, conçue pour modéliser l'acceptation par les utilisateurs des systèmes d'information (Davis et al., 1989). Selon ce modèle, l'utilisation d'une technologie est déterminée par l'intention comportementale d'utiliser cette technologie, elle-même déterminée par l'utilité perçue (*perceived usefulness*) et la facilité d'utilisation perçue (*perceived ease of use*). Les concepts théoriques de l'utilité perçue et de la facilité d'utilisation perçue reposent sur des travaux antérieurs connexes, comme la théorie de l'auto-efficacité (Bandura, 1982) ou la théorie de la diffusion de l'innovation (Rogers & Shoemaker, 1971), qui ont permis de définir ces construits (Davis, 1989). Ainsi, l'utilité perçue est définie comme « le degré selon lequel une personne pense que l'utilisation d'un système particulier améliorerait sa performance professionnelle », et la facilité d'utilisation perçue est définie comme « le degré selon lequel une personne pense que l'utilisation d'un système particulier serait sans effort » (Davis, 1989, p. 320). Initialement, il était postulé que les attitudes envers l'utilisation d'une technologie étaient un médiateur entre l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue, d'une part, et l'intention comportementale d'utiliser la technologie, d'autre part. Ce lien n'ayant pas été pleinement démontré (Davis et al., 1989), les attitudes envers l'utilisation d'une technologie ont par la suite été retirées du modèle pour aboutir à sa version finale en 1996 (Davis & Venkatesh, 1996). Dans la version finale du *Technology Acceptance Model*, l'usage actuel d'une technologie est expliqué par l'intention comportementale d'utiliser la technologie, elle-même expliquée par l'utilité perçue et la facilité d'utilisation perçue, ces variables dépendant elles-mêmes de variables externes (Davis & Venkatesh, 1996), comme présenté en Figure 6. Les variables externes regroupent les variables théorisées comme influençant indirectement le comportement (e.g., caractéristiques objectives de la conception du système, auto-efficacité informatique, participation de l'utilisateur à la conception de la technologie) (Davis & Venkatesh, 1996).

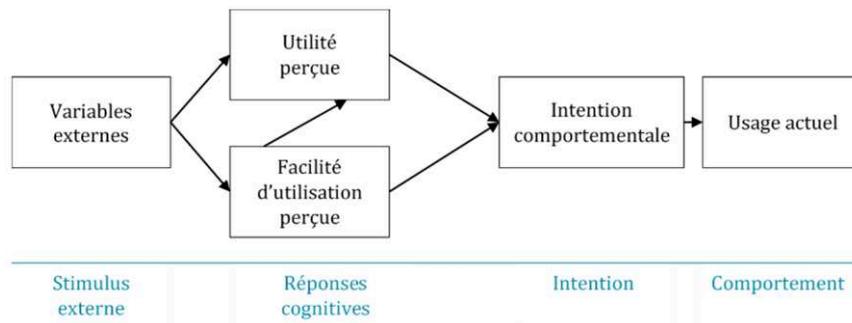


Figure 6. Technology Acceptance Model (adapté de Davis & Venkatesh, 1996)

Ce modèle théorique a été largement utilisé depuis sa création et permet généralement d'expliquer environ 40% de la variance de l'intention comportementale et de l'usage actuel de la technologie (Venkatesh & Davis, 2000). En raison de la relativement faible variance expliquée, une extension de ce modèle a été proposée, nommée TAM2.

Présentation du TAM2

Ce modèle intègre les processus d'influence sociale (*social influence processes*), à savoir les normes subjectives (*subjective norms*), le caractère volontaire de l'usage (*voluntariness*) et l'image (*image*) faisant référence à l'amélioration grâce à la technologie du statut de l'individu dans son système social (Venkatesh & Davis, 2000). En complément, quatre déterminants cognitifs instrumentaux de l'utilité perçue ont également été ajoutés : (a) la pertinence du travail (*job relevance*), (b) la qualité de la production (*output production*), (c) la démontrabilité des résultats (*result demonstrability*), et (d) la facilité d'utilisation perçue (*perceived ease of use*) (Venkatesh & Davis, 2000). De plus, ce modèle ajoute l'expérience en tant que variable modératrice entre les normes subjectives, d'une part, et l'utilité perçue et l'intention comportementale, d'autre part (Venkatesh & Davis, 2000). Le TAM2 a permis d'expliquer une plus grande part de la variance, de l'ordre de 40 à 60% de l'utilité perçue et de 34 à 52% de l'intention comportementale (Venkatesh & Davis, 2000).

Présentation du TAM3

En comparaison au *Technology Acceptance Model*, le TAM2 a principalement intégré des déterminants de l'utilité perçue. En parallèle, le modèle des déterminants de la facilité d'utilisation perçue a été développé (Venkatesh, 2000). Pour développer ce modèle, Venkatesh (2000) s'est appuyé sur le postulat selon lequel la prise de décision d'un individu dépend, d'une part, de facteurs d'influence généraux dans le domaine (e.g., anxiété informatique, connaissances informatiques) qui sont indépendants de la technologie, et d'autre part, de facteurs d'influence ajustés selon l'expérience (e.g., plaisir perçu, utilisabilité objective) qui sont dépendants de la technologie. Les facteurs indépendants de la technologie sont appelés « construits d'ancrage »

(*anchoring constructs*) et comprennent le contrôle comportemental perçu, la motivation intrinsèque, et les émotions. Le contrôle comportemental perçu, issu de la théorie du comportement planifié (Ajzen, 1991), a été conceptualisé par la variable d'auto-efficacité informatique (*computer self-efficacy*) pour le contrôle interne, et par la variable de perception de contrôle externe (*perceptions of external control*), aussi appelé « conditions facilitatrices » (*facilitating conditions*) (Venkatesh, 2000). La motivation intrinsèque, issue du modèle hiérarchique de la motivation intrinsèque et extrinsèque (Vallerand, 1997), a été conceptualisée dans le domaine des technologies par la variable de « ludisme informatique » (*computer playfulness*), faisant référence à l'attrait spontané pour la technologie en raison de son aspect ludique (Venkatesh, 2000). Enfin, l'aspect émotionnel de l'usage des technologies a été conceptualisé au travers du construit d'anxiété informatique (*computer anxiety*). Contrairement aux autres variables, l'anxiété informatique a été montrée comme étant négativement reliée aux intentions (Venkatesh, 2000). Les facteurs dépendants de la technologie sont appelés construits d'ajustement (*adjustment constructs*) et comprennent le plaisir perçu (*perceived enjoyment*), et l'utilité objective (*objective usability*). Ce modèle a permis d'expliquer jusqu'à 60% de la variance de la facilité d'utilisation perçue (Venkatesh, 2000). L'association du TAM2 (Venkatesh & Davis, 2000) et du modèle des déterminants de la facilité d'utilisation perçue (Venkatesh, 2000) a donné lieu à un nouveau modèle, le TAM3, un modèle intégré de l'acceptabilité des technologies comprenant à la fois les déterminants de l'utilité perçue et de la facilité d'utilisation perçue (Venkatesh & Bala, 2008). Ce modèle est présenté en Figure 7.

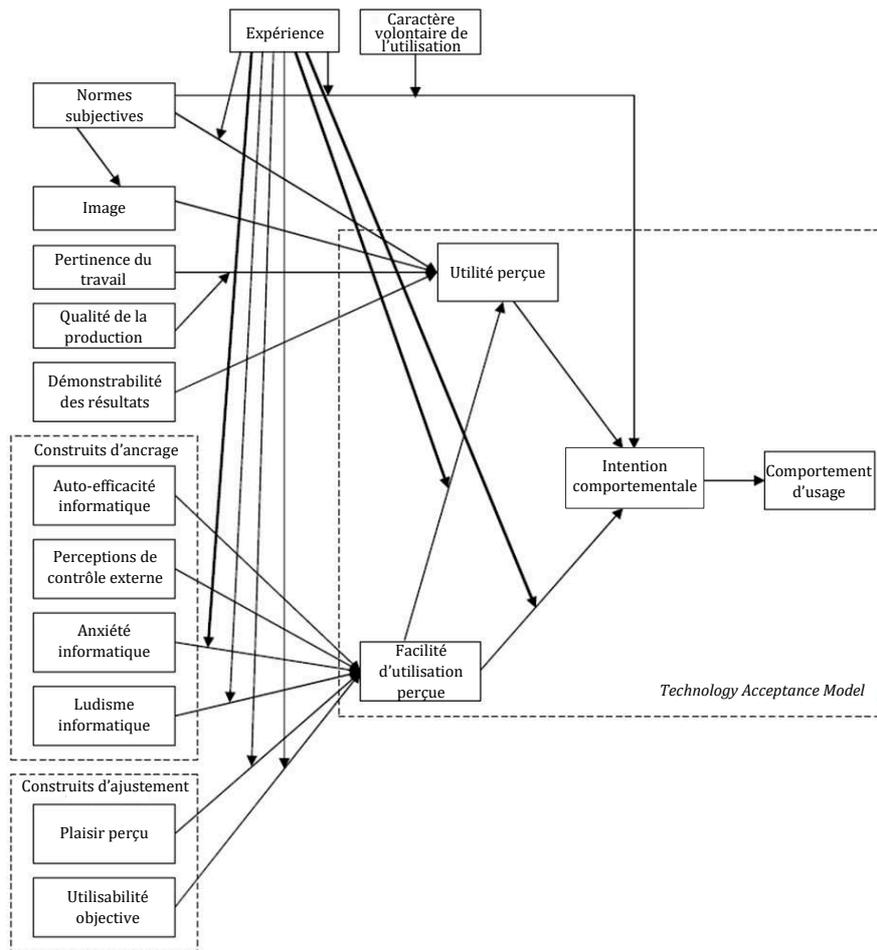


Figure 7. Technology acceptance model 3 (TAM3) (adapté de Venkatesh & Bala, 2008)

Pour clarifier les terminologies utilisées, le tableau 1 propose une synthèse des définitions des déterminants directs et indirects de l'intention comportementale mobilisés dans le modèle TAM3 traduits et adaptés de l'article original (Venkatesh & Bala, 2008).

Le TAM3 permet d'expliquer 40 à 53% de la variance de l'intention comportementale et 31 à 36% de l'usage de la technologie (Venkatesh & Bala, 2008). En parallèle du *Technology Acceptance Model* et du développement de ses extensions, une autre ligne de recherche s'est intéressée à la complémentarité entre les modèles existants afin d'élaborer un modèle unifié, l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (Venkatesh et al., 2003).

Tableau 1. Définitions des déterminants de l'intention comportementale mobilisés dans le TAM3 (adapté de Venkatesh & Bala, 2008)

Construits théoriques du TAM3	Traduction et adaptation des définitions
Utilité perçue	Degré selon lequel une personne pense que l'utilisation de la technologie améliorerait sa performance professionnelle
Facilité d'utilisation perçue	Degré selon lequel une personne pense que l'utilisation de la technologie serait sans effort
Normes subjectives	Degré selon lequel une personne pense que la plupart des personnes qui sont importantes pour elle pensent qu'elle devrait ou non utiliser la technologie
Image	Degré selon lequel une personne pense que l'utilisation d'une technologie améliorerait son statut dans son système social
Pertinence du travail	Degré selon lequel une personne pense que la technologie est applicable à son travail
Qualité de la production	Degré selon lequel une personne pense que la technologie accomplit bien ses tâches professionnelles
Démonstrabilité des résultats	Degré selon lequel une personne pense que les résultats fournis par la technologie sont tangibles, observables et communicables
Auto-efficacité informatique	Degré selon lequel une personne pense qu'elle a la capacité d'effectuer une tâche ou un travail spécifique en utilisant la technologie
Perceptions de contrôle externe	Degré selon lequel une personne pense que les ressources organisationnelles et techniques existent pour soutenir l'utilisation de la technologie
Anxiété informatique	Degré d'appréhension, voire de crainte, d'une personne lorsqu'elle est confrontée à la possibilité d'utiliser des technologies
Ludisme informatique	Degré selon lequel une personne va interagir de manière spontanée avec la technologie du fait de son caractère ludique
Plaisir perçu	Degré selon lequel le fait d'utiliser une technologie est perçu par la personne comme agréable en soi, indépendamment de toute conséquence résultant de l'utilisation de la technologie
Utilisabilité objective	Niveau réel d'effort requis pour réaliser des tâches spécifiques à l'aide de la technologie

2.1.3. L'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology et son extension l'UTAUT₂

Présentation de l'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

L'Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT), développée en 2003, avait pour objectif de proposer une théorie unifiée rassemblant les principaux construits théoriques de huit modèles majeurs de l'époque (Venkatesh et al., 2003). Les théories et construits majeurs, présentés ci-après, sont ceux identifiés par les auteurs (Venkatesh et al., 2003) :

- La théorie de l'action raisonnée - TRA (Fishbein & Ajzen, 1975) comprenant les construits d'attitude envers le comportement et de norme subjective.

- Le *Technology Acceptance Model* - TAM, en particulier son extension le TAM2 (Venkatesh & Davis, 2000), comprenant les construits d'utilité perçue, de facilité d'utilisation perçue, et de norme subjective.
- Le modèle hiérarchique de la motivation intrinsèque et extrinsèque - MM (Vallerand, 1997) appliqué à l'adoption de nouvelles technologies (Davis et al., 1992) comprenant les construits de motivation intrinsèque, et de motivation extrinsèque. Dans le contexte d'adoption de nouvelles technologies, l'utilité perçue est un exemple de motivation extrinsèque, tandis que le plaisir est un exemple de motivation intrinsèque (Davis et al., 1992).
- La théorie du comportement planifié - TPB (Ajzen, 1991) comprenant les construits d'attitude envers le comportement, de norme subjective, et de contrôle comportemental perçu.
- Le modèle décomposé de la théorie du comportement planifié pour les technologies - C-TAM-TPB (Taylor & Todd, 1995) comprenant les construits d'attitude envers le comportement, de norme subjective, de contrôle comportemental perçu, et d'utilité perçue.
- Le modèle d'utilisation de l'ordinateur - MPCU (Thompson et al., 1991), dérivé de la théorie du comportement humain (Triandis, 1977), comprenant les construits d'adéquation au poste (*job-fit*) (i.e., degré selon lequel un individu pense que l'utilisation d'une technologie peut améliorer l'exécution de son travail), de complexité (*complexity*) (i.e., degré selon lequel une technologie est perçue comme relativement difficile à comprendre et à utiliser), de conséquences à long-terme (*long-term consequences*) (i.e., résultats ayant des retombées positives dans le futur), d'affect envers l'utilisation (*affect towards use*) (i.e., sentiments positifs ou négatifs envers l'utilisation de la technologie), de facteurs sociaux (*social factors*) (i.e., intériorisation par l'individu de la culture subjective de son groupe de référence, et son accord avec cette culture), et de conditions facilitatrices (*facilitating conditions*) (i.e., facteurs objectifs de l'environnement qui facilitent l'utilisation de la technologie, par exemple la présence d'un support technique).
- La théorie de la diffusion de l'innovation - IDT (Rogers, 1995), comprenant les construits d'avantage relatif (*relative advantage*) (i.e., degré selon lequel une technologie est perçue comme meilleure que ses précurseurs), de facilité d'utilisation, d'image, de visibilité (*visibility*) (i.e., degré selon lequel on peut voir que d'autres personnes utilisent la technologie), de compatibilité (*compatibility*) (i.e., degré selon lequel une technologie est perçue comme étant conforme aux valeurs, besoins, et

expériences antérieures des individus), de démontrabilité des résultats, et de caractère volontaire de l'utilisation (*voluntariness of use*).

- La théorie de l'auto-efficacité informatique - SCT (Compeau & Higgins, 1995), issue de la théorie sociale cognitive (Bandura, 1986) appliquée au contexte des technologies, comprenant les construits de résultats attendus sur la performance (*outcome expectations - performance*) (i.e., conséquences du comportement sur les performances liées au travail), de résultats attendus personnels (*outcome expectations - personal*) (i.e., conséquences du comportement au niveau personnel comme l'estime de soi et le sentiment d'accomplissement), d'auto-efficacité (*self-efficacy*), d'affect (*affect*), et d'anxiété (*anxiety*).

Les construits les plus significatifs de l'intention d'usage et de l'usage des technologies de ces huit modèles ont été identifiés et rassemblés selon leurs similarités en quatre variables (Venkatesh et al., 2003) : (a) la performance attendue (*performance expectancy*), (b) l'effort attendu (*effort expectancy*), (c) l'influence sociale (*social influence*), et (d) les conditions facilitatrices (*facilitating conditions*). La performance attendue provient des construits d'utilité perçue (TAM/TAM2, C-TAM-TPB), de motivation extrinsèque (MM), d'adéquation au poste (MPCU), d'avantage relatif (IDT), de résultats attendus sur la performance (SCT), et de résultats attendus personnels (SCT). La performance attendue est définie comme le degré selon lequel un individu pense que l'utilisation de la technologie l'aidera à améliorer ses performances professionnelles. L'effet de la performance attendue sur l'intention est modéré par le genre et l'âge avec un effet plus fort pour les hommes, et les individus jeunes (Venkatesh et al., 2003). L'effort attendu provient de la facilité d'utilisation perçue (TAM/TAM2), de la complexité (MPCU), et de la facilité d'utilisation (IDT). L'effort attendu est défini comme le degré de facilité associé à l'utilisation de la technologie. L'effet de l'effort attendu sur l'intention d'usage est modéré par le genre, l'âge et l'expérience, avec un effet plus fort pour les femmes, les individus plus âgés, et ceux ayant peu d'expérience (Venkatesh et al., 2003). L'influence sociale provient des normes subjectives (TRA, TAM2, TPB, C-TAM-TPB), des facteurs sociaux (MPCU), et de l'image (IDT). L'influence sociale est définie comme le degré selon lequel un individu perçoit que les personnes qui sont importantes pour lui pensent qu'il devrait utiliser la technologie. L'effet de l'influence sociale sur l'intention d'usage est modéré par le genre, l'âge, le caractère volontaire de l'utilisation, et l'expérience, avec un effet plus fort pour les femmes, les individus plus âgés, ceux ayant une obligation d'usage, et ceux ayant une expérience limitée (Venkatesh et al., 2003). Les conditions facilitatrices proviennent du contrôle comportemental perçu (TPB, C-TAM-TPB), des conditions facilitatrices (MPCU), et de la compatibilité (IDT). Les conditions facilitatrices sont définies comme le degré selon lequel un individu pense qu'une organisation et une infrastructure technique existent pour soutenir son utilisation de la technologie. L'effet des conditions

facilitatrices sur l'usage est modéré par l'âge et l'expérience, avec un effet plus fort pour les individus plus âgés, et ceux ayant une expérience élevée (Venkatesh et al., 2003).

Selon l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (Venkatesh et al., 2003), la performance attendue, l'effort attendu, et l'influence sociale sont des déterminants de l'intention comportementale, et les conditions facilitatrices et l'intention comportementale sont des déterminants du comportement d'utilisation. De plus, certains de ces liens sont modérés par le genre, l'âge, l'expérience et le caractère volontaire de l'utilisation (Venkatesh et al., 2003). Ce modèle permet d'expliquer 70% de la variance de l'intention comportementale, et 48% du comportement d'usage (Venkatesh et al., 2003).

Présentation de l'UTAUT2

Depuis sa création, l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* a été largement utilisée, adaptée à différents contextes notamment celui de la santé, et a donné lieu à de nombreuses extensions. Face à ce constat, les auteurs ont souhaité proposer une nouvelle extension, l'UTAUT2, pour centrer le modèle sur le contexte d'utilisation en tant que consommateur dans le domaine de l'Internet mobile (Venkatesh et al., 2012). Dans ce nouveau modèle, les définitions des déterminants ont été adaptées au contexte d'utilisation par un consommateur, et trois déterminants de l'intention comportementale ont été ajoutés : (a) la motivation hédoniste (*hedonic motivation*), (b) la valeur marchande (*price value*), et (c) l'habitude (*habit*) (Venkatesh et al., 2012). Le tableau 2 propose une synthèse des définitions des déterminants de l'intention comportementale et du comportement d'usage mobilisés dans l'UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012).

Tableau 2. Définitions des déterminants de l'intention comportementale et du comportement d'usage mobilisés dans l'UTAUT2 (adapté de Venkatesh et al., 2012)

Construits théoriques de l'UTAUT2	Traduction et adaptation des définitions
Performance attendue	Degré selon lequel l'utilisation de la technologie apportera des avantages au consommateur dans l'accomplissement de certaines activités.
Effort attendu	Degré de facilité associé à l'utilisation de la technologie par un consommateur.
Influence sociale	Degré selon lequel un consommateur perçoit que les personnes qui sont importantes pour lui (par exemple, la famille et les amis) pensent qu'il devrait utiliser la technologie.
Conditions facilitatrices	Perceptions d'un consommateur des ressources et du soutien disponibles pour adopter un comportement.
Motivation hédoniste	Amusement ou plaisir retiré de l'utilisation d'une technologie.
Valeur marchande	Compromis cognitif des consommateurs entre les avantages perçus d'une technologie et le coût monétaire de son utilisation.
Habitudes	Degré selon lequel un consommateur pense que le comportement est automatique.

De plus, étant donné l'adaptation au contexte d'utilisation en tant que consommateur, le comportement cible a été considéré comme volontaire. Ainsi, la variable modératrice de caractère volontaire de l'utilisation a été supprimée (Venkatesh et al., 2012). Les modérations selon l'âge, le genre, et l'expérience ont été examinées. Le modèle est présenté en Figure 8.

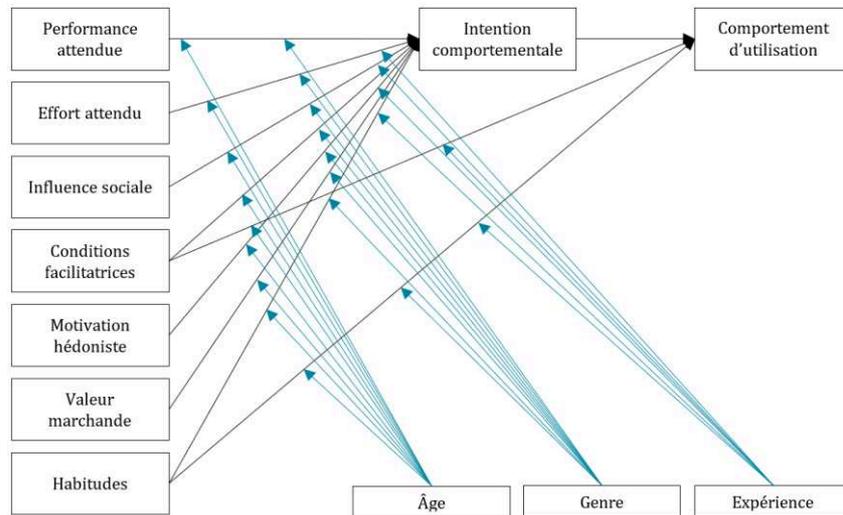


Figure 8. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2) (adapté de Venkatesh et al., 2012)

Notes : Les liens représentés en bleu sont des modérations

Les modérations suivantes ont été montrées : (a) l'effet de la motivation hédoniste sur l'intention d'usage est modéré par l'âge, le genre et l'expérience, avec des effets plus forts chez les hommes, jeunes, ayant peu d'expérience ; (b) l'effet de la valeur marchande sur l'intention d'usage est modéré par l'âge et le genre, avec des effets plus forts chez les femmes âgées ; (c) l'effet des habitudes sur l'intention d'usage et l'effet des habitudes sur le comportement d'usage sont modérés par l'âge, le genre et l'expérience, avec des effets plus forts chez les hommes âgés, ayant une expérience élevée ; (d) l'effet des conditions facilitatrices sur l'intention d'usage est modéré par l'âge et le genre, avec des effets plus forts chez les femmes âgées ; et (e) l'effet de l'intention d'usage sur l'usage est modéré par l'expérience, avec des effets plus forts chez les personnes ayant peu d'expérience (Venkatesh et al., 2012). L'UTAUT2 a permis d'expliquer 74% de la variance de l'intention comportementale et 52% de la variance du comportement d'usage (Venkatesh et al., 2012), ce qui représente une légère augmentation en comparaison à l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (Venkatesh et al., 2003).

2.1.4. L'acceptabilité des technologies dans le domaine de la santé et de la promotion de l'activité physique

Dans le domaine de la santé et de la promotion de l'activité physique, l'une des premières questions a consisté à identifier le cadre théorique le plus adéquat pour évaluer l'acceptabilité *a priori* des technologies. Pour cela, plusieurs méta-analyses et synthèses de la littérature ont proposé des conclusions similaires identifiant les limites des modèles actuels (Angosto et al., 2020; Binyamin & Zafar, 2021; Holden & Karsh, 2010; Rahimi et al., 2018; Tao et al., 2020).

Une prédominance de l'utilisation du TAM malgré ses limites

L'une des premières synthèses sur l'acceptabilité des technologies dans le domaine de la santé a porté sur les professionnels de santé (Holden & Karsh, 2010). Les auteurs de cette revue ont intégré 16 études en relation avec différentes technologies (e.g., télémédecine, systèmes d'informations, assistant numérique personnel, applications). Selon leurs conclusions, bien que le TAM soit très largement utilisé, ils soulignaient l'importance de continuer à explorer d'autres déterminants pouvant être ajoutés au modèle afin de mieux comprendre l'acceptabilité des technologies dans le domaine spécifique de la santé (Holden & Karsh, 2010). Plus récemment, Rahimi et al. (2018) ont réalisé une revue systématique des modèles d'acceptabilité des technologies dans le domaine de la santé du point de vue des professionnels et des patients. Au total, 134 articles ont été retenus parmi lesquels 102 (i.e., 76%) utilisaient le TAM ou ses extensions (Rahimi et al., 2018). Cette importante proportion d'études utilisant le TAM ou ses extensions rejoint les conclusions de Holden et Karsh (2010) soulignant les limites du TAM dans le domaine de la santé. Ce constat a également été partagé par Binyamin et Zafar (2021). Après avoir examiné 49 articles, publiés entre 2010 et 2020, portant sur la santé mobile chez les professionnels de santé et les patients, les auteurs ont élaboré un modèle proposant cinq déterminants principaux de l'intention comportementale : (a) la facilité d'utilisation perçue, (b) l'utilité perçue, (c) les attitudes envers le comportement, (d) les normes subjectives, et (e) les conditions facilitatrices (Binyamin & Zafar, 2021). Nous pouvons noter que le modèle de Binyamin et Zafar (2021) semble être à l'interface entre le TAM et l'UTAUT, et propose de fournir un cadre théorique commun aux futures études. Cependant, étant donné que le modèle proposé n'a pas fait l'objet d'analyses de sa structure factorielle ni de son pouvoir explicatif, son utilisation reste actuellement limitée. Une autre méta-analyse récente (Tao et al., 2020), ayant identifié 67 articles, a permis de souligner la robustesse du TAM, mais a également dénombré un nombre important d'autres déterminants non présents comme l'auto-efficacité, les normes subjectives ou les conditions facilitatrices. Enfin, dans l'une des rares revues systématiques de l'acceptabilité des applications de fitness et d'activité physique, Angosto et al. (2020) ont identifié 19 études parmi lesquelles 10 s'appuyaient sur le TAM.

L'ensemble de ces revues confirment une prédominance du modèle TAM dans les études publiées dans le domaine de la santé. Toutefois, ces synthèses soulignent également les limites du TAM, notamment l'absence de nombreux antécédents significatifs de l'intention d'usage dans ce modèle (e.g., Tao et al., 2020). Le modèle de l'UTAUT, et plus particulièrement l'UTAUT2 adapté à l'utilisateur en tant que consommateur, semble quant à lui sous utilisé dans la littérature. Parmi les synthèses de la littérature précédemment citées, ce modèle n'a été mobilisé que dans huit études (Angosto et al., 2020; Binyamin & Zafar, 2021; Tao et al., 2020). Le caractère récent du modèle de l'UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012) peut en partie expliquer sa faible utilisation. En effet, les méta-analyses couvrant de longues périodes avant sa création tendent à sous-estimer son utilisation. C'est le cas par exemple de l'étude de Rahimi et al. (2018) couvrant la période de 1989 à 2018.

Des modèles différents en fonction des types d'utilisateurs de technologies

Un autre facteur pouvant expliquer la faible utilisation de l'UTAUT2 dans le champ de la santé concerne la cible d'utilisateurs. Parmi les synthèses précédemment citées, certaines se sont intéressées uniquement aux professionnels de santé (Holden & Karsh, 2010), d'autres uniquement aux patients ou à la population générale (Angosto et al., 2020; Tao et al., 2020), ou aux deux populations à la fois (Binyamin & Zafar, 2021; Rahimi et al., 2018). Or, le TAM a été développé dans le contexte du travail (Davis & Venkatesh, 1996), ce qui semble être plus en phase avec le contexte des professionnels de santé qui utilisent des technologies pour leur travail. En revanche, l'UTAUT2 a été développé pour les consommateurs (Venkatesh et al., 2012), ce qui semble être plus en phase avec le contexte des patients. Cette idée de facteurs d'acceptabilité différents en fonction du statut de l'utilisateur de la technologie et de son contexte d'utilisation a déjà été évoquée dans la littérature par Gücin et Berk (2015) sans toutefois être réellement testée. Tao et al. (2020) ont d'ailleurs identifié des différences entre les patients et les consommateurs en général. La relation entre l'utilité perçue et l'attitude était plus forte chez les patients que chez les consommateurs. De futures études seraient nécessaires pour clarifier cette potentielle distinction entre les modèles d'acceptabilité mobilisés pour les professionnels de santé et ceux devant être mobilisés pour les patients. Tao et al. (2020) ont également identifié le type de technologie, et le pays d'origine des études, en tant que modérateurs des relations du TAM (i.e., premier modèle du TAM incluant l'intention). Ainsi, les effets des relations du TAM étaient plus faibles pour les technologies de santé mobile par rapport à celles ne relevant pas de cette catégorie de technologies. Les relations entre la facilité d'usage perçue et l'utilité perçue, et les attitudes, étaient plus fortes dans les études réalisées en Asie que dans les études réalisées en Occident (Tao et al., 2020). Ainsi, le type d'utilisateur, le type de technologie et le pays d'origine des études ont également été identifiés comme des modérateurs de l'acceptabilité des technologies (Tao et al.,

2020), qui viennent s'ajouter aux modérateurs classiquement identifiés tels que l'âge, le genre, et l'expérience (Venkatesh et al., 2012).

En conclusion, pour étudier l'acceptabilité *a priori* d'une technologie par des patients en contexte de santé, bien que le TAM soit le modèle dominant, l'UTAUT2 semble plus approprié. En effet, l'UTAUT2 est aujourd'hui considéré comme le modèle le plus intégratif, parcimonieux, et le plus puissant pour prédire l'intention comportementale d'utiliser une technologie (Alkhwaldi & Kamala, 2017; Chang, 2012). Par conséquent, ce travail doctoral utilisera l'UTAUT2 comme cadre théorique de référence pour l'étude de l'acceptabilité des technologies.

2.1.5. Facteurs reliés à l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique

Dans le domaine de l'activité physique

Comme nous avons pu le voir précédemment, aucune synthèse de la littérature ne s'est intéressée spécifiquement aux technologies de promotion de l'activité physique en contexte de santé. Or, nous pouvons considérer que le comportement d'adoption ou de non-adoption d'une technologie de promotion de l'activité physique en contexte de santé est très fortement relié au comportement d'engagement ou de non-engagement dans la pratique régulière d'une activité physique pour la santé. Par exemple, Lunney et al. (2016) ont montré des relations positives et significatives entre l'utilisation de technologies mobiles de fitness (*wearable fitness technology*) et l'amélioration de la santé perçue, le mode de vie physiquement actif, l'entraînement sportif, et la santé générale perçue. Puisque les comportements d'activité physique semblent être reliés positivement aux comportements d'utilisation des technologies de promotion de l'activité physique (Lunney et al., 2016), des liens pourraient être établis entre les modèles explicatifs de l'acceptabilité des technologies et les modèles d'engagement dans l'activité physique ou de changement de comportement.

Récemment, les liens entre la théorie des buts d'accomplissement et le *Technology Acceptance Model* ont été examinés (Mascret et al., 2020). En particulier, les auteurs ont montré que les buts d'évitement de la chute et l'auto-efficacité perçue face à la chute étaient respectivement positivement et négativement reliés à l'utilité perçue d'un dispositif de réalité virtuelle de prévention des chutes chez les seniors.

Encore plus récemment, Yang et Koenigstorfer (2021) ont examiné l'application du modèle de l'UTAUT2 aux applications de fitness et les effets modérateurs de différentes caractéristiques des applications (i.e., fonctionnalités liées à l'éducation, à la motivation, ou à la gamification). Ces auteurs ont attesté de l'application du modèle de l'UTAUT2 dans ce contexte

avec une variance expliquée de l'intention d'usage de 76%. De plus, ils ont également montré que les fonctionnalités liées à l'éducation, à la motivation, et à la gamification avaient un effet modérateur sur les relations entre les déterminants de l'acceptabilité et l'intention d'usage des applications de fitness (Y. Yang & Koenigstorfer, 2021).

Dans les domaines de l'éducation et du travail

Bien que la littérature sur le sujet soit actuellement limitée, quelques relations ont déjà été mises en évidence dans d'autres contextes que celui de l'activité physique, notamment dans les domaines de l'éducation et du travail. Dans l'article de Davis et al. (1992) appliquant une partie de la théorie de l'autodétermination à l'acceptabilité des technologies, les auteurs ont montré que la motivation intrinsèque et extrinsèque étaient des prédicteurs de l'intention d'usage. Ensuite, dans le modèle de l'UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012), la motivation intrinsèque a été ajoutée au modèle en tant que motivation hédoniste, et la motivation extrinsèque intégrée dans le concept de performance attendue. Cependant, la théorie de l'autodétermination ne se limite pas aux concepts de motivation intrinsèque et extrinsèque (*voir section 1.2.6.*).

Concernant les liens entre la théorie de l'autodétermination et l'acceptabilité des technologies, des relations ont été mises en évidence avec les besoins psychologiques fondamentaux (Khan et al., 2018; Lee et al., 2015; Nikou & Economides, 2017). Khan et al. (2018) ont montré des relations positives entre le besoin d'affiliation, et le besoin de compétence, d'une part, et l'intention d'usage de MOOC, d'autre part. Lee et al. (2015) ont, quant à eux, rapporté des relations positives entre les besoins d'autonomie, d'affiliation, et de compétence, et la performance attendue pour l'utilisation d'un système de discussion en ligne, ainsi que des relations positives entre les besoins d'autonomie et d'affiliation et le plaisir perçu envers l'utilisation du système. Enfin, Nikou et Economides (2017) ont montré des relations positives entre les trois besoins et la facilité d'utilisation perçue, et entre les besoins d'autonomie et d'affiliation et l'utilité perçue.

Par ailleurs, des liens entre l'acceptabilité des technologies et la personnalité mesurée au travers du modèle du Big Five (Svendsen et al., 2013) ont été démontrés. L'extraversion, l'ouverture aux expériences, la stabilité émotionnelle, et l'interaction entre le caractère consciencieux et l'intérêt envers le domaine des applications, étaient positivement reliés à la facilité d'utilisation perçue. L'extraversion était également positivement reliée à l'utilité perçue (Svendsen et al., 2013).

Bien que quelques relations avec des modèles d'engagement dans l'activité physique ou de changement de comportement ont pu être montrées, peu d'études existent. En particulier, peu d'intérêt a été porté aux liens entre les orientations de la personnalité, également appelées orientations générales à la causalité (i.e., micro-théorie de la théorie de l'autodétermination), et

l'acceptabilité des technologies. De plus, les liens ayant été démontrés entre la théorie de l'autodétermination et l'acceptabilité des technologies se limitent généralement à l'acceptabilité considérée au travers du *Technology Acceptance Model* et ne s'intéressent pas aux liens avec l'UTAUT2.

2.2. Les effets des technologies sur l'activité physique et la santé en contexte d'obésité

Dans ce sous-chapitre, nous présenterons les effets des technologies de promotion de l'activité physique en contexte d'obésité à trois niveaux. Tout d'abord, nous nous intéresserons aux effets de ces technologies sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité, tels que l'IMC, le poids corporel, ou le tour de taille. Ensuite, nous nous focaliserons sur les effets de ces technologies sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique. Enfin, nous présenterons les effets de ces technologies au regard des mécanismes qu'elles mobilisent.

2.2.1. Les effets des technologies sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité

Flores Mateo et al. (2015) ont examiné l'efficacité des applications mobiles, en comparaison à d'autres types d'interventions (i.e., interventions traditionnelles ou conseils), pour favoriser la perte de poids et augmenter l'activité physique. Les auteurs de cette revue ont intégré 12 études portant sur différentes applications mobiles. Les résultats ont mis en évidence une diminution d'environ 1,04 kg du poids corporel, et d'environ 0,43 kg/m² de l'IMC, des participants des groupes ayant bénéficié d'une intervention à l'aide d'une application mobile, en comparaison à ceux ayant bénéficié d'autres types d'approches. Yen et Chiu (2019), dans leur revue intégrant 19 essais randomisés contrôlés, ont obtenu des résultats similaires concernant l'efficacité des appareils d'automesure. Les auteurs ont montré une diminution du poids corporel, du tour de taille, et de l'IMC pour les interventions utilisant des appareils d'automesure (e.g., podomètres, trackers d'activité physique) en comparaison aux groupes contrôle (e.g., conseils en activité physique). Ces deux revues présentent toutefois la limite d'intégrer dans leur synthèse, au moins pour moitié, des études portant sur des populations n'étant pas en obésité (e.g., population générale, atteintes de cancers). Yen et Chiu (2019) ont donc analysé les différences entre les études portant sur les populations en obésité et celles ne l'étant pas. Selon leurs résultats, les interventions à l'aide d'appareils d'automesure étaient encore plus efficaces chez les personnes en obésité, en termes de perte de poids et de diminution de l'IMC. Dans une autre revue, réalisée par Raaijmakers et al. (2015), l'ensemble des études intégrées portaient sur des populations en surpoids ou en obésité. Ces auteurs ont montré que 13 des 27 études incluses rapportaient des effets favorables des interventions basées sur des technologies, sur la perte de poids, en comparaison aux groupes contrôles.

De manière contradictoire, Cotie et al. (2018) n'ont montré aucun résultat significatif des interventions de e-santé d'activité physique sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité (i.e.,

poids corporel, tour de taille, IMC). Dans leur revue intégrant 60 articles, les auteurs ont intégré différents types de technologies (e.g., outils d'automesure, sites web, forums de discussion, notifications de rappel d'exercice, envoi de SMS) et différents designs d'études (e.g., pré-post, essais randomisés contrôlés) pour examiner les changements à la suite d'une intervention de e-santé. Cette hétérogénéité des designs d'études et des technologies utilisées a pu constituer un biais réduisant l'effet observé, tout comme l'intégration d'études portant sur des populations n'étant pas en obésité.

Ces résultats contradictoires entre les études sont également discutables au regard de la littérature sur les effets de l'activité physique seule sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité. Comme nous l'avons montré dans la *section 1.1.2.*, les effets de l'activité physique seule sur la perte de poids ne font pas l'objet d'un consensus dans la littérature, et il semblerait que des volumes élevés d'activité physique soient nécessaires pour atteindre une perte de poids (Swift et al., 2018). Or, dans les trois revues précédemment présentées, les volumes d'activité physique des interventions utilisant des technologies n'étaient pas précisés (Cotie et al., 2018; Flores Mateo et al., 2015; Yen & Chiu, 2019). Nous pouvons conclure, que certaines interventions à l'aide de technologies sont plus efficaces que d'autres chez les personnes en obésité, et peuvent permettre une amélioration des paramètres physiologiques liés à l'obésité.

2.2.2. Les effets des technologies sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique

L'efficacité des technologies sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique sont contrastés dans la littérature. Dans leur méta-analyse, Flores Mateo et al. (2015) n'ont montré aucun effet des applications mobiles sur le comportement d'activité physique. Parmi les sept études incluses dans la méta-analyse, l'activité physique était mesurée à l'aide de questionnaires validés pour trois études, à l'aide de mesures objectives (i.e. nombre de pas ou accélérométrie) pour trois études, et une étude comprenait des questions générales auto-rapportées. A l'opposé, Cotie et al. (2018) ont montré une augmentation moyenne de 25 minutes par semaine d'activité physique à intensité modérée à élevée grâce aux interventions basées sur des technologies. Les auteurs rapportent qu'environ 70% des études incluses dans leur méta-analyse consistaient en des mesures auto-rapportées. Comme nous l'avons vu dans la *section 1.1.3.*, le type de mesure peut conduire à des conclusions différentes (e.g., Ahmad et al., 2018). Toutefois, aucune différence entre les types de mesure de l'activité physique (i.e., objective *versus* subjective) n'a été montrée par les auteurs (Cotie et al., 2018).

En dehors du contexte de l'obésité, il semblerait que les effets des technologies sur le comportement d'activité physique sont tout autant contrastés, et ne font pas l'objet d'un consensus. Par exemple, Direito et al. (2017) ont intégré dans leur méta-analyse 21 essais randomisés contrôlés. Les auteurs ont montré que les interventions mobilisant des technologies (e.g., applications mobiles, assistant digital personnel, SMS, sites web) permettaient de diminuer la sédentarité et d'augmenter l'activité physique. Cependant, lorsque les interventions utilisant des technologies étaient comparées à des interventions traditionnelles, les effets sur l'activité physique n'étaient pas significatifs. Or, les interventions traditionnelles ont déjà montré leur efficacité ; ainsi, les groupes auxquels sont comparés les interventions utilisant des technologies ne sont pas réellement des groupes contrôle. Cette limite liée à l'absence de groupe contrôle, ou à un groupe de comparaison plutôt qu'à un réel groupe contrôle, a été évoquée dans plusieurs revues (e.g., Direito et al., 2017; Flores Mateo et al., 2015). Cela tend ainsi à nuancer les conclusions pouvant être faites sur l'efficacité des technologies sur le comportement d'activité physique.

Au niveau de l'engagement dans l'activité physique, peu d'études se sont intéressées aux effets des technologies sur l'adhésion à un programme d'intervention. Sur la base des travaux de Thomas et Bond (2014) suggérant une meilleure adhésion aux interventions utilisant des technologies qu'à celles plus traditionnelles, Raaijmakers et al. (2015) ont voulu tester cette hypothèse. Parmi les études incluses dans leur revue, seules six études ont reporté des informations concernant l'adhésion aux interventions. Une meilleure adhésion aux programmes basés sur les technologies n'a pas montré d'effet significatif sur la perte de poids. Cependant, les auteurs ont observé des taux d'adhésion plus élevés dans les groupes bénéficiant d'une intervention comprenant une technologie en comparaison aux groupes contrôles (Raaijmakers et al., 2015). Même si l'adhésion aux programmes utilisant des technologies semble plus élevée, plusieurs études rapportent au contraire une durée d'utilisation limitée des technologies. Par exemple, Flores Mateo et al. (2015) mentionnaient que plusieurs participants utilisaient rarement l'application mobile après le premier mois d'intervention. En conclusion, même si les technologies de promotion de l'activité physique semblent présenter des effets plutôt positifs sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique, ces résultats restent à confirmer dans de futures études.

2.2.3. Les effets des technologies au regard des mécanismes qu'elles mobilisent

Dans les revues précédemment présentées pour évaluer l'efficacité des technologies, nous pouvons noter de nombreuses disparités entre les types de technologies étudiées. Or, toutes les technologies ne sont pas équivalentes. Certaines technologies présentent un potentiel d'efficacité plus important en raison des techniques de changement de comportement qu'elles intègrent (*voir section 1.3.3.*).

De manière générale, très peu d'études reportent les techniques du changement de comportement qui composent les interventions en activité physique à l'aide de technologies (e.g., Cotie et al., 2018; Flores Mateo et al., 2015). Lorsque les techniques sont mentionnées, elles sont souvent évaluées *a posteriori* par les auteurs de la revue au regard des informations disponibles dans les articles sélectionnés (e.g., Direito et al., 2017). De plus, au-delà de ne pas reporter les techniques qui les composent, peu d'études s'appuient sur des modèles théoriques. Aromatario et al. (2019) ont montré que sur les 22 études intégrées dans leur revue sur les applications mobiles, seules 12 d'entre elles s'appuyaient sur des modèles théoriques du changement de comportement. Ce manque d'ancrage des interventions technologiques sur des modèles théoriques peut limiter l'efficacité des interventions. Des études *a posteriori* ont montré une plus grande efficacité des technologies intégrant des techniques du changement de comportement. Par exemple, dans la revue de Raaijmakers et al. (2015), toutes les interventions technologiques intégrant au moins une technique avaient eu des effets positifs sur la perte de poids.

A notre connaissance, seule la revue récente de Carraça et al. (2021) a examiné les techniques du changement de comportement les plus efficaces pour promouvoir l'activité physique chez les adultes en surpoids ou en obésité avec un focus sur les interventions technologiques. Carraça et al. (2021) ont ainsi montré que quatre techniques du changement de comportement intégrées dans les technologies étaient des modérateurs positifs des effets sur l'activité physique : (a) la fixation d'objectifs comportementaux, (b) la fixation d'objectifs en termes de résultats, (c) la graduation des actions, et (d) les incitations sociales. A l'inverse, les auteurs ont montré que le suivi et la quantification du comportement par soi-même était un modérateur négatif des effets des interventions sur l'activité physique. Les auteurs ont également montré que les techniques efficaces dans les interventions basées sur des technologies étaient différentes de celles étant les plus efficaces dans les interventions en face à face. Pour les interventions en face à face, Carraça et al. (2021) ont identifié que trois techniques étaient des modérateurs positifs des effets sur l'activité physique : (a) la pratique du comportement et la répétition, (b) le décalage entre le comportement actuel et l'objectif, et (c) la balance décisionnelle concernant les avantages et les inconvénients.

2.3. Synthèse

Il existe de nombreux modèles et paradigmes permettant d'expliquer l'acceptabilité et l'acceptation des technologies. Si l'on considère ces modèles sur une trajectoire d'usage, l'acceptabilité sociale correspond au paradigme le plus adapté pour l'étude des intentions d'usage des technologies. Parmi les modèles théoriques de l'acceptabilité sociale, le *Technology Acceptance Model* est le modèle le plus utilisé, mais il s'avère incomplet pour expliquer l'adoption des technologies en contexte de santé. Ainsi, l'UTAUT2, bien que moins utilisé que le TAM, semble être le modèle le plus intégratif et parcimonieux. Des liens ont été démontrés entre la théorie de l'autodétermination ou la théorie des buts d'accomplissement, et l'acceptabilité des technologies. Toutefois, ces liens restent peu étudiés, en particulier lorsque l'acceptabilité est évaluée au travers de l'UTAUT2 ou dans le domaine de l'activité physique. Ce manque d'études sur les facteurs explicatifs de l'acceptabilité des technologies concerne également l'évaluation de l'efficacité des technologies. Bien que les technologies semblent avoir des effets positifs sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité, et le comportement et l'engagement dans l'activité physique, les mécanismes sous-jacents de l'efficacité des technologies ne sont que peu mis en évidence.

Problématique et **P**rogramme de recherche

La revue de la littérature nous a permis de mettre en évidence les effets positifs de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité. Ces effets en termes de santé, de perte de poids, et de maintien de la perte de poids, s'observent à toutes les étapes et pour tous les types de prise en charge (i.e., médicale, nutritionnelle, chirurgicale) (e.g., Haute Autorité de Santé, 2018; Posadzki et al., 2020; Ren et al., 2018; Swift et al., 2018; Varkevisser et al., 2019). Face à ce constat, les autorités de santé ont élaboré des recommandations d'activité physique spécifiques pour les personnes en obésité (e.g., Hansen et al., 2020; Soleymani et al., 2016), qui rejoignent celles de la population générale (Bull et al., 2020). Malgré ces recommandations, de nombreux patients ne parviennent pas à atteindre les niveaux d'activité physique recommandés. En particulier, il a été montré que l'inactivité physique était accentuée avec l'augmentation de l'IMC, l'augmentation de l'âge, et le sexe féminin (Althoff et al., 2017). Ainsi, les jeunes femmes en obésité sévère constituent une cible à privilégier pour la promotion de l'activité physique.

De nombreux modèles théoriques se sont développés pour comprendre, prédire, et proposer des stratégies d'intervention permettant d'agir sur le comportement d'activité physique. Dans le domaine de l'obésité, des études s'inscrivant dans les principaux courants théoriques contemporains se sont développées depuis les années 1990-2000 (Baranowski et al., 2003), et font toujours l'objet de recherches à ce jour. Ces travaux ont permis de mettre en évidence des pistes prometteuses d'interventions en activité physique chez les personnes en obésité. Cependant, les approches classiques d'activité physique en face à face restent peu accessibles. Les jeunes femmes en obésité sévère (incluant celles en attente ou ayant bénéficié d'une chirurgie bariatrique) reportent des barrières à l'activité physique liées à des difficultés financières, à l'éloignement géographique des offres, à un manque de temps, ou à une incompatibilité des horaires de pratique d'activités physiques encadrées avec leurs contraintes familiales et/ou professionnelles (e.g., Hayotte et al., 2020; Zabatiero et al., 2016). En plus des barrières à l'activité physique liées à l'obésité sévère, certaines sont spécifiques à la chirurgie bariatrique (e.g., temps de récupération post-chirurgie réparatrice). Face à ces obstacles, les technologies de promotion de l'activité physique semblent constituer une réponse potentielle.

Les effets de ces technologies ont récemment été étudiés dans plusieurs revues systématiques dans le contexte de l'obésité (e.g., Cotie et al., 2018; Flores Mateo et al., 2015;

Raaijmakers et al., 2015; Yen & Chiu, 2019). De manière générale, les technologies de promotion de l'activité physique semblent avoir des effets favorables à court terme sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité, et sur le comportement et l'engagement dans l'activité physique. Cependant, les études sur les effets de ces technologies sont limitées dans le contexte de la chirurgie bariatrique, et à notre connaissance aucune revue systématique n'existe. De plus, les effets durables de ces interventions et les mécanismes qui sous-tendent l'efficacité de ces technologies n'ont été que peu étudiés dans la littérature (e.g., Lewis et al., 2017; Petit & Cambon, 2016). Enfin, les effets sont généralement étudiés indépendamment du type de technologie (e.g., Cotie et al., 2018). Or, chaque type de technologie (i.e., médias sociaux, smartphones et appareils d'automesure, jeux vidéo actifs) intègre des techniques du changement de comportement spécifiques (e.g., Düking et al., 2020; Lyons & Hatkevich, 2013; McKay et al., 2018; McKay, Wright, et al., 2019), présageant ainsi d'effets différents.

Au regard des connaissances scientifiques actuelles, il apparaît nécessaire d'identifier et de comprendre les conditions d'efficacité des différents types de technologies de promotion de l'activité physique (e.g., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence) dans le contexte de l'obésité sévère. Ce travail doctoral aura pour objectif de contribuer à l'identification de ces mécanismes, en se focalisant principalement sur les mécanismes de l'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère. Secondairement, nous nous focaliserons sur la propension de certaines de ces technologies à générer un changement de comportement, par l'identification des techniques du changement de comportement, fondées théoriquement, qu'elles mobilisent. Pour mieux comprendre ces mécanismes, nous avons fait l'hypothèse que le modèle de l'UTAUT2, associé à certains concepts de la théorie de l'autodétermination, constituerait un cadre théorique pertinent. Nous avons émis cette hypothèse au regard du caractère intégratif et parcimonieux de l'UTAUT2 (Alkhwaldi & Kamala, 2017; Chang, 2012), et des relations ayant été montrées entre certains concepts de la théorie de l'autodétermination et de l'acceptabilité des technologies (Khan et al., 2018; Lee et al., 2015; Nikou & Economides, 2017). Nous pensons, dans ce cadre, que le profil psychologique, et notamment le profil motivationnel des patientes, pourrait contribuer à l'explication de l'acceptabilité des différents types de technologies de promotion de l'activité physique. En nous basant sur les travaux récents de Carraça et al. (2021) et de Yang et Koenigstorfer (2021), nous défendons également l'idée selon laquelle il est nécessaire d'identifier les caractéristiques des technologies, en particulier les techniques du changement de comportement fondées théoriquement qui composent les technologies, afin de présager de leur efficacité.

Ainsi, le programme de recherche proposé dans ce travail doctoral visera à répondre aux questions suivantes, encore non explorées dans la littérature :

- 1. Quel est le niveau d'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique (e.g., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence) par les jeunes femmes en obésité sévère ?**
- 2. Quels sont les facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité des différents types de technologies par les jeunes femmes en obésité sévère ?**
- 3. Dans quelle mesure l'acceptabilité de technologies de promotion de l'activité physique présentant un fort potentiel de changement de comportement, et les facteurs motivationnels reliés, contribuent à l'explication des effets durables de ces technologies chez des jeunes femmes opérées d'une chirurgie bariatrique ?**

Ces questions ont été déclinées dans ce programme de recherche doctoral au travers de la réalisation de six études. Une première étape préliminaire a consisté à réaliser une revue systématique des effets et de l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique dans le contexte de la chirurgie bariatrique (Etude 1). Cette revue systématique a permis d'objectiver les questions posées dans ce travail doctoral.

Pour répondre aux questions 1 et 2, une première phase de ce travail doctoral a utilisé des *scenarii* de technologies hypothétiques afin d'adopter une approche globale des différents types de technologies (i.e., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence). Nous avons conduit une première étude à partir d'une méthode mixte (Etude 3) permettant d'examiner l'application du modèle de l'UTAUT2 pour caractériser l'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique en contexte de chirurgie bariatrique. Cette étude avait pour objectifs : (a) de caractériser le niveau d'acceptabilité et les préférences de jeunes femmes ayant eu recours à une chirurgie bariatrique concernant trois types de technologies ; et (b) d'identifier les facteurs reliés à l'acceptabilité des technologies mentionnés par les jeunes femmes en obésité sévère. Pour compléter la caractérisation du niveau d'acceptabilité et l'identification des facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité, nous avons conduit une deuxième étude (Etude 4). Cette étude avait pour objectif d'identifier les profils d'acceptabilité des trois types de technologies et leurs antécédents motivationnels à l'aide d'analyses de transitions de profils latents. Pour mener ces deux études, une étape préliminaire a consisté à valider un questionnaire de mesure en langue française de l'acceptabilité des technologies basé sur le modèle de l'UTAUT2 (Etude 2).

Pour répondre à la question 3, nous nous sommes focalisées sur deux technologies de promotion de l'activité physique adaptées au contexte de la chirurgie bariatrique. La plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient*, composée d'une application mobile associée à une

montre connectée, constitue l'une des deux solutions technologiques. L'autre solution technologique, est un programme d'activité physique adaptée réalisé en visioconférence, proposé par *Mooven*. Nous avons fait l'hypothèse que ces deux technologies, disponibles sur le marché français, pouvaient mobiliser des mécanismes intéressants pour promouvoir l'activité physique des jeunes femmes en post-chirurgie bariatrique. Pour répondre à la question 3, nous avons conçu un protocole d'essai interventionnel randomisé contrôlé (Etude 6) examinant les effets des solutions proposées par *BePatient* et *Mooven*, chez des jeunes femmes opérées d'une chirurgie bariatrique. Les deux technologies proposées ont été standardisées afin de proposer aux deux groupes technologiques un même volume d'activité physique, conforme aux recommandations. Le groupe contrôle a également bénéficié de ces mêmes recommandations. Les objectifs de ce protocole sont : (a) de tester les effets durables de ces deux types de technologies sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité, et le comportement et l'engagement dans l'activité physique, et (b) d'examiner la contribution de l'acceptabilité des technologies et des mécanismes motivationnels dans l'explication de ces effets. Pour concevoir ce protocole de recherche, une étude préalable a été nécessaire (Etude 5). Cette étude avait pour objectif d'évaluer la propension des technologies retenues (i.e., technologies proposées par *BePatient* et *Mooven*) à générer un changement de comportement, par l'identification des techniques du changement de comportement, fondées théoriquement, qu'elles mobilisent.

2^{ème} Partie

ETUDES EMPIRIQUES

Etude 1.

Effects and acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery: *A scoping review*^{1,2}

¹ Cette étude a donné lieu à un article soumis pour publication :

Hayotte, M., Gioda, J., & d'Arripe-Longueville, F. (*submitted*). Effects and acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery: a scoping review.

² Cette étude a fait l'objet d'une communication orale :

Hayotte, M., Gioda, J., & d'Arripe-Longueville, F. (2021, October 27-29). Effects and acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery: a scoping review. In M. Hayotte (Chair), Les technologies de promotion de l'activité physique à des fins de santé [Symposium]. 19^{ème} Congrès International de l'Association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives (ACAPS), Montpellier, France.

L'étude 1

Effects and acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery: a scoping review

Meggy Hayotte¹, Jennifer Gioda¹, Fabienne d'Arripe-Longueville¹

¹Université Côte d'Azur, LAMHESS, Nice, France

ABSTRACT

Objective. Although several reviews have focused on technology-based physical activity interventions in obesity, little is known about these interventions in bariatric surgery. The aim of this scoping review is to highlight current trends in the emerging field of technology-based physical activity interventions in pre- and post-bariatric surgery.

Methods. Original articles published in English between January 2000 and December 2020 on eHealth, bariatric surgery, and physical activity were identified through electronic searches of eight databases. We eliminated studies with mixed interventions where we could not isolate the effects of the technology from the face-to-face interventions. Screening, data extraction, and charting were performed independently by two authors and disagreements were resolved by consensus.

Results. At the end, nine full-text articles published since 2015 were included in this review. The country of origin of these studies was often the United States (n=5), and most of them were feasibility studies with limited sample sizes. The studies reported that the physical activity outcomes had improved and the interventions were positively perceived by the target population.

Conclusion. We have highlighted some knowledge gaps and how future studies can be improved, including further understanding of the underlying mechanisms of the effectiveness of technology-based physical activity interventions.

Keywords: Physical activity, technology, bariatric surgery

1. INTRODUCTION

Obesity has become one of the most serious public health problems today, with far-reaching health consequences (e.g., cardiovascular diseases, diabetes, musculoskeletal disorders, cancers).¹ Once developed, it is difficult to reverse, and bariatric surgery is currently the most effective treatment for severe obesity.² Despite the major effect of this treatment on weight loss, long-term multidisciplinary follow-up including physical activity is mandatory.³ Physical activity intervention after bariatric surgery leads to a greater reduction in body mass index at one year; prevents weight regain for at least two years; preserves muscle strength, muscle mass, endurance capacity and bone mineral density; and improves quality of life.⁴

To optimize the benefits of physical activity, patients are invited to engage in a minimum of 150 minutes per week of moderate-to-vigorous physical activity, with a goal of 300 minutes per week, including strength training two to three times per week.³ These recommendations specific to post-bariatric surgery are in line with the World Health Organization's 2020 guidelines for adults,⁵ and are relevant both before and after surgery. Despite this, many patients remain insufficiently active throughout obesity management. King et al. measured physical activity using a biaxial activity monitor before and at 1, 2 and 3 years post-bariatric surgery in 473 patients.⁶ They showed that only 3.4% of patients before surgery, 10.6% at 1 year, 13.6% at 2 years, and 6.5% at 3 years after bariatric surgery met the minimum physical activity recommendations.⁶ This proportion of patients complying with recommendations after the surgery may have been greatly overestimated in some studies due to subjective measures of physical activity such as self-reported questionnaires.^{7,8} In this context, technology seems to be a useful tool to objectively measure and monitor the physical activity level of patients.

Moreover, technology can also be used as an intervention to promote physical activity.⁹ Several recent meta-analyses have focused on the effects of technology-based interventions to promote physical activity in the context of obesity or weight loss.¹⁰⁻¹⁵ Most of them identified mobile applications or devices for these interventions, with a small to medium effect size on physical activity and a small effect size on weight loss.¹⁰⁻¹⁵ In the context of bariatric surgery, the effectiveness of technology-based physical activity interventions has been poorly studied.¹⁴ A recent systematic review focused on electronic health strategies in this context¹⁶, but with limited consideration of physical activity. Bariatric surgery differs from obesity management, particularly because of the massive weight loss in the first year. Three time frames for bariatric surgery can be identified: before, during the first year, and long-term after, each with specific facilitators of and barriers to physical activity.^{17,18} As these specificities have not been examined in the available systematic reviews in the context of obesity, we performed the scoping review reported here.

The objectives of this review were to highlight current trends in the emerging field of technology-based physical activity interventions in pre- and post-bariatric surgery and to identify

and discuss the knowledge gaps. Scoping reviews are often conducted to identify the types of evidence in an emerging field.¹⁹ In the emerging field of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery, a scoping review is an appropriate method for rapid and structured mapping of key concepts.²⁰

2. METHODS

The protocol of this study was drafted using the PRISMA Extension for Scoping Reviews²¹ and was preregistered on the OSF platform (doi: [10.17605/OSF.IO/TCN9P](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/TCN9P), December 2020).

2.1. Eligibility criteria

To be included in the review, papers had to be focused on technology-based physical activity interventions in bariatric surgery. Peer-reviewed journal papers were included if they were original (narrative reviews, meta-analyses and protocols are excluded) and published between 2000 and 2020, were written in English, involved adult human participants and described a technology-based physical activity intervention. Quantitative, qualitative, and mixed-method studies were included in order to consider all aspects of this type of intervention. Studies with a broad focus on obesity and not specific to bariatric surgery were excluded. We also eliminated studies that only used technology to measure physical activity during the trial without any feedback to participants and studies with mixed interventions (e.g., technology and face-to-face interventions).

2.2. Information sources

To identify potentially relevant documents, the following bibliographic databases were searched on 4 January 2021 and covered the period from January 2000 to December 2020: EBSCO, ScienceDirect, PubMed, Cochrane Database, PsycINFO, SPORTDiscus, Scopus and SAGE. The electronic database search was supplemented by a manual search and scan for relevant papers.

2.3. Search strategy

The search strategy was designed by MH and reviewed by JG and FAL. The final search strategy included three dimensions: eHealth, bariatric surgery, and physical activity. To build complex bibliographic queries, we combined terms from similar reviews^{10,22} with terms commonly used to refer to technology-based physical activity interventions.⁹ The search queries were adapted for each database to express the same terms with the same Boolean operators. A gray literature search in Google Scholar using the same key words was also conducted to identify

additional interesting studies. The results of the search strategy were uploaded to Covidence, a web-based software platform to manage the systematic review process, and duplicates were automatically removed.

Example of the research query for Cochrane Library:

sport* OR "physical activity" OR walk* in Title Abstract Keyword AND "bariatric surgery" OR sleeve OR bypass in Title Abstract Keyword AND technolog* OR eHealth OR "electronic health" OR mHealth OR "mobile health" OR "mobile application" OR "mobile app" OR videoconferencing OR telepresence OR telemedicine OR "reminder system" OR "phone call" OR exergame OR "active video game" OR "serious game" OR smartwatch OR smartphone OR tablet OR computer OR "digital health" OR telehealth OR iPhone OR Android OR "short message" OR SMS OR telephone OR "mass media" OR Internet OR "electronic device" OR pedometer OR accelerometer OR "social media" OR Facebook OR Twitter OR YouTube OR "activity monitor" OR "sport watches" OR "fitness band" OR "health wearable" OR "virtual reality" OR "augmented reality" in Title Abstract Keyword - with Publication Year from 2000 to present, with Cochrane Library publication date from Jan 2000 to present, in Trials (Word variations have been searched).

2.4. Selection of sources of evidence

First, two reviewers (MH and JG) independently evaluated the titles and abstracts uploaded to Covidence after duplicate removal. Disagreements over the selection of studies were resolved by consensus. The full-text manuscripts were retrieved through academic journal subscriptions, ResearchGate, or by contacting the corresponding author. The same reviewers then independently read the full-text articles and ruled on their eligibility. Following the same process, disagreements on study selection were resolved by consensus or by discussion with another reviewer (FAL).

2.5. Data charting process

A spreadsheet (Microsoft Excel, Microsoft Canada Inc., Ontario, Canada) was created with a column for each item and a row for each article. This spreadsheet was approved by all authors prior to completion. Two reviewers (MH and JG) independently extracted data from the same article. They then compared the extracted data and resolved any disagreements by agreeing on the content to be extracted for each of the columns. The spreadsheet was duplicated and completed independently by the same two reviewers. Then, they shared and merged the extracted data until agreement. The third author then checked the final common spreadsheet to confirm the extracted data.

2.6. Data items and synthesis of results

We abstracted data on article characteristics, participant characteristics, technology-based interventions, proximal and distal physical activity outcomes, author conclusions and study limitations. Article characteristics were summarized as follows: the authors, the year of publication, the country of origin, and the study design with the measured time points. Participant characteristics were summarized by sample size; participant sex, age, and body mass index; time since bariatric surgery; and percent retention of participants in the trial. We synthesized the salient characteristics of the technology-based physical activity interventions by type of technology, description of the technology-based intervention, and duration of the intervention. We identified proximal and distal physical activity outcomes through adherence to the technology-based intervention, duration of technology use, outcome measures, and outcome results. We also summarized the authors' conclusions and study limitations. Any item not described in an article was replaced by "N.A." for not applicable. Results were presented in a narrative format identifying similarities and specificities among studies and summarizing the main findings. In addition, we performed a frequency analysis, a descriptive statistical method that shows the number of occurrences for each characteristic in the included studies. Then, we identified and discussed the knowledge gaps.

3. RESULTS

3.1. Study selection and characteristics

A total of 1,666 articles were identified through searching and imported into Covidence. After duplicates were removed, 1,312 articles were retained. After screening of the title and abstract, 1,293 articles were excluded because they did not meet the inclusion criteria. Specifically, numerous studies had been misidentified as they were related to cardiac surgery. The remaining 19 studies were reviewed in full and nine met our eligibility criteria and were included in this review. The PRISMA flow diagram, presented in Figure 1, illustrates the article selection process. Of the 10 full-text articles excluded, five were published proceedings of conferences, three were mixed interventions where we could not isolate the effects of the technology from other intervention components such as face-to-face interventions,²³⁻²⁵ one was a pilot study for another included study,²⁶ and one included technology but not to promote physical activity.²⁷

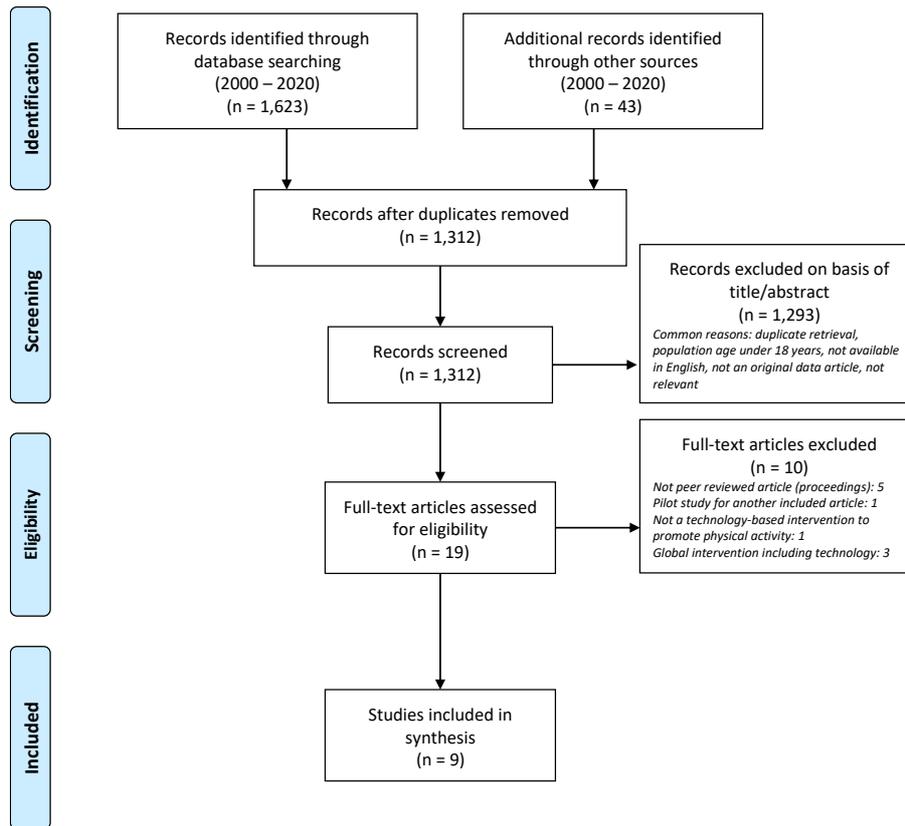


Figure 1. The PRISMA flow diagram illustrating article selection process

All included studies were published in 2015 or later: two were published online in 2015,^{28,29} three in 2016,^{30–32} one in 2017,³³ and three in 2020.^{34–36} Among them, five were conducted in the United States,^{28,31,32,34,36} and one each in the United Kingdom,³⁵ Sweden,²⁹ Canada,³⁰ and Iran.³³ All studies included quantitative methods, six were feasibility studies with a pre-post design,^{28,30,32,34–36} and three used a randomized controlled trial design.^{29,31,33} One study also included qualitative methods.³⁶ Only one study included an additional measurement time point after the end of the technology-based physical activity intervention to assess the sustainability of effects.³² All included studies reported pre-post outcomes, so we focused our synthesis on groups that received a technology-based physical activity intervention.

Overall, technology-based physical activity interventions were provided to 602 patients (411 women, 68.3%) receiving bariatric surgery care. Two studies included only women.^{30,33} The number of participants in the technology-based intervention group in each study ranged from six participants³⁰ to 274 participants.³⁵ The mean age of these participants ranged from 38.4³³ to 56.9³⁶ years and their mean body mass index ranged from 32.7³⁶ to 48.4³¹ kg/m². Technology-based physical activity interventions were provided in preparation for bariatric surgery in two studies,^{28,30} before and up to just after bariatric surgery in two studies,^{31,35} in the first 6 months post-bariatric surgery in three studies,^{29,33,34} up to one year post-bariatric surgery in one study,³⁶

and long-term (i.e., 5.1 years on average) post-bariatric surgery in one study.³² Participant retention (i.e., percentage of participants who remained enrolled in the trial for the duration of the study) ranged from 55%^{32,35} to 100%.^{30,33}

3.2. Characteristics of technology-based physical activity interventions

Table 1 summarizes the characteristics of the technology-based physical activity interventions. Two studies were based on mobile applications;^{28,35} two were based on wearable devices;^{29,31} one each was based on videoconferencing,³⁰ web-based modules,³² and telephone calls;³⁶ and two were multicomponent.^{33,34} The recommended duration of interventions ranged from 1 week²⁹ to 6.5 months,³¹ and one study did not specify any intervention duration.³⁵ Only one study analyzed behavioral strategies included in the technology.³⁵ Another study, including three groups (i.e., standard care, pedometer alone, pedometer and counseling), specified behavioral strategies and counseling techniques used in addition to the pedometer (e.g., motivational interviewing, collaborative goal setting, action planning, self-monitoring and feedback) but did not specify the strategies related to the pedometer use.³¹

Table 1. Characteristics of technology-based physical activity interventions

Study	Type of technology	Description of the technology-based intervention	Duration of intervention
Mundi et al. ²⁸	Mobile application	Smartphone application with video-based educational modules through in-real-time algorithmic EMA/EMI text messages for various key domains including for physical activity-related education modules “decreasing barriers to physical activity” and “increasing quantity of physical activity”	12 weeks
Wiklund et al. ²⁹	Group 1: Pedometer Group 2: Pedometer and step goals	Groups 1 and 2: Step counter (SILVA, Ex3 Plus) worn around the neck Group 2: Step goal to achieve (gradually increased from 1000 steps on day 1 to over 4000 steps on day 7)	1 week
Baillot et al. ³⁰	Videoconferencing	Two weekly 80-minute sessions of supervised endurance and strength training delivered in home via telehealth and one weekly unsupervised session	12 weeks
Creel et al. ³¹	Group 1: Pedometer Group 2: Pedometer and exercise counseling	Groups 1 and 2: Pedometers were given to participants prior to bariatric surgery, and they are asked to wear them during the first 6 post-operative months. Participants also received a one-page information sheet on using the device and promoting the progressive attainment of 10,000 steps/day and were asked to complete an activity journal Group 2: Exercise counseling by an exercise professional in conjunction with routine care and based on self-determination theory principles and motivational interview techniques	6.5 months
Bradley et al. ³²	Online module of e-learning	Ten weekly online modules associated with 20 minutes phone check-ins with a program coach every 2 weeks. Prior to beginning the program, participants were required to complete a brief tutorial, during which their assigned program coach would walk them through the technical components of the online program	10 weeks
Kaviani et al. ³³	Pedometer and telephone follow-up	Participants received a pedometer and were advised (or supervised in the control group) to follow a weekly schedule of 5 days of walks and 2 days of gym exercises (resistance bands and instructions to use them). Their activity was followed up with telephone every 2 weeks and in monthly visits	20 weeks
Klasnja et al. ³⁴	Activity tracker with mobile application, connected weight scale, and SMS-based interventions	<i>Fitbit Charge 2</i> wrist-worn activity tracker with the <i>Fitbit</i> app to track their food intake to help them stick to the diet prescribed to them after the surgery with BariFit text messages as reminders, Withings Body+ digital scale with weekly text messages to encourage them to weigh themselves at least once a week. BariFit messages (up to 5 times per day) to encourage them to be active (library of over 500 text messages): actionable suggestions to walk or disrupt sedentary behavior (walking suggestions - 5 to 10-min walk or anti-sedentary suggestions - stand up and briefly move around if they had been sitting for an extended period of time) and daily adaptative step goals (a fixed 60th percentile of the highest step count achieved over the previous 10-day goal, and variable goals where the goal on the current day was randomized among 50th, 70th, 90th, and 120th percentiles)	4 months
Murphy et al. ³⁵	Mobile application	Participants were invited to download and install two apps. They could use them for as long as they wished, though their activity was only monitored while the study was active. Moves is an application to measure physical activity automatically recorded via a smartphone’s inbuilt accelerometer and global positioning system. This application was combined with WLCompanion app to measure weight, mood, wakefulness, and satisfaction. WLCompanion app presented summative information on participants’ progress. These apps could prompt behavior changes related to weight loss. The behavioral techniques used in the current study are: goals and planning, feedback and monitoring, and associations (prompts)	No limitation
Voils et al. ³⁶	Telephone calls	Four weight-loss initiation calls delivered weekly (only the third call focuses on exercise and lifestyle physical activity), followed by five weight-loss maintenance calls delivered biweekly (satisfaction with outcomes of weight loss, relapse prevention, weight self-monitoring, social support). Each call had a planned duration of 30-45 minutes.	16 weeks

3.3. Effects of technology-based physical activity interventions on physical activity outcomes

Some studies incorporated health-related components (e.g., dietetics, bariatric surgery information) in addition to the physical activity intervention.^{28,32,35,36} As our scoping review focused on technology-based physical activity interventions, we will synthesize only the effects on proximal and distal physical activity outcomes. The reported outcomes could be divided into four categories: physical activity behavior with self-reported (e.g., questionnaire) or objective measures (e.g., steps per day, minutes of moderate to vigorous physical activity), physical fitness (e.g., submaximal exercise test, sit-to-stand test, 6-minute walk test), psychological measures related to physical activity (e.g., self-efficacy, physical activity benefits and barriers), and other health-related outcomes (e.g., body mass index, quality of life). The most common measure was physical activity behavior with self-reported^{32,36} or objective measures.^{29,31,34,35} Physical fitness was measured in two studies.^{30,31} Psychological measures related to physical activity were measured in four studies but the variables differed between studies (e.g., knowledge about physical activity,²⁸ physical exercise belief questionnaire,³⁰ physical activity benefits and psychological barriers,³⁰ acceptance of physical activity-related internal experiences,³² self-efficacy and social support³⁶). Other health-related outcomes were measured in seven studies – body mass index or weight loss^{28,30-33,36} – and other variables were specific to the studies (e.g., lipid profile and insulin resistance,³³ quality of life,³⁰ mood and wakefulness³⁵). Significant improvement over time in the physical activity outcomes of the technology group was observed in eight studies.^{28-34,36} Detailed results for all physical activity outcomes are available in Supplementary Material 1. Among the three randomized controlled trials, the superiority of the technology-based intervention over the comparison group was not clearly demonstrated. Wiklund et al. compared two groups, one with a pedometer and the other with a pedometer and set goals.²⁹ Their findings showed a significant difference in the number of steps between the groups, with the pedometer and set goals group showing better results.²⁹ Creel et al. compared pedometer with counseling, pedometer alone, and control groups.³¹ They showed that the pedometer with counseling group was superior to the pedometer alone and control groups in improving the number of steps and physical activity bout-minutes per week, but no difference was observed between the pedometer alone and control group.³¹ Kaviani et al. compared a technology-based intervention with a supervised intervention and found that the supervised intervention was more effective than the technology-based intervention even though there was a pre-post improvement in both groups.³³

3.4. Acceptability of technology-based physical activity interventions

Of the nine included studies, two reported that they measured technology acceptability.^{32,36} Based on the global definition of acceptability as the psychological antecedents of the behavioral intention to use technology without experience of the system,³⁷ we considered all outcomes related to participants' perceptions of the technology as related to technology acceptability. In addition to these two studies, we considered that three other studies had measured acceptability constructs.^{28,30,35} We observed that two studies reported a high level of ease of use,^{28,32} which is a theoretical construct in acceptability models. Mundi et al. also measured the reliability of the application and the appropriateness of the content and obtained high scores.²⁸ Bradley et al. also showed a high level of perceived helpfulness of the intervention and confidence in recommending the program to others.³² Satisfaction was measured in five studies and revealed high levels.^{28,30,32,35,36} Facilitators of and barriers to using the apps were measured by Murphy et al. and showed that the lowest score included "environmental context and resources," while the highest score included "intentions."³⁵

As noted by Voils et al., intervention adherence can be considered a metric of treatment acceptability.³⁶ We found that its assessment differed across studies. For example, Voils et al. reported 86.7% intervention adherence (i.e., 7.8 calls received on average out of 9 calls scheduled by the intervention),³⁶ whereas Bradley et al. reported 60.0% intervention adherence (i.e., 12 participants out of 20 who enrolled in the study completed 80% of the modules).³² Despite the large differences in measures of adherence to the intervention, all of the studies concluded that adherence was relatively high.

4. DISCUSSION

4.1. Summary of evidence

This scoping review aimed to highlight current trends in the emerging field of technology-based physical activity interventions in pre- and post-bariatric surgery. Our synthesis of nine studies attests to the emergence of this research field. The observed results are promising as the technology-based physical activity interventions tended to demonstrate positive effects on physical activity outcomes and relatively high participant satisfaction and intervention adherence. However, although we observed positive pre-post effects, some of the randomized controlled trials failed to demonstrate differences with comparison groups. These results are consistent with the literature on the effects of technology-based physical activity interventions in obesity. Some meta-analyses have concluded that the effects of these technologies are positive for physical activity outcomes,¹⁰ whereas others have failed to demonstrate positive effects.¹² One

limitation of these reviews and the studies included in our scoping review was related to the comparison groups. As noted by Kaviani et al., since we know that physical activity is recommended, creating comparison groups that do not exercise or have no physical activity guidance raises an ethical concern.³³ To address this concern, comparison groups should incorporate at least a minimal physical activity intervention (e.g., fact sheet, reminder of recommendations), which might in itself have a positive effect. This suggests that the differences between technology-based physical activity interventions and comparison groups may be difficult to establish in randomized control trials. Likewise, given the lack of studies with long-term effect measures (i.e., a single study in our scoping review³²), it appears difficult to establish the sustainability of the effects of technology-based physical activity interventions.

Currently, a major gap in the literature is the lack of data on the mechanisms that underlie the effectiveness of technology-based physical activity interventions. This gap has been widely recognized across several populations^{14,38,39} and is consistent with the theoretical movement to better identify the “active ingredients” of interventions.^{40,41} To classify and identify the content of physical activity interventions, Michie et al. developed several taxonomies of behavior change strategies.⁴¹⁻⁴³ These taxonomies were recently operationalized through a reliable questionnaire, the App Behavior Change Scale, to assess the content of technology-based interventions.⁴⁴ In this scoping review, only one study had specifically identified the content of their technology-based intervention.³⁵ We believe that one area for improvement in this emerging research field should be the characterization of technology-based physical activity interventions through content analysis.

Two studies in our scoping review measured the acceptability of technology-based physical activity interventions using theoretical concepts.^{28,32} Recent studies have applied theoretical models of acceptability to these interventions and have identified other related factors (e.g., self-avoidance goals).⁴⁵ Although acceptability can only partially explain future use, characterizing it, as well as its antecedents, appears to be a promising avenue and should be incorporated into future effectiveness studies. Furthermore, it has been demonstrated that theoretically based interventions tend to be more effective.⁴⁶ A better understanding of physical activity behavior through theoretical models would favor the individualization of the technology-based intervention by tailoring it to the profile of the targeted participants.

The intervention adherence differed across studies, which made comparison difficult in this review. Defining a shared adherence criterion would allow for better comparison across studies. For example, future studies could estimate the percentage of intervention completion for each participant and average this rate for the studied group. This improved estimation should be accompanied by an exploration of the reasons for non-adherence to interventions.

4.2. Limitations

The main limitations of this scoping review are related to the strong heterogeneity of the nine included studies. First, the time frame from bariatric surgery ranged from 6 months prior the surgery³⁰ to 5 years after the surgery.³² This discrepancy implies different objectives regarding physical activity in the studies, ranging from preparation for the surgery by increasing physical activity to treatment of weight regain. Second, several technologies were used in the studies (e.g., web-based, videoconferencing, mobile applications). Due to these strong differences, we were unable to pool the results of the studies to quantify the effect size of technology-based physical activity interventions on physical activity outcomes. Moreover, we believe that a meta-analysis is premature and that further studies are needed before the effect size of these interventions can be established. Another limitation is the possibility that relevant studies may have been missed. Although we tried to explore a wide range of wordings for the technologies, we may have missed some new developments. For example, social robots⁴⁷ that can guide physical activity or chatbots⁴⁸ to motivate participants to exercise on their own were not specifically included. Despite these limitations, to our knowledge this paper is the first review to summarize the effects and acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery.

4.3. Conclusions

The nine studies included in this scoping review reported that technology-based physical activity interventions increased physical activity outcomes and were positively perceived by patients in bariatric surgery care. However, more randomized controlled trials are needed to confirm these early trends. We have highlighted some knowledge gaps and how future studies can be improved. Specifically, a deeper understanding of the mechanisms that underlie effective technology-based physical activity interventions is needed.

Acknowledgements: This work was supported by the French government, managed by the Agence Nationale de la Recherche as part of the UCAJEDI Future Investments project, reference number ANR-15-IDEX-01. MH is supported by a PhD grant from the Région Sud Provence-Alpes Côte d'Azur, France, and co-supported by the association Azur Sport Santé.

Authors' contribution: MH conceived the research question, executed search strategies and carried out screening, full text reviews, data extraction, analysis, and the writing of the initial manuscript; JG performed screening, full text review, and data extraction; FAL conceived the research question, supervised searching and screening, and provided drafting and editorial assistance on the manuscript. All authors have read and approved the final version of the manuscript and agree with the order of presentation of the authors.

Competing Interests: The authors declare that they have no competing interests. The institutions funding this work played no role in the study design; the collection, analysis, or interpretation of the data; writing the manuscript; or the decision to submit the paper for publication.

REFERENCES

1. Lim HJ, Xue H, Wang Y. Global Trends in Obesity. In: Meiselman HL, ed. Handbook of Eating and Drinking. *Springer International Publishing*; 2020:1217-1235. doi:10.1007/978-3-030-14504-0_157
2. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, et al. Effects of bariatric surgery on mortality in swedish obese subjects. *N Engl J Med*. 2007;357(8):741-752. doi:10.1056/NEJMoa066254
3. Busetto L, Dicker D, Azran C, et al. Practical recommendations of the obesity management task force of the european association for the study of obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obes Facts*. 2017;10(6):597-632. doi:10.1159/000481825
4. Hansen D, Decroix L, Devos Y, et al. Towards optimized care after bariatric surgery by physical activity and exercise intervention: a review. *Obes Surg*. 2020;30(3):1118-1125. doi:10.1007/s11695-020-04390-x
5. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54(24):1451-1462. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
6. King WC, Chen J-Y, Bond DS, et al. Objective assessment of changes in physical activity and sedentary behavior: Pre-through 3 years post-bariatric surgery. *Obes Open Access*. 2015;23(6):1143-1150. doi:10.1002/oby.21106
7. Berglind D, Willmer M, Tynelius P, Ghaderi A, Näslund E, Rasmussen F. Accelerometer-measured versus self-reported physical activity levels and sedentary behavior in women before and 9 months after Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg*. 2016;26(7):1463-1470. doi:10.1007/s11695-015-1971-5
8. Possmark S, Sellberg F, Willmer M, Tynelius P, Persson M, Berglind D. Accelerometer-measured versus self-reported physical activity levels in women before and up to 48 months after Roux-en-Y Gastric Bypass. *BMC Surg*. 2020;20(1):39. doi:10.1186/s12893-020-00699-7
9. Gao Z. Technology in Physical Activity and Health Promotion. *Routledge*. Taylor & Francis Group; 2019.
10. Cotie LM, Prince SA, Elliott CG, et al. The effectiveness of eHealth interventions on physical activity and measures of obesity among working-age women: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2018;19(10):1340-1358. doi:10.1111/obr.12700
11. de Vries HJ, Kooiman TJM, van Ittersum MW, van Brussel M, de Groot M. Do activity monitors increase physical activity in adults with overweight or obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity*. 2016;24(10):2078-2091. doi:10.1002/oby.21619
12. Flores Mateo G, Granado-Font E, Ferré-Grau C, Montaña-Carreras X. Mobile phone apps to promote weight loss and increase physical activity: a systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res*. 2015;17(11):e253. doi:10.2196/jmir.4836
13. Kim H-N, Seo K. Smartphone-based health program for improving physical activity and tackling obesity for young adults: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;17(1):15. doi:10.3390/ijerph17010015
14. Raaijmakers LCH, Pouwels S, Berghuis KA, Nienhuijs SW. Technology-based interventions in the treatment of overweight and obesity: A systematic review. *Appetite*. 2015;95:138-151. doi:10.1016/j.appet.2015.07.008

15. Yen H, Chiu H. The effectiveness of wearable technologies as physical activity interventions in weight control: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obes Rev.* 2019;20(10):1485-1493. doi:10.1111/obr.12909
16. Messiah SE, Sacher PM, Yudkin J, et al. Application and effectiveness of eHealth strategies for metabolic and bariatric surgery patients: A systematic review. *Digital Health.* 2020;6:205520761989898. doi:10.1177/2055207619898987
17. Zabatiero J, Smith A, Hill K, et al. Do factors related to participation in physical activity change following restrictive bariatric surgery? A qualitative study. *Obes Res Clin Pract.* 2018;12(3):307-316. doi:10.1016/j.orcp.2017.11.001
18. Hayotte M, Nègre V, Gray L, Sadoul J-L, d'Arripe-Longueville F. The transtheoretical model (TTM) to gain insight into young women's long-term physical activity after bariatric surgery: a qualitative study. *Obes Surg.* 2020;30(2):595-602. doi:10.1007/s11695-019-04220-9
19. Munn Z, Peters MDJ, Stern C, Tufanaru C, McArthur A, Aromataris E. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Med Res Methodol.* 2018;18(1):143. doi:10.1186/s12874-018-0611-x
20. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. *Int J Soc Res Meth.* 2005;8(1):19-32. doi:10.1080/1364557032000119616
21. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169(7):467. doi:10.7326/M18-0850
22. Agher D, Sedki K, Tsopra R, Despres S, Jaulent M-C. Influence of connected health interventions for adherence to cardiovascular disease prevention: A scoping review. *Appl Clin Inform.* 2020;11(04):544-555. doi:10.1055/s-0040-1715649
23. Kessler Y, Olmer L, Raziell A, Goitein D, Dankner R. Associations of dietitian follow-up counselling visits and physical exercise with weight loss one year after sleeve gastrectomy. *Eat Weight Disord.* 2020;25(1):143-150. doi:10.1007/s40519-018-0531-0
24. Kalarchian MA, Marcus MD, Courcoulas AP, Cheng Y, Levine MD. Preoperative lifestyle intervention in bariatric surgery: a randomized clinical trial. *Surg Obes Relat Dis.* 2016;12(1):180-187. doi:10.1016/j.soard.2015.05.004
25. Coleman KJ, Caparosa SL, Nichols JF, et al. Understanding the capacity for exercise in post-bariatric patients. *Obes Surg.* 2017;27(1):51-58. doi:10.1007/s11695-016-2240-y
26. Taylor D, Murphy J, Ahmad M, et al. Quantified-self for obesity: Physical activity behaviour sensing to improve health outcomes. *Stud Health Technol Inform.* 2016;220:414-416.
27. Athanasiadis DI, Roper A, Hilgendorf W, et al. Facebook groups provide effective social support to patients after bariatric surgery. *Surg Endosc.* Published online August 11, 2020. doi:10.1007/s00464-020-07884-y
28. Mundi MS, Lorentz PA, Grothe K, Kellogg TA, Collazo-Clavell ML. Feasibility of smartphone-based education modules and ecological momentary assessment/intervention in pre-bariatric surgery patients. *Obes Surg.* 2015;25(10):1875-1881. doi:10.1007/s11695-015-1617-7
29. Wiklund M, Sundqvist E, Fagevik Olsén M. Physical activity in the immediate postoperative phase in patients undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass - a randomized controlled trial. *Obes Surg.* 2015;25(12):2245-2250. doi:10.1007/s11695-015-1690-y

30. Baillot A, Boissy P, Tousignant M, Langlois M-F. Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *J Telemed Telecare*. 2016;23(5):529-535. doi:10.1177/1357633X16653511
31. Creel DB, Schuh LM, Reed CA, et al. A randomized trial comparing two interventions to increase physical activity among patients undergoing bariatric surgery: Physical Activity and Bariatric Surgery. *Obesity*. 2016;24(8):1660-1668. doi:10.1002/oby.21548
32. Bradley LE, Forman EM, Kerrigan SG, et al. Project HELP: a remotely delivered behavioral intervention for weight regain after bariatric surgery. *Obes Surg*. 2017;27(3):586-598. doi:10.1007/s11695-016-2337-3
33. Kaviani S, Dadgostar H, Mazaherinezhad A, et al. Comparing minimally supervised home-based and closely supervised gym-based exercise programs in weight reduction and insulin resistance after bariatric surgery: A randomized clinical trial. *Med J Islam Republic Iran*. 2017;31(1):196-201. doi:10.14196/mjiri.31.34
34. Klasnja P, Rosenberg DE, Zhou J, Anau J, Gupta A, Arterburn DE. A quality-improvement optimization pilot of BariFit, a mobile health intervention to promote physical activity after bariatric surgery. *Transl Behav Med*. 2021;11(2):530-539. doi:10.1093/tbm/ibaa040
35. Murphy J, Uttamlal T, Schmidtke KA, et al. Tracking physical activity using smart phone apps: assessing the ability of a current app and systematically collecting patient recommendations for future development. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2020;20(1):17. doi:10.1186/s12911-020-1025-3
36. Voils CI, Adler R, Strawbridge E, et al. Early-phase study of a telephone-based intervention to reduce weight regain among bariatric surgery patients. *Health Psychol*. 2020;39(5):391-402. doi:10.1037/hea0000835
37. Hayotte M, Thérouanne P, Gray L, Corrion K, d'Arripe-Longueville F. The French eHealth acceptability scale using the unified theory of acceptance and use of technology 2 model: Instrument validation study. *J Med Internet Res*. 2020;22(4):e16520. doi:10.2196/16520
38. Lewis BA, Napolitano MA, Buman MP, Williams DM, Nigg CR. Future directions in physical activity intervention research: expanding our focus to sedentary behaviors, technology, and dissemination. *J Behav Med*. 2017;40(1):112-126. doi:10.1007/s10865-016-9797-8
39. Petit A, Cambon L. Exploratory study of the implications of research on the use of smart connected devices for prevention: a scoping review. *BMC Public Health*. 2016;16(1). doi:10.1186/s12889-016-3225-4
40. Samdal GB, Eide GE, Barth T, Williams G, Meland E. Effective behaviour change techniques for physical activity and healthy eating in overweight and obese adults: systematic review and meta-regression analyses. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14(1):42. doi:10.1186/s12966-017-0494-y
41. Michie S, Richardson M, Johnston M, et al. The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: Building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Ann Behav Med*. 2013;46(1):81-95. doi:10.1007/s12160-013-9486-6
42. Abraham C, Michie S. A taxonomy of behavior change techniques used in interventions. *Health Psychol*. 2008;27(3):379-387. doi:10.1037/0278-6133.27.3.379
43. Michie S, Ashford S, Sniehotta FF, Dombrowski SU, Bishop A, French DP. A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: The CALO-RE taxonomy. *Psychol Health*. 2011;26(11):1479-1498. doi:10.1080/08870446.2010.540664

44. McKay FH, Slykerman S, Dunn M. The app behavior change scale: creation of a scale to assess the potential of apps to promote behavior change. *JMIR mHealth and uHealth*. 2019;7(1):e111130. doi:10.2196/11130
45. Mascret N, Delbes L, Voron A, Temprado J-J, Montagne G. Acceptance of a virtual reality headset designed for fall prevention in older adults: questionnaire study. *J Med Internet Res*. 2020;22(12):e20691. doi:10.2196/20691
46. Teixeira PJ, Marques MM. Health behavior change for obesity management. *Obes Facts*. 2017;10(6):666-673. doi:10.1159/000484933
47. Alotaibi M. A social robotic obesity management and awareness system for children in Saudi Arabia. *Int J Onl Eng*. 2018;14(09):159. doi:10.3991/ijoe.v14i09.9015
48. Zhang J, Oh YJ, Lange P, Yu Z, Fukuoka Y. Artificial intelligence chatbot behavior change model for designing artificial intelligence chatbots to promote physical activity and a healthy diet: viewpoint. *J Med Internet Res*. 2020;22(9):e22845. doi:10.2196/22845

Supplementary Material 1: Data extracted from selected studies

Table 1. Article, participant, and technology-based intervention characteristics extracted from selected studies

Authors	Year	Country of origin	Study design	Measure time points	Sample size	Sex	Age	Body mass index	Time frame from BS	Participant retention in the trial	Type of technology	General description	Duration of intervention
Mundi et al. ²⁸	2015	United States	Feasibility intervention study Single pre/post-test design	Before and after 12 weeks of the intervention	N=30	27 women 3 men	41.3 ± 11.4	46.3 kg/m ² ± 7.4	207 ± 65 days prior to surgery	66.6% 30 enrolled subjects, 20 completed the study	Mobile application	Smartphone application with video-based educational modules through real-time algorithmic EMA/EMI text messages for various key domains, including for the physical activity-related education modules “decreasing barriers to physical activity” and “increasing quantity of physical activity”	12 weeks
Wiklund et al. ²⁹	2015	Sweden	Two groups Randomized controlled trial	Every day during the week and at the end	N=55 30 in intervention group, 25 in control group	Intervention group: 16 women, 14 men Control group: 14 women, 11 men	Intervention group: 39.9 years ± 11.7 Control group: 44.6 years ± 12.9	Intervention group: 45.2 kg/m ² ± 8.0 Control group: 42.0 kg/m ² ± 3.4	The first post-operative week	83.3% intervention group (36 allocated, 30 follow-up) 83.3% control group (30 allocated, 25 follow-up)	Intervention group: pedometer and step goals Control group: pedometer	Both groups: step counter (SILVA, Ex3 Plus) worn around the neck Intervention group: step goal to achieve (gradually increased from 1000 steps on day 1 to over 4000 steps on day 7)	1 week
Baillot et al. ³⁰	2016	Canada	Intervention study, non-randomized - pre/post-test design Three groups comparison (telePreSET, PreSET, usual care)	Before and after the 12-week intervention	N=29 6 TelePreSET, 12 PreSET, 11 usual care	29 women 0 men	TelePreSET: 44.8 years [39.6 - 54.7] PreSET: 45.1 years [38.6 - 55.1] Usual care: 43.5 years [37.0 - 46.2]	TelePreSET: 46.6 kg/m ² [39.2 - 48.5] PreSET: 44.4 kg/m ² [40.7 - 53.5] Usual care: 48.4 kg/m ² [40.6 - 53.3]	3-6 months before BS	100% TelePreSET 91.7% PreSET 100% usual care	Video-conferencing	2 weekly 80-minute sessions of supervised endurance and strength training delivered in home via telehealth and one weekly unsupervised session	12 weeks

Bradley et al. ³²	2016	United States	Open trial design Single group pre-post design Three groups comparisons: telehealth, exercise, control	Assessment time points included: baseline (within 2 weeks prior to starting the intervention), mid-treatment (after completing the fifth online module), post-treatment (at the completion of the final module), and follow-up (3 months following completion of the final module)	N=20 Completers (n=1) Utilized only (n=5) Enrolled only (n=4)	17 women, 3 men % Women Total sample: 85.0% Completers: 72.7% Utilized only: 100% Enrolled only: 100%	Total sample 54.3 ± 12.1 Completers 50.7 ± 13.7 Utilized only 59.2 ± 5.3 Enrolled only 58.0 ± 12.9	% of weight change was around -26% 2 years prior to the intervention with a weight regain and a percent of weight change around 20% before intervention	Total sample: 5.1 ± 1.0 years post-BS Completers: 5.1 ± 1.1 Utilized only: 5.5 ± 0.7 Enrolled only: 4.6 ± 1.1	55% (20 were enrolled, 11 completed the intervention and post-treatment assessment)	Online module of e-learning	10 weekly online modules associated with 20-minute phone check-ins with a program coach every 2 weeks. Prior to beginning the program, participants were required to complete a brief tutorial, during which their assigned program coach would walk them through the technical components of the online program	10 weeks
Creed et al. ³¹	2016	United States	Three groups Randomized controlled trial: standard care, pedometer use, or exercise counseling plus pedometer	Before surgery, 2, 4, 6 months postoperative	N = 150 Standard care N=50 Pedometer group N=52 Counseling group + pedometer N=48	126 women 24 men Standard care 42 women 8 men Pedometer group 44 women 8 men Counseling group 44 women 8 men	43.2 years ± 11.2 Standard care: 44.2 years ± 11.2 Pedometer group: 41.8 years ± 10.8 Counseling group: 43.6 years ± 11.9	47.7 kg/m ² ± 8.5 Standard care: 47.6 kg/m ² ± 8.0 Pedometer group: 48.4 kg/m ² ± 9.5 Counseling group: 46.9 kg/m ² ± 7.8	Inclusion before bariatric surgery Utilized only: 4.6 ± 1.1	70% included in pedometer group and 35 included in intent-to-treat analyses, 48 included in counseling + pedometer group and 35 included in intent-to-treat analyses	Group 1: pedometer Group 2: pedometer and exercise counseling Group 3: pedometer and exercise counseling plus pedometer	Groups 1 and 2: pedometers were given to participants prior to bariatric surgery, and they were asked to wear them for the first 6 postoperative months. Participants also received a one-page information sheet on using the device and promoting the progressive attainment of 10,000 steps/day; they were also asked to complete an activity journal. Group 2: exercise counseling by an exercise professional in conjunction with routine care and based on self-determination theory principles and motivational interview techniques	6.5 months
Kaviani et al. ³³	2017	Iran	Two groups Randomized controlled trial	At the beginning and at the end of the study	N = 80 (minimally supervised home-based - MSHB N=42; closely supervised gym-based - CSGB N=38)	80 women 0 men	MSHB: 38.37 years ± 7.61 CSGB: 35.67 years ± 6.99	MSHB: 41.70 kg/m ² ± 5.66 CSGB: 42.11 kg/m ² ± 5.07	Inclusion before bariatric surgery, and randomized on after bariatric surgery	100%	Pedometer and telephone follow-up	Participants received a pedometer and were advised (or supervised in the control group) to follow a weekly schedule of walks on 5 days and gym exercise (resistance bands and instructions to use them) on 2 days. Their activity was followed up with phone calls every 2 weeks and monthly visits	20 weeks

Klasanja et al. ³⁴	2020	United States	Single group Pre-post study	Baseline (2 months post-surgery) and after the 4-month intervention for the activPAL device and throughout the intervention for the Fitbit measurements	N=45 38 women 7 men	45.0 years ± 11.9	42.0 ± 5.3	Recruitment 2 months post-surgery	84.3% (51) were enrolled, 43 continued to track activity for the duration of the study	Activity tracker with mobile application, connected weight scale, and SMS-based interventions	Fitbit Charge 2 wrist-worn activity tracker with the Fitbit app to track their food intake to help them stick to the diet prescribed to them after surgery with BariFit text messages as reminders, Withings Body+ digital scale with weekly text messages to encourage them to weigh themselves at least once a week. BariFit messages (up to 5 times per day) to encourage them to be active (library of over 500 text messages): actionable suggestions to walk or disrupt sedentary behavior (walking suggestions – 5- to 10-min walk or anti-sedentary suggestions - stand up and briefly move around if they had been sitting for an extended period of time) and daily adaptive step goals (a fixed 60th percentile of the highest step count achieved over the previous 10 days goal, and variable goals where the goal on the current day was randomized among the 50th, 70th, 90th, and 120th percentiles)	4 months
Murphy et al. ³⁵	2020	United Kingdom	Single group Longitudinal intervention study	Physical activity was automatically recorded every day	N=274 161 women 113 men	44.0 years ± 11.14	46.5 ± 8.6	Pre-surgery and post-surgery	55.5% (494) consent, 274 included in analyses	Mobile application	Participants were invited to download and install two apps. They could use them for as long as they wished, though their activity was only monitored while the study was active. Moves is an application to measure physical activity automatically recorded via smartphones' built-in accelerometer and global positioning system. This application was combined with WLC Companion app to measure weight, mood, wakefulness, and satisfaction. WLC Companion app presented summative information on participants' progress. These apps can prompt behavior changes related to weight loss. The behavioral techniques used in the current study were: goals and planning, feedback and monitoring, and associations (prompts)	No limitation

Voils et al. ³⁶	2020	United States	Single group Pre-post study	Quantitative outcomes: baseline and after 16 weeks Qualitative outcomes: one week, if the 16-week outcome assessment	N=30	6 women 24 men	56.9 years ± 10.0	32.7 kg/m ² ± 6.1	1 year post-bariatric surgery	93.3% (30 completed baseline survey; 28 completed week 16 survey)	Telephone calls	Four weight loss initiation calls delivered weekly (only the third call focused on exercise and lifestyle physical activity), followed by five weight loss maintenance calls delivered biweekly (satisfaction with weight loss outcomes, relapse prevention, weight self-monitoring, social support). Each call had a planned duration of 30-45 minutes	16 weeks
----------------------------	------	---------------	--------------------------------	--	------	-------------------	-------------------	------------------------------	-------------------------------	---	-----------------	---	----------

Table 2. Proximal and distal physical activity outcomes, authors' conclusions and study limitations extracted from selected studies

Authors	Adherence	Duration of technology use	Physical activity outcome measures	Physical activity outcome results	Authors' conclusions	Study limitations
Mundi et al. ²⁸	70.9 ± 27.3% completion of education modules 30.7 ± 21.7% EMA were answered	The response rate was highest in week 1 and continued to decrease until week 10. We also noted a response rate rise in later weeks that correlated with subjects' return visit notification (phone contact by scheduling staff), reflecting a possible increase in engagement once a follow-up provider visit was scheduled.	Investigator-created bariatric surgery knowledge questionnaire IPAQ-SF Ease of use Reliability of app Appropriateness of content Weight and BMI	Small increase in nutrition knowledge (26.0±2.5 to 27.3±2.0, p=07) More engaged in healthy lifestyle (n=12/20, 60%), including moderate-to-vigorous activity (n=12/20, 60%) Better food choices (n=13/20, 65%) the app fit into their routine somewhat easily or very easily (n=12/20, 60%), perfect amount of EMA messages (n=8/20, 40%), motivated them to become healthier (n=10/20, 50%), more connected to the care team (n=18/20, 90%), likelihood of long-term weight loss (n=19/20, 95%); satisfied or very satisfied with its use (n=16/20, 80%) Decrease in weight (127.4 ± 27.5; 123.9 ± 28.6; p=006) and BMI (46.3 ± 7.4; 45.1 ± 8.5; p<.001) between baseline and end of study	This study is the first to reveal the feasibility of using a smartphone app in the education and engagement of patients prior to bariatric surgery. The app was well-received based on subject satisfaction scores and revealed trends toward positive behavior change and increased weight loss. Randomized trials are necessary to delineate true efficacy	The overall response rate was less than 50% for EMA text messages. The number of daily EMA messages was intentionally limited We also limited the time in which our subjects could respond to a given EMA message Other limitations of our study include the high dropout rate, with only 66% (20/30) of enrolled subjects completing the study and 33% (10/30) eventually undergoing bariatric surgery
Wiklund et al. ²⁹	>60% of the intervention group reached the step goal	1 week	Number of steps walked - every day during the week Postoperative recovery profile: Hours sitting, lying or sleeping - every day during the week Number of steps perceived as being too high, just right, too low, or much too low	Significant differences between the groups in number of steps taken during 4 of the days (days 2, 5, 6, and 7) in the first postoperative week (p<.05) In the intervention group, >60% participants managed to reach the goal during the week. On the first two postoperative days, 79 and 93% of those fulfilled the goal Perception of the goals to be set at the right level except for the second day (too few) No significant difference in times spent sitting or lying between groups No difference of the postoperative recovery profile between groups No side effects of the intervention recorded	Goals set for steps to take per day increase the number of steps walked in patients undergoing gastric bypass surgery. Step counters and predefined goals can be used to facilitate mobilization after obesity surgery	Absence of measure of the preoperative physical activity level Formulation of the goal (higher goals may be set to further increase PA, tell participants not only to reach that goal but also to try to take as many steps as possible) Lack of objective and reliable registrations of time spent sitting or lying The knowledge that simply wearing a step counter can influence the number of steps taken. The control group also wore the step counter Patients may have shaken the step counter to show more steps

<p>Baillot et al.³⁰</p>	<p>Attendance rate of the total exercise sessions: 88.9% [68.7 – 93.8]</p>	<p>12 weeks</p>	<p>Telehealth patient's perception questionnaire Healthcare satisfaction questionnaire Maximal aerobic capacity with a treadmill symptom-limited cardiac exercise test 6MWT HR throughout the 6MWT Sit-to-stand test Half-squat test Arm curl test Laval questionnaire Physical exercise belief questionnaire PA benefits and psychological barriers</p>	<p>Absolute 12-week changes 6MWT distance (m): 22.5 (10.3-30.0) - $p < .05$ compared to baseline and compared to usual care Heart cost (m/beats/min): 0.1 (0.3-0.4) - no difference compared to baseline and $p < .05$ compared to usual care Sit-to-stand repetitions (n): 1.5 (1.0-6.0) - $p < .05$ compared to baseline and no difference compared to usual care Half-squat test time (s): 16.5 (3.5-28.0) - no significant difference compared to baseline or usual care Arm curl repetitions (n): 6.0 (2.8-10.0) - $p < .05$ compared to baseline and compared to usual care Maximal aerobic capacity (METs): 1.5 (0.0-2.0) - $p < .05$ compared to baseline and no difference compared to usual care</p>	<p>Greater attendance of the TelePreSET group than the PreSET group Significant improvement in the 6MWT distance and the number of arm curls and sit-to-stand repetitions In-home supervised exercise training via telehealth could provide better access to exercise training for patients compared to in-hospital sessions Results suggest that TelePreSET in women awaiting BS is feasible and seems effective to improve physical fitness. Further larger studies with randomized design and complete lifestyle intervention in telehealth are now required to confirm the benefits of this promising mode of delivery</p>	<p>Small sample size and the specificity of our sample; women having already received lifestyle intervention No assessment of professional satisfaction was performed Desirability bias as they were obtained only for participants who accepted the intervention</p>
<p>Bradley et al.¹²</p>	<p>Out of the 20 participants who enrolled in the study (i.e., completed the tutorial and baseline assessment), 12 completed 8 modules (60.0 %). For program utilizers, 77.5% of phone calls were completed.</p>	<p>12.2 ± 4.0 weeks; first two participants: 20.2 ± 0.1 weeks; next participants with reminders: 10.4 ± 0.6 weeks</p>	<p>Helpfulness, ease of use, level of engagement on a 3-point scale Participants weighed themselves three times during each assessment Paffenbarger Physical Activity Recall, interview-based measure for assessing physical activity Physical Activity Acceptance Questionnaire</p>	<p>(N=1) High acceptability ratings: helpfulness of ABT strategies (5.5/5 ± 0.8), satisfaction with the program (4.7/5 ± 0.6), confidence in recommending the program to others (4.7/5 ± 0.6) Acceptability: 71.1% rating "very" helpful, 90.6% rating "very" easy to use, 78.7% rating "very" engaging Weight loss (N=10) Treatment completers demonstrated significant weight loss from pre-to post-treatment (5.1 ± 5.5%, 5.9±6.5kg. (1/10)=3.02, $p=0.01$), and a weight losses maintenance at 3-month follow-up (0.6 ± 6.1%) Physical activity (PAAQ): baseline 45.6 ± 13.6; post-treatment 54.3 ± 11.7; (1/10)=2.22, $p=0.05$, $d=0.69$</p>	<p>Preliminary support for the use of a remotely delivered acceptance-based behavioral intervention for weight regain after bariatric surgery. This pilot study supported the feasibility, acceptability, and preliminary efficacy of this novel 10-module online program. Preliminary effectiveness was also supported, with clinically significant weight losses observed</p>	<p>Open trial design: observed outcomes cannot be definitively attributed to any particular aspect of the intervention Effects of phone coach calls are unknown Short follow-up period (3 months) Self-measure weight using home scales Treatment acceptability was assessed at post-treatment; acceptability ratings might be confounded with treatment response Small sample size Individuals mostly living in close proximity to the Philadelphia area (and many who received surgery from the same hospital)</p>

Creel et al. ³¹	N.A. No information was given on the number of days the pedometer was worn	6 months	GT3X accelerometer (step count and bout minutes per week) Submaximal graded exercise test on a treadmill Weight scale	Step counts differed significantly by treatment group ($p=0.01$) and time ($p<0.001$); counseling group having more steps than pedometer and standard care groups and this difference emerged at 4 months. At 6 months post-operative: counseling group=6787 steps/day; pedometer group=5325 steps/day; standard care group=5253 steps/day Physical activity bout minutes/week differed significantly by treatment group ($p<0.05$) and time ($p<0.001$); counseling group having more steps than pedometer and standard care groups. At 6 months postoperative: counseling group=90 min/week; pedometer group=44 min/week; standard care group=940 min/week By comparison before bariatric surgery, the percentage of individuals with no physical activity bouts was 63.9% in standard care group, 44.1% in pedometer group, and 31.4% in counseling group ($p<0.05$) Sedentary and light activity did not differ across time or by group Overall, individuals had a significant positive change in exercise tolerance from pre- to 6-month postoperative measures, but no group differences BMI decreased from 47.3 ± 0.8 kg/m ² pre- to 33.4 ± 0.6 kg/m ² 6 months postoperative, but with no significant group differences	Counseling group had more steps and bout minutes/week than standard care and pedometer groups, demonstrating that combining self-monitoring, education, and a collaborative approach to exercise promotion can be effective. Contrary to the first hypothesis, pedometer group was not superior to standard care Individualized exercise counseling before bariatric surgery and in pairs of sessions every 2 months after surgery can increase physical activity for up to 6.5 months postoperatively This schedule of exercise counseling is superior to surgery alone, but it may not yield recommended physical activity levels. Providing pedometers to patients before surgery without ongoing support and feedback may not be more effective than surgery alone	It is possible that the pedometer effect would be detected with a larger sample size No physical activity differences controlled before preoperative randomization No blinding of assessors, interventionists, and participants Volunteers may have a different constellation of motivators, barriers, and beliefs related to physical activity than those who do not participate
Kaviani et al. ³³	100% - no participants were reported as lost to follow-up or discontinued intervention	20 weeks	Weight and heights FDS, insulin level, TG, LDL, HDL HOMA _{1R} , insulin resistance indicator	Both groups increased their lipid profile and insulin resistance Only the CSGB had a greater BMI loss than the MSHB group (-8.61 ± 2.76 ; -5.18 ± 3.89 , $p<0.001$)	Postoperative exercise training in obese females undergoing bariatric surgery should not necessarily be under a doctor's close supervision. Evidence shows that even remote and creative minimal supervision can be similarly helpful. However, application of this conclusion in medical practice is not yet logical because the study had a sample size of 80, which is not enough to apply to medical practice, and thus more focused studies are suggested	The exact effect of each of bariatric surgery and physical activity intervention cannot be inferred from these data Ethics and morals did not let us design studies with control groups with no physical activity program No presurgical exercise program as a lifestyle modification on physical fitness Most typical gyms do not admit morbidly obese individuals, meaning limited exercise fields for these individuals

Klasnja et al. ³⁴	64.4% 29 participants provided activPAL data at follow-up among the 45 participants who connected their Fitbit accounts with the BariFit system	4 months	<p>Steps per day over 1 week measured by the activPAL device</p> <p>Sitting time, standing time, and sit-to-stand transitions</p> <p>Fitbit steps: difference in the average daily step count between the first 2 weeks and the last 2 weeks of the intervention, average weekly Fitbit step count</p> <p>Adherence: Fitbit data extracted using the Fitbit API (any day with at least 500 steps) for diet (any day with any logged calories) and weight (any day with a weight measurement)</p> <p>Adaptive goals: difference in the average daily step count, as measured by Fitbit</p> <p>Activity suggestions: Fitbit step count in the 30 min following the randomization of suggestion delivery</p>	<p>Adherence: 95.6% of participants still had Fitbit step data on at least 4 days during the 16th week of the study. However, adherence to tracking food and weight decreased over time</p> <p>Pre-post differences (activPAL, N=29): increased by 1866 steps from baseline to the final week of the study ($p=0.007$), reduction about 41.4 min/day ($p=.07$), sit-to-stand transitions increased by almost 5 per day. Stepping time increased by 21 min/day ($p=.02$)</p> <p>Pre-post differences (Fitbit, N=43): no significant change in the average daily step count between the first 2 weeks (mean=6749, SD=3077) and the last 2 weeks (mean=7039, SD=2965) of the active intervention, indicating that early intervention gains persisted over the 4-month period</p> <p>Longitudinal trend in activity: the mixed-effects model showed a nonsignificant effect for the week in study ($p=0.233$), indicating that the weekly step counts remained stable over the course of the 16-week intervention</p> <p>Effects of adaptive goal-setting strategies: the ANCOVA model showed that the average daily step count under the variable-percentile goals was 1141 steps higher compared with fixed-percentile goals averaged over the rest-day factor, controlling for the step count during the baseline week. This effect ($p=.096$) met the .1 alpha level typically used in optimization experiments but was not statistically significant at the .05 level. The effects of the adaptation algorithm and rest days among the 23 activPAL completers were not significant</p> <p>Effects of activity suggestions: neither the model for all activity suggestions ($p=.64$) nor the model that separated the effects of walking ($p=.34$) and anti-sedentary suggestions ($p=.84$) showed a significant effect on the 30-min step count averaged over the duration of the study</p>	<p>Results showed that low-touch mHealth approaches to lifestyle support are feasible for bariatric patients and that they may improve steps comparably to more resource-intensive physical activity interventions. The high levels of adherence and the persistence of activity improvements indicate that mHealth interventions are a promising method for providing pragmatic bariatric lifestyle support that is low-burden both for clinicians and patients</p>	<p>Convenience sample - it might not be representative of the general bariatric surgery population</p> <p>Not randomized controlled trial - the pre-post differences should be interpreted with caution</p> <p>Problems with activPAL data collection resulted in a reduced sample with complete pre-post data, raising the possibility that the pre-post results were biased</p> <p>Lack of native application in BariFit meant that activity suggestions could only be partially tailored to participants' context</p> <p>Design of this study did not allow the estimation of the individual contributions of each intervention component (Fitbit tracker and app, adaptive goals, and activity suggestions)</p>
------------------------------	--	----------	---	---	--	---

<p>Murphy et al.³⁵</p>	<p>Of the 494 participants recruited, only 272 (55%) had sufficient data to be included</p>	<p>Of the 274 participants' activity, the following was tracked for a median of 131 days (range=1-420, IQR=36-148): Pre-surgery (N=107): median of 62 days (range=1-245, IQR=27-119) Post-surgery (N=131): median of 67 days (range=1-245, IQR=32-133). Pre- to post-surgery (N=36): median of 51 days (range=2-117, IQR=23-63) through post-surgery for a median of 62 days (range=11-176, IQR=39.25-124.5)</p>	<p>Steps per day, duration of walking, MVPA, bouts of MVPA lasting ≥ 10 min Mood, wakefulness, satisfaction on a 5-point Likert scale Facilitators and barriers participants experienced using the apps (13 domains measured assessed with 3 to 11 items)</p>	<p>Pre-surgery: median number of steps per day was 1130 (range=195-4345, IQR=536.5-1773), walk a median of 15.48 min per day (range=2.67-48.13, IQR=7.27-21.18). 18.6% achieved at least 30 min of activity daily, 46.5% engaged in MVPA for a median of 5.81 min per day (range=0.30-108.6, IQR=0.58-4.21). Only 28.5% engaged in at least 1 bout of 10-min MVPA per day for a median of 19.12 min (range=11.5-32.52, IQR=15-22.01) Post-surgery: median number of steps per day was 1460 (range=138-4159, IQR=753-2391), walk a median of 19.57 min per day (range=2.25-72.74, IQR=10.07-27.53), 24.3% achieved at least 30 min of activity daily, 73.5% engaged in MVPA for a median of 12.05 min per day (range=0.14-70, IQR=0.35-5.57). Only 39.5% engaged in at least 1 bout of 10-min MVPA per day for a median of 27.21 min (range=10.01-60, IQR=13.55-35.48). Pre-to-post-surgery: compared to pre-surgery activity levels, initial post-surgery activity decrease. But months 3 to 6, post-surgery activity levels roughly resumed their pre-surgery levels and then stabilized</p>	<p>Patients' physical activity does not change significantly after bariatric surgery, and their MVPA often remains below recommended levels. Patients' lack of physical activity post-bariatric surgery is one of several reasons why 10-20% of patients fail to achieve optimal weight loss after receiving bariatric surgery. Developing reliable, low-cost, and non-invasive technology to help remotely monitor patients' physical activity could enable practitioners to support patients who are not active enough precisely when they need that help</p>	<p>High attrition rate The two apps did not work together as seamlessly as possible The current study's inclusion criteria liberally including participants who only had 1 day's data. Future studies may set more conservative criteria for data inclusion Several participants reported that they did not tend to keep their phone on their person, and so short walking trips were often not recorded WLCompanion recorded fewer days than the Moves app, this finding underscores the importance of automatically collecting data when possible</p>
-----------------------------------	---	--	---	--	---	---

Health-related variables: 117 participants entered their weight, mood, wakefulness, and satisfaction 12 days on average. Participants with more positive moods tended to move faster ($R^2=0.07$, $F(89,1938)=1.74$, $p<0.01$; mood $B=0.07$, $p=0.04$)
Mood, satisfaction and age significantly contributed to the model for steps per day ($R^2=0.32$, $F(89,1939)=10.22$, $p<0.001$; mood $B=0.19$, $p=0.001$, satisfaction $B=0.10$, $p=0.001$; age $B=0.92$, $p<0.001$) and to the model for duration of activity ($R^2=0.32$, $F(89,1939)=10.98$, $p<0.001$; mood $B=0.19$, $p=0.001$, satisfaction $B=0.14$, $p<0.001$; age $B=0.77$, $p<0.001$)
Barriers and facilitators: the domain with the lowest scores included "Environmental context and resources" (median=2.95), "Beliefs about capabilities" (median=3.00), and "Emotions" (median=3.11). The domain with the highest scores included "Intentions" (median=5.00), "Belief about consequences" (median=4.00), and "Social Identity" (median=4.00)

<p>Voils et al.³⁶</p>	<p>33.3% received all 9 intervention calls (10 out of 30) The mean number of calls received (out of a maximum of 9) was 7.8 (SD=1.3, median=8, min=4, max=9) - 86.7%</p>	<p>16 weeks</p>	<p>Self-reported weight IPAQ - Short form for telephone Physical activity self-efficacy Satisfaction with outcomes Physical activity social support Qualitative interviews to address frequency and content of follow-up appointments with the bariatric team and primary care provider, needs unmet by clinical care; workbook content and mode of delivery; recall and relevance of the four maintenance constructs, and intervention dose</p>	<p>Intervention delivery and adherence: All participants who received <9 calls missed the calls due to the difficulty of scheduling the weekly initiation calls within a narrow window (±4 days) rather than dropout/withdrawal from the intervention Weight: medical record 214.9 (±44.3) to 213.7 (±44.1) lb; self-reported 206.3 (±35.7) to 208.3 (±44.3) lb Participants reported increasing their walking, moderate and total physical activity measured by the IPAQ (walking: 821.4 ± 965.5 to 1271.7 ± 1221.0, effect size 0.38 with 95%CI: 0.07, 0.69; moderate intensity: 342.7 ± 450.0 to 893.4 ± 1371.3, effect size 0.52 with 95%CI: 0.06, 0.97; vigorous intensity: 1124.0 ± 1445.2 to 1424.3 ± 1636.9, effect size 0.23 with 95%CI: -0.25, 0.72; total physical activity: 2288.0 ± 1942.7 to 3589.4 ± 3237.8, effect size 0.49 with 95%CI: 0.11, 0.86 Participants reported increases in family support for physical activity (2.7 ± 0.8 to 3.0 ± 0.9, effect size 0.46 with 95%CI: 0.13, 0.78) and no difference reported for friend support for physical activity (2.5 ± 1.1 to 2.8 ± 1.0, effect size 0.24 with 95%CI: -0.16, 0.63) No differences were reported for recovery and maintenance self-efficacy (respectively, 3.5 ± 0.5 to 3.3 ± 0.7, effect size 0.10 with 95%CI: -0.36, 0.57; and 3.3 ± 0.6 to 3.4 ± 0.5, effect size 0.25 with 95%CI: -0.10, 0.60) Treatment acceptability (qualitative interviews conducted with 22 participants): participants appreciated the opportunity to relearn instructions provided by the bariatric team members, particularly because some did not attend all follow-up visits due to travel distances. Timing (1-year post-surgery) was appropriate for some participants, whereas others would have appreciated earlier intervention (6-9 months post-surgery). Participants found calls helpful. A few participants did not find it helpful to plan for high-risk situations because they were entrenched in new healthy habits and did not perceive risks of relapsing. All but one person identified a support person. Many participants consulted the study materials between intervention calls and all reviewed them with the registered dietitian during calls. Some participants reported that they would appreciate receiving the materials electronically instead of as a hard copy by mail. Regarding dosing, participants appreciated more frequent contact initially but would have preferred less frequent long-term follow-up. They found the call duration adequate. A few participants expressed the desire for longer call windows due to scheduling difficulties</p>	<p>This nonrandomized early-phase study allowed to develop an accurate method of identifying eligible patients, evaluate recruitment and retention processes, refine intervention content, establish treatment acceptability for participants, and establish feasibility of collecting an outcome from the EMR. An adequately powered RCT is warranted to determine if the intervention yields clinically meaningful reductions in weight regain among patients who receive bariatric surgery compared to a comparison group that does not receive this intervention</p>	<p>Lack of generalizability: to other settings, to patients with small catchment areas where frequent in-person follow-up is possible and preferred, to women (mostly men included)</p>
----------------------------------	--	-----------------	--	---	--	---

Synthèse de l'étude 1

Plusieurs revues se sont intéressées aux effets des technologies de promotion de l'activité physique dans le cadre de l'obésité (Cotie et al., 2018; de Vries et al., 2016; Flores Mateo et al., 2015; H.-N. Kim & Seo, 2019; Raaijmakers et al., 2015; Yen & Chiu, 2019). Cependant, peu d'études ont porté sur ces technologies dans le contexte de la chirurgie bariatrique (Raaijmakers et al., 2015). L'objectif de cette première étude était de synthétiser les connaissances scientifiques actuelles, dans le domaine émergent des technologies de promotion de l'activité physique en pré- et post-chirurgie bariatrique, à l'aide d'une revue de leur acceptabilité et de leurs effets.

Les articles publiés en anglais, entre janvier 2000 et décembre 2020, sur la e-santé, la chirurgie bariatrique et l'activité physique, ont été identifiés par des recherches électroniques. L'identification, l'extraction des données, et la synthèse des données extraites ont été réalisées indépendamment par deux codeurs (MH et JG) et les désaccords ont été résolus par consensus.

Au total, neuf articles ont été retenus dans la synthèse (Baillot et al., 2016; Bradley et al., 2017; Creel et al., 2016; Kaviani et al., 2017; Klasnja et al., 2021; Mundi et al., 2015; Murphy et al., 2020; Voils et al., 2020; Wiklund et al., 2015). Toutes les études intégrées ont été publiées en 2015 ou après, et la plupart ont été réalisées aux États-Unis (n=5). Les neuf études incluses portaient sur 602 patients (411 femmes, 68,3%).

Les interventions mobilisaient différents types de technologies (e.g., vidéoconférence, applications mobiles, modules web, appels téléphoniques, interventions avec plusieurs technologies). La durée recommandée d'activité physique variait selon les études d'une semaine à 6,5 mois. Seule une étude a analysé les techniques du changement de comportement qui composait la technologie (Murphy et al., 2020). Huit études ont montré une augmentation significative de l'activité physique entre la pré- et la post-intervention technologique. Pour les trois études ayant des groupes contrôles, aucune étude n'a montré de différences significatives entre le groupe contrôle et le groupe technologique. Nous avons identifié cinq études mesurant des construits relatifs à l'acceptabilité des technologies et montrant des scores relativement élevés. La satisfaction des participants envers les interventions technologiques était plutôt élevée dans les cinq études l'ayant mesurée. L'adhésion aux interventions technologiques était plutôt élevée dans l'ensemble des études.

Cette revue systématique a mis en évidence les effets prometteurs des technologies de promotion de l'activité physique en contexte de chirurgie bariatrique, avec des taux élevés d'acceptabilité des technologies, d'adhésion, et de satisfaction des participants. Cependant, des essais interventionnels randomisés contrôlés sont nécessaires afin de confirmer ces résultats préliminaires. Nous avons souligné certaines lacunes dans les connaissances et la manière dont les études futures peuvent être améliorées. Plus précisément, nous avons identifié qu'il est

nécessaire de mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent les effets des technologies de promotion de l'activité physique. Ce constat rejoint les éléments mis en évidence dans la problématique de ce travail doctoral et permettent ainsi de légitimer les questions posées, en particulier dans le contexte de la chirurgie bariatrique.

Les effets prometteurs des technologies de e-santé offrent de nouvelles perspectives pour la promotion de l'activité physique. Cependant, seuls 45% des interventions technologiques sont fondées sur des théories, et les mécanismes d'acceptabilité sont insuffisamment étudiés (Orji & Moffatt, 2018; Petit & Cambon, 2016). L'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2* (UTAUT2) (Venkatesh et al., 2012) est aujourd'hui le modèle le plus intégratif et parcimonieux pour l'étude de l'acceptabilité *a priori* des technologies (Alkhwaldi & Kamala, 2017; Chang, 2012). Bien qu'il ait déjà été adapté dans plusieurs langues (e.g., allemand, turc, portugais), aucune version française validée n'était disponible. L'étude 2 avait pour objectif d'adapter l'UTAUT2 au contexte de la e-santé, et de valider cet outil auprès d'une population française.

Etude 2.

The French eHealth Acceptability Scale using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 Model: *Instrument Validation Study*^{1,2}

¹ Cette étude a fait l'objet d'une publication :

Hayotte, M., Théroouanne, P., Gray, L., Corrion, K., & d'Arripe-Longueville, F. (2020). The French eHealth acceptability scale using the unified theory of acceptance and use of technology 2 model: Instrument validation study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(4), e16520. <https://doi.org/10.2196/16520>

² Cette étude a fait l'objet d'une communication affichée :

Hayotte, M., Théroouanne, P., Corrion, K., & d'Arripe-Longueville, F. (2019, August 22-24). Acceptability of e-health technologies: a preliminary validation of a French scale based on the unified theory of acceptance and use of technology-2 [Poster presentation]. 1st International Conference on Human Interaction & Emerging Technologies, Nice, France.

L'étude 2

JOURNAL OF MEDICAL INTERNET RESEARCH

Hayotte et al

Original Paper

The French eHealth Acceptability Scale Using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 Model: Instrument Validation Study

Meggy Hayotte¹, MSc; Pierre Thérouanne², PhD; Laura Gray¹, PhD; Karine Corrion¹, PhD; Fabienne d'Arripe-Longueville¹, PhD

¹Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé, Université Côte d'Azur, Nice, France

²Laboratoire d'Anthropologie et de Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales, Université Côte d'Azur, Nice, France

Corresponding Author:

Meggy Hayotte, MSc
 Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé
 Université Côte d'Azur
 261 Boulevard du Mercantour
 Nice, 06200
 France
 Phone: 33 4 89 15 39 52
 Email: meggy.hayotte@etu.univ-cotedazur.fr

Abstract

Background: Technology-based physical activity suggests new opportunities for public health initiatives. Yet only 45% of technology interventions are theoretically based, and the acceptability mechanisms have been insufficiently studied. Acceptability and acceptance theories have provided interesting insights, particularly the unified theory of acceptance and use of technology 2 (UTAUT2). In several studies, the psychometric qualities of acceptability scales have not been well demonstrated.

Objective: The aim of this study was to adapt the UTAUT2 to the electronic health (eHealth) context and provide a preliminary validation of the eHealth acceptability scale in a French sample.

Methods: In line with the reference validation methodologies, we carried out the following stages of validating the scale with a total of 576 volunteers: translation and adaptation, dimensionality tests, reliability tests, and construct validity tests. We used confirmatory factor analysis to validate a 22-item instrument with 7 subscales: Performance Expectancy, Effort Expectancy, Social Influence, Facilitating Conditions, Hedonic Motivation, Price Value, and Habit.

Results: The dimensionality tests showed that the bifactor confirmatory model presented the best fit indexes: $\chi^2_{173}=434.86$ ($P<.001$), $\chi^2/df=2.51$, comparative fit index=.97, Tucker-Lewis index=.95, and root mean square error of approximation=.053 (90% CI .047-.059). The invariance tests of the eHealth acceptability factor structure by sex demonstrated no significant differences between models, except for the strict model. The partial strict model demonstrated no difference from the strong model. Cronbach alphas ranged from .77 to .95 for the 7 factors. We measured the internal reliability with a 4-week interval. The intraclass correlation coefficients for each subscale ranged from .62 to .88, and there were no significant differences in the t tests from time 1 to time 2. Assessments for convergent validity demonstrated that the eHealth acceptability constructs were significantly and positively related to behavioral intention, usage, and constructs from the technology acceptance model and the theory of planned behavior.

Conclusions: The 22-item French-language eHealth acceptability scale, divided into 7 subscales, showed good psychometric qualities. This scale is thus a valid and reliable tool to assess the acceptability of eHealth technology in French-speaking samples and offers promising avenues in research, clinical practice, and marketing.

(*J Med Internet Res* 2020;22(4):e16520) doi: [10.2196/16520](https://doi.org/10.2196/16520)

KEYWORDS

telemedicine; validation study; factor analysis, statistical; surveys and questionnaires; acceptability

<https://www.jmir.org/2020/4/e16520>

J Med Internet Res 2020 | vol. 22 | iss. 4 | e16520 | p. 1
 (page number not for citation purposes)

Introduction

Background

Technology-based interventions to promote healthy behavior have been an emerging field of research for the past 10 to 20 years [1,2]. Among the healthy behaviors that are promoted, technology-based physical activity has brought to light new opportunities for public health interventions [3]. Several studies have evaluated the prospects of technologies such as exergames and active videogames [4], virtual reality [5], wearable physical activity trackers [6], website-delivered physical activity interventions [7], mobile phone apps [8,9], and video conferencing [10]. Electronic health (eHealth) physical activity promotion technologies have been designed not only for healthy adults [8], but also for vulnerable people in health care contexts, including cancer survivors [11,12], those in need of treatment for overweight and obesity [13,14] or cardiac rehabilitation [15], and older people [16,17]. All these technologies are popular (ie, positive assessment by many), with promising and reported positive outcomes [11-17]. However, the phenomena of usage cessation and losses to follow-up (ie, the law of attrition) are common problems [18]. Moreover, only 45% of the technology interventions are theoretically based, and the acceptability mechanisms have been insufficiently studied [1,19].

Acceptability and acceptance theories have provided interesting insights [20,21] into why some tools are chosen, accepted, and used more than others. The literature on acceptability and acceptance has emerged in different fields (eg, ergonomics, social psychology, management science) [22]. However, the acceptability and acceptance concepts have not been formally defined [23], and the distinction between the two has been based on the temporality of usage [21]. Acceptability refers to the a priori perceived use, whereas acceptance refers to the actual use [22]. Based on the proposed definitions [23], we define acceptability in this paper as the psychological antecedents of the behavioral intention to use technology without experience of the system. In the field of social psychology, the theory of reasoned action and the theory of planned behavior (TPB) [24,25] hold that attitudes and representations determine behavioral intention and real behavior [22]. These theories are the foundation for the technology acceptance model (TAM) [26], the most frequently used model in health informatics [27]. Nevertheless, several extensions have been proposed—TAM2 [28] and TAM3 [29]—revealing that the original TAM was not optimal in eHealth [27]. The unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT), particularly its extension, UTAUT2, is today the most complete model, as it combines theory of reasoned action, TAM, a motivational model, TPB, a combined TPB and TAM, a model of personal computer use, diffusion of innovations theory, and social cognitive theory [29-31]. The UTAUT2 comprises 26 items divided into 8 constructs: Performance Expectancy (PE, 3 items), Effort Expectancy (EE, 4 items), Social Influence (SI, 3 items), Facilitating Conditions (FC, 4 items), Hedonic Motivation (HM, 3 items), Price Value (PV, 3 items), Habit (HT, 3 items), and Behavioral Intention (BI, 3 items).

Acceptability assessments in several studies in eHealth contexts have been based on tools without or with only partially demonstrated psychometric qualities [32,33]. However, to ensure the quality of future research, it is necessary to have scales with validated psychometric qualities [34]. The UTAUT model can be considered as a relevant framework for assessing the acceptability of eHealth, particularly for patient-centered assessment [20]. Yet, for theoretically based technologies in the health and wellness field, only 2 studies have been based on the UTAUT model [1], and 2 were conducted in France [27]. The scarcity French studies [1,27] may be due to the absence of validated scales in French to evaluate acceptability. To our knowledge, validated scales in the French language have been based on the TAM model [35] or on other definitions of acceptability in which the concept of acceptability is merged with the definition of usability [22,36]. The UTAUT2 [31] has already been translated into other languages (eg, German [37], Turkish [38], and Portuguese [39]) and has proven its validity; however, the psychometric qualities of the scales have been only partially demonstrated.

Objective

The aims of this study were to adapt the UTAUT2 [31] to the eHealth context and to validate this version, which we called the eHealth acceptability scale, in French-speaking samples. This validated tool would allow for the development of further studies in this field.

Methods

Study Design

In line with the guidelines for scale validation from Vallerand et al [40] and Boateng et al [41], we conducted successive stages: translation and adaptation, dimensionality tests, reliability tests, and construct validity tests.

We managed the administration of the scale using LimeSurvey CE, version 2.06+ (LimeSurvey CE). We distributed the scale link by email or face-to-face at the end of students' courses. We also distributed the link by email to health professionals and adults registered for adapted physical activity. In addition, we posted the link online via social media networks.

Study Population

We recruited participants in various categories of the general population: students (studying sports, psychology, management, and computer science at a university in the South of France), health professionals (in the field of obesity), and adults with health conditions (ie, diabetes, cardiovascular disease, and obesity) registered for adapted physical activity sessions. To conduct the successive stages of validation, we divided the participants into 5 sample groups.

This study was approved by the French National Commission for Information Technology and Civil Liberties (authorization no: UCA-E18-00), and all participants gave their electronic consent before participation.

Measures

Sociodemographics

The sociodemographic information, provided by all participants after they had completed the scale items, included their sex, year of birth, education level, and professional status.

eHealth Acceptability Scale

The UTAUT2 [31], originally developed in English in the field of mobile internet use, has 2 sections, 1 for the UTAUT2 scale comprising 26 items divided into 8 constructs, and the other for assessing the usage frequency of various apps for mobile internet. According to the definition we chose, acceptability corresponds to the psychological antecedents of the behavioral intention to use technology without experience of the system. Based on this definition, we excluded BI from the eHealth acceptability scale.

We produced this French adaptation of the UTAUT2 scale using the back-translation method [42]. Original items were translated individually by 4 researchers in the field of psychology and compiled to obtain a single French version. This French version was back-translated by 4 researchers unaware of the original version. The back-translators were subsequently asked to compare their own translation with the original to specify the differences. Differences were noted for 2 items, which were adjusted with the same procedure until all back-translators concluded that there was no difference. We then used a committee approach to replace mobile internet with a global expression that would include all the eHealth apps. We chose information and communication technologies for health, abbreviated as ICT for health, in reference to the wording used in a similar French questionnaire [36].

The preliminary version of the eHealth acceptability scale comprised 23 items divided into 7 subscales: PE (3 items), EE (4 items), SI (3 items), FC (4 items), HM (3 items), PV (3 items), and HT (3 items). Participants answered on a 7-point scale with labeled anchors ranging from 1, “strongly disagree,” to 7, “strongly agree.” We chose this 7-point scale because the participants were not familiar with the study context [43]. We administered this preliminary version of the eHealth acceptability scale to samples 1 to 3 and its adjusted form after the first confirmatory factor analysis (CFA) to samples 4 and 5. Sample 5 participants completed the scale a second time after 4 weeks for the test-retest reliability assessments.

Behavioral Intention

BI comes from the original UTAUT2 [31]. The 3 items were translated following the same procedure described above. The participants in all samples answered on a 7-point scale with labeled anchors ranging from 1, “strongly disagree,” to 7, “strongly agree.” BI was theoretically positively related to the constructs of the eHealth acceptability scale.

Usage

We measured usage in all samples as the frequency of eHealth technology use on a 7-point scale ranging from 1, “never,” to 7, “many times per day,” for 5 technologies: mobile health apps, forums or social networks for health, videos for health management, exergames or active video games, and health

trackers. Usage was theoretically positively related to the constructs of the eHealth acceptability scale, especially FC and HT [31].

Technology Acceptance Model Constructs

Perceived Ease of Use (PEOU, 5 items), extracted from the TAM [26,35], was theoretically positively related to the constructs of the eHealth acceptability scale, especially EE [30]. This subscale was measured on a 7-point scale with labeled anchors ranging from 1, “strongly disagree,” to 7, “strongly agree.” Only the sample 4 participants completed this subscale to test for convergent validity.

Theory of Planned Behavior Constructs

Subjective Norms (SN, 3 items) and Perceived Behavioral Control (PBC, 5 items) extracted from the TPB [44,45] were theoretically positively related to the constructs of the eHealth acceptability scale, especially SI and FC [30]. These subscales were measured on 7-point scales with labeled anchors ranging from 1, “strongly disagree,” to 7, “strongly agree.” Only the sample 4 participants completed these subscales to test for convergent validity.

Statistical Analyses

We performed all statistical analyses with IBM SPSS version 23 (IBM Corporation) and IBM SPSS Amos version 23 (IBM Corporation). We examined the missing data trends. The cutoff for an acceptable percentage of missing data has not been well established in the literature [46]. However, 5% is considered inconsequential [47], and the risk of statistical bias is considered when the rate is higher than 10% [48]. In our global sample, the missing rate was under 10%. For structural equation modeling, the maximum likelihood estimation and the multiple imputation for handling missing data presented close to equivalent good properties [49]. We applied the maximum likelihood estimations (considered the standard for structural equation models [46]) to be used in Amos v23.

Tests of Dimensionality

We ran tests of dimensionality using maximum likelihood estimation CFA in structural equation modeling according to several models [50]. We used the following indicators to assess competence of the model fit [51-54]: chi-square (significant values $P \leq .05$), chi-square over degrees of freedom (significant values ≤ 3.00), comparative fit index (CFI; value $> .90$), Tucker-Lewis index (TLI; value $> .90$), root mean square error of approximation (RMSEA; value $< .08$), and the 90% confidence interval of RMSEA (ranging from .00 to .08).

We computed invariance of the eHealth acceptability scale between the sexes according to Gregorich’s methodology [55]. In the CFA framework, we tested a hierarchy of hypotheses to increasingly constrain the model. These hypotheses included configural (ie, no constraint), metric (ie, equal loads), strong (ie, equal covariances), and strict (ie, equal residuals) factorial invariance multigroup comparisons [55]. In addition to the previous indicators, we used the Akaike information criterion, expected cross-validation index, delta χ^2/df ($\Delta\chi^2/df$), delta CFI (ΔCFI), and delta RMSEA ($\Delta RMSEA$). Nonsignificant $\Delta\chi^2/df$,

CFI differences $<.01$, and RMSEA differences $<.015$ indicated that the invariance hypothesis was not rejected [51,56].

Tests of Reliability

We calculated Cronbach alpha coefficients [57] to assess the internal consistency of each subscale; a value $>.70$ is considered satisfactory and a value $>.60$ is considered marginally acceptable [58]. We measured the test-retest reliability twice with an acceptable interval of 4 weeks [59] and a minimum sample size of 50 as recommended [60]. Data analyses involved the calculation of intraclass correlation coefficients (ICCs), the 95% confidence interval of the ICCs, and paired-sample *t* tests. We expected ICCs $>.60$ and the absence of significant differences in the *t* tests [40].

Tests of Construct Validity

We used Pearson correlation coefficients to measure the association between variables for the analysis of convergent

validity. A significant correlation of $.30$ between the scale and each of the other theoretically appropriate measures was required [61].

Results

Study Population

To conduct the successive stages of validation, we divided the participants into 5 samples. Samples 1 ($n=20$), 2 ($n=10$), 3 ($n=227$), and 4 ($n=319$) were independent groups, and sample 5 ($n=61$) was a subgroup of sample 4. The global sample included 576 volunteers, mainly students ($n=349$, 60.6%), with 53.5% men ($n=303$) and a mean age of 26.8 (SD 10.9) years. We excluded 18 volunteers because they had never used eHealth technology. Table 1 presents detailed participant characteristics for each sample.

Table 1. Sociodemographic characteristics in each sample ($N=576$).

Characteristics	Sample 1 ($n=20$), n (%)	Sample 2 ($n=10$), n (%)	Sample 3 ($n=227$), n (%)	Sample 4 ($n=319$), n (%)	Sample 5 ^a ($n=61$), n (%)
Age group, years					
18-24	3 (15.0)	2 (20.0)	128 (56.4)	238 (74.6)	25 (41.0)
25-34	8 (40.0)	5 (50.0)	46 (20.3)	41 (12.9)	13 (21.3)
≥ 35	9 (45.0)	3 (30.0)	43 (18.9)	38 (11.9)	23 (37.7)
Missing data	0	0	10 (4.4)	2 (0.6)	0
Sex					
Female	8 (40.0)	5 (50.0)	117 (51.5)	132 (41.4)	40 (65.6)
Male	12 (60.0)	5 (50.0)	100 (44.1)	186 (58.3)	21 (34.4)
Missing data	0	0	10 (4.4)	1 (0.3)	0
Education, years					
<12	7 (35.0)	2 (20.0)	1 (0.4)	0	0
12	5 (25.0)	4 (40.0)	125 (55.1)	143 (44.8)	9 (14.8)
15	6 (30.0)	1 (10.0)	30 (13.2)	116 (36.4)	19 (31.1)
≥ 17	2 (10.0)	3 (30.0)	61 (26.9)	60 (18.8)	33 (54.1)
Missing data	0	0	10 (4.4)	0	0
Professional status					
Unemployed	0	0	5 (2.2)	7 (2.2)	0
Student	3 (15.0)	8 (80.0)	103 (45.4)	235 (73.7)	25 (41.0)
Employed	15 (75.0)	0	103 (45.4)	74 (23.2)	36 (59.0)
Retired	2 (10.0)	2 (20.0)	6 (2.6)	3 (0.9)	0
Missing data	0	0	10 (4.4)	0	0

^aSample 5 was a subsample of sample 4.

Translation and Adaptation

We performed the first content clarity analysis on sample 1 ($n=20$), which revealed an acceptable clarity score (mean range from 4.40 to 7.00; mean 6.22, SD 0.71). Only 3 items (ie, EE2, SI2, and SI3) obtained a score of less than 5, which we rephrased

according to participants' suggestions. We performed a second content clarity analysis on sample 2 ($n=10$) regarding the 3 rephrased items. The clarity score increased for 2 items (SI2: mean range 4.40 to 6.20; SI3: mean range 4.90 to 6.20) but decreased for the third (EE2: mean range 4.65 to 3.30). We retained the 2 items with increased clarity scores in their

rephrased form and the item with a decreased clarity score in its original translated wording. [Multimedia Appendix 1](#) shows the preliminary pool of 23 items with their mean clarity scores.

Tests of Dimensionality

We conducted a first maximum likelihood CFA on sample 3 (n=227) with the 23-item and 7-factor model. Standardized factor loadings were all higher than the recommended value of .50 [62], except for item FC4, for which the factor loading was .27. As a result, we removed item FC4. We conducted a second CFA using sample 4 (n=319) with the 22-item (ie, without FC4 item) and 7-factor correlated model ($\chi^2_{188}=471.80, P<.001$). Fit indexes were as follows: $\chi^2/df=2.51$, CFI=.94, TLI=.91, and RMSEA=.069 (90% CI 0.061-0.077), revealing an acceptable

model fit, with good standardized factor loadings for all items (ie, ≥ 0.63).

Based on the recommendations of Myers et al [50], we examined several models to assess the dimensionality of the scale, using samples 3 and 4 merged (n=546). [Table 2](#) presents model fit indexes for each model. First, the unidimensional model did not present good fit indexes. Second, the first-order all-factor correlated model presented good fit indexes, as previously demonstrated. Third, the hierarchical second-order model presented acceptable fit indexes. Fourth, the bifactor confirmatory model presented the best fit indexes: $\chi^2_{173}=434.86$ ($P<.001$), $\chi^2/df=2.51$, CFI=.97, TLI=.95, and RMSEA=.053 (90% CI .047-.059). These results sustained the possibility of extracting a global acceptability score from the scale.

Table 2. Fit indexes of the structural equation models (n=546).

Models	χ^2	χ^2/df	P value	RMSEA ^a (90% CI)	TLI ^b	CFI ^c	$\Delta\chi^2$	$\Delta\chi^2/df$	ΔP
Unidimensional	4721.73	209	<.001	.199 (.194-.204)	.27	.39	N/A ^d	N/A	N/A
First-order all-factor correlated	532.29	188	<.001	.058 (.052-.064)	.94	.95	4189.44	21	<.001
Hierarchical second-order	825.98	202	<.001	.075 (.070-.081)	.90	.92	293.69	14	<.001
Bifactor confirmatory	434.86	173	<.001	.053 (.047-.059)	.95	.97	391.12	29	<.001

^aRMSEA: root mean square error of approximation.

^bTLI: Tucker-Lewis index.

^cCFI: comparative fit index.

^dN/A: not applicable.

We tested the invariance of the scale factorial structure following Gregorich's recommendations [55], with samples 3 and 4 merged (n=535; 11 without sex information). The invariance tests were based on multigroup comparisons: female group (n=249) and male group (n=286). Each group presented good fit indexes for the CFA model ([Table 3](#)). We tested invariance in the 22-item 7-factor correlated model. Dimensional, metric,

strong, and strict models presented good fit indexes (ie, CFI, TLI, and RMSEA) with significant chi-square *P* values (ie, $P<.001$). No significant differences between models were reported, except for the strict model ([Table 3](#)). A partial strict model, unconstrained for error of measurement for items EE2 and HM1, showed good fit indexes with no significant difference from the strong model.

Table 3. Fit indexes of structural modeling to assess sex invariance (n=535).

Models	χ^2	$\chi^2 df$	P value	RMSEA ^a	TLI ^b	CFI ^c	ECVI ^d	AIC ^e	$\Delta\chi^2$	$\Delta\chi^2 df$	ΔP	ΔCFI	$\Delta RMSEA$
Male (n=286)	427.42	188	<.001	.067	.93	.94	2.11	601.42	N/A ^f	N/A	N/A	N/A	N/A
Female (n=249)	330.71	188	<.001	.055	.96	.96	2.04	504.71	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Dimensional ^g	758.12	376	<.001	.044	.94	.95	1.91	1018.12	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Metric ^h	770.21	389	<.001	.043	.94	.95	1.88	1004.21	12.09	13	.520	0	0.001
Strong ⁱ	801.51	417	<.001	.042	.95	.95	1.84	979.51	31.30	28	.304	0	0.001
Strict ^j	915.77	439	<.001	.045	.94	.94	1.97	1049.77	114.26	22	<.001	0.012	0.002
Partial strict ^k	908.84	438	<.001	.044	.94	.94	1.91	1015.86	43.40	41	.370	0.011	0.002

^aRMSEA: root mean square error of approximation.

^bTLI: Tucker-Lewis index.

^cCFI: comparative fit index.

^dECVI: expected cross-validation index.

^eAIC: Akaike information criterion.

^fN/A: not applicable.

^gNo invariance.

^hEqual loads.

ⁱEqual covariances.

^jEqual residuals.

^kEqual residuals except for items EE2 and HM1.

Tests of Reliability

Cronbach alphas ranged from .77 to .95 in samples 3 and 4 (n=546) for the 7 eHealth acceptability factors (ie, $\alpha_{PE}=.84$; $\alpha_{EE}=.88$; $\alpha_{SI}=.95$; $\alpha_{FC}=.78$; $\alpha_{HM}=.92$; $\alpha_{PV}=.86$; $\alpha_{HT}=.77$) and were .93 for BI and .60 for usage.

We measured test-retest reliability in sample 5 (n=61) twice with an acceptable interval of 4 weeks [59]. Table 4 presents the results of the ICC and *t* tests. The ICCs for each construct ranged from .62 to .88. Thus, there were no significant differences in the *t* tests from time 1 to time 2.

Table 4. Descriptive statistics for the test-retest reliability in sample 5 (n=61).

Items	Score, mean (SD)		<i>t</i> test ^a	P value	ICC ^b (95% CI)	P value
	Time 1	Time 2				
Performance Expectancy	4.67 (1.45)	4.46 (1.40)	$t_{60}=1.74$	.09	.88 (.80-.93)	<.001
Effort Expectancy	5.43 (1.14)	5.60 (1.16)	$t_{60}=-1.22$	.23	.74 (.57-.84)	<.001
Social Influence	3.67 (1.39)	3.52 (1.66)	$t_{60}=0.87$	.39	.77 (.62-.86)	<.001
Facilitating Conditions	5.82 (0.92)	5.83 (1.09)	$t_{60}=-0.04$	.97	.62 (.38-.78)	<.001
Hedonic Motivation	5.16 (1.29)	5.10 (1.21)	$t_{60}=0.46$	.65	.80 (.67-.88)	<.001
Price Value	4.42 (1.14)	4.45 (1.11)	$t_{60}=-0.22$	.83	.62 (.36-.77)	<.001
Habit	3.27 (1.35)	3.28 (1.40)	$t_{60}=-0.07$	.94	.77 (.61-.86)	<.001

^aPaired-sample *t* test.

^bICC: intraclass correlation coefficient.

Tests of Construct Validity

We assessed convergent validity using Pearson correlation coefficients in sample 4 (n=319). BI was related to the eHealth acceptability subscales in the expected directions, even though the effect sizes were small for EE, FC, and PV. Usage was

related to HT as expected, but not with FC. PEOU, SN, and PBC were related to the eHealth acceptability subscales in the expected directions. We observed additional significant correlation coefficients between constructs. Table 5 presents the complete matrix.

Table 5. Matrix of Pearson correlations in sample 4 (n=319)^{a,b}.

Items	PE ^c	EE ^d	SI ^e	FC ^f	HM ^g	PV ^h	HT ⁱ	BI ^j	Usage	PEOU ^k	PBC ^l	SN ^m
PE	N/A ⁿ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
EE	<i>.33</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						
SI	<i>.54</i>	<i>.14</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
FC	<i>.12</i>	<i>.62</i>	<i>.12</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
HM	<i>.40</i>	<i>.47</i>	<i>.21</i>	<i>.40</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PV	<i>.24</i>	<i>.23</i>	<i>.19</i>	<i>.28</i>	<i>.28</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
HT	<i>.57</i>	<i>.21</i>	<i>.54</i>	N/A	<i>.30</i>	<i>.22</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
BI	<i>.58</i>	<i>.27</i>	<i>.52</i>	<i>.22</i>	<i>.45</i>	<i>.22</i>	<i>.65</i>	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Usage	<i>.43</i>	<i>.24</i>	<i>.30</i>	<i>.12</i>	<i>.28</i>	N/A	<i>.50</i>	<i>.46</i>	N/A	N/A	N/A	N/A
PEOU	<i>.21</i>	<i>.64</i>	<i>.15</i>	<i>.59</i>	<i>.36</i>	<i>.31</i>	<i>.19</i>	<i>.26</i>	<i>.17</i>	N/A	N/A	N/A
PBC	<i>.31</i>	<i>.43</i>	<i>.22</i>	<i>.49</i>	<i>.30</i>	<i>.30</i>	<i>.31</i>	<i>.41</i>	<i>.32</i>	<i>.51</i>	N/A	N/A
SN	<i>.47</i>	<i>.13</i>	<i>.71</i>	<i>.13</i>	<i>.24</i>	<i>.25</i>	<i>.52</i>	<i>.55</i>	<i>.36</i>	<i>.24</i>	<i>.31</i>	N/A

^aSignificant correlations between subscales (ie, >.30) [61] are shown in italics.

^bShows only correlations with $P < .05$.

^cPE: Performance Expectancy.

^dEE: Effort Expectancy.

^eSI: Social Influence.

^fFC: Facilitating Conditions.

^gHM: Hedonic Motivation.

^hPV: Price Value.

ⁱHT: Habit.

^jBI: Behavioral Intention.

^kPEOU: Perceived Ease of Use.

^lPBC: Perceived Behavioral Control.

^mSN: Subjective Norms.

ⁿN/A: not applicable.

Discussion

Principal Findings

This study aimed to fill a gap in the acceptability literature by providing a validated scale based on the UTAUT2 model [31] that would be suitable for eHealth contexts in French-speaking samples. The eHealth acceptability scale comprised 22 items divided into 7 subscales: PE (3 items), EE (4 items), SI (3 items), FC (3 items), HM (3 items), PV (3 items), and HT (3 items).

The dimensionality tests showed that the first-order all-factor correlated model and the bifactor confirmatory model had good fit indexes. The results confirmed the possibility of both using the subscales individually and extracting a global score of acceptability. The internal consistency evaluated by Cronbach alphas was considered satisfactory [57] and thus was confirmed. The ICCs for each subscale were above .60 and there were no significant differences in the t test over a 4-week period. These results demonstrated the temporal stability of the eHealth acceptability scale. Although it might seem important to attain strict factorial invariance, practical experience suggests that this is almost unachievable [55]. The partial strict factorial invariance pointed to the sex invariance in our analysis. This conclusion

was one of the major findings, as it confirms that the eHealth acceptability scale can be used in male and female French-speaking samples.

Convergent validity assessments showed that subscales of the eHealth acceptability scale were significantly positively related to BI, usage, and the PEOU construct from the TAM [26], and significantly positively related to the SN and PCB constructs from the TPB [44]. These preliminary results need to be confirmed in future studies.

The strength of this scale validation was that it followed all the steps recommended by Boateng [41].

Limitations

Some limitations must nevertheless be acknowledged. One of these limitations, as in all rating scales, is the self-reported nature of the responses, which can be biased based on social desirability [63]. Another limitation is the homogeneity of the samples we used. Most of the participants were young and students. Few participants with low socioeconomic status were included, which limited generalizability. In populations that are not familiar with eHealth tools, it may be necessary to deliver specific education, notably by providing a description of the terms used. In addition, given the age distribution of our sample

(ie, centered on ages 18-34 years), we could not test the age invariance. Furthermore, the simultaneous modification of the language (ie, into French) and the context (ie, adaptation to eHealth) may have led to potential interactions and is a limitation. The study would probably have been stronger if we had validated a French-language instrument before changing the context.

Comparison With Prior Work

Compared with the English-language UTAUT2 model [31], the French eHealth acceptability scale comprised 22 items divided into 7 subscales: PE (3 items), EE (4 items), SI (3 items), FC (3 items), HM (3 items), PV (3 items), and HT (3 items), according to our analyses. We removed item FC4 for its inconsistency; the low loading was also observed to a lesser extent in the German translation [37], although not removed. The sex invariance demonstrated in our analysis was not provided in the original version [31], nor in the other translations [37,38].

Future Directions

In future studies, it will be necessary to test the constructs of the eHealth acceptability scale, which was based on the

UTAUT2 model, in French samples and to estimate the explained variance in BI and usage. In addition, evaluation of age invariance will be necessary. The suggested adaptation to the eHealth context could also be replicated in other languages. Specifically, an English validation of the eHealth acceptability scale would be of interest in order to provide a common tool across French- and English-speaking samples. This scale could be used in future research to identify acceptability correlates in different contexts. It could also be used in clinical practice before implementing a new technology in health care or in the field of marketing as new technologies are developed.

Conclusions

We designed a 22-item French-language eHealth acceptability scale, divided into 7 subscales. The scale demonstrated good psychometric qualities (ie, reliability, dimensionality, validity). With this preliminary validation, the scale can be used with men and women to assess the acceptability of eHealth technology in French-speaking samples and offers promising avenues in research, clinical practice, and marketing.

Acknowledgments

The authors sincerely thank Marie Barralis, Lise Arena, Valentin Montmirail, and Dirk Steiner for their contributions to the translations; the Centre Spécialisé Obésité PACA Est, Faculty of Physical Education and Sports Studies of Toulon University; and Valentine Filleul and Raphaëlle Ladune for their valuable assistance in collecting the data. We also thank all the participants.

This study was supported by the French government, managed by the National Agency of Research as part of the UCA^{JEDI} Future Investments project, reference number ANR-15-IDEX-01, as well as a PhD grant to MH from the Région Sud Provence-Alpes Côte d'Azur, France, and cosupported by the association Azur Sport Santé.

The institutions funding this work played no role in the study design; the collection, analysis, or interpretation of the data; writing the manuscript; or the decision to submit the paper for publication.

Conflicts of Interest

None declared.

Multimedia Appendix 1

Preliminary version of the eHealth acceptability scale and adapted items of the UTAUT2. [[DOCX File , 34 KB-Multimedia Appendix 1](#)]

References

- Orji R, Moffatt K. Persuasive technology for health and wellness: state-of-the-art and emerging trends. *Health Informatics J* 2018 Mar;24(1):66-91. [doi: [10.1177/1460458216650979](https://doi.org/10.1177/1460458216650979)] [Medline: [27245673](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27245673/)]
- Lupton D. Health promotion in the digital era: a critical commentary. *Health Promot Int* 2015 Mar;30(1):174-183. [doi: [10.1093/heapro/dau091](https://doi.org/10.1093/heapro/dau091)] [Medline: [25320120](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25320120/)]
- Lewis BA, Napolitano MA, Buman MP, Williams DM, Nigg CR. Future directions in physical activity intervention research: expanding our focus to sedentary behaviors, technology, and dissemination. *J Behav Med* 2017 Feb;40(1):112-126. [doi: [10.1007/s10865-016-9797-8](https://doi.org/10.1007/s10865-016-9797-8)] [Medline: [27722907](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27722907/)]
- Sween J, Wallington SF, Sheppard V, Taylor T, Llanos AA, Adams-Campbell LL. The role of exergaming in improving physical activity: a review. *J Phys Act Health* 2014 May;11(4):864-870 [FREE Full text] [doi: [10.1123/jpah.2011-0425](https://doi.org/10.1123/jpah.2011-0425)] [Medline: [25078529](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25078529/)]
- Howard MC. A meta-analysis and systematic literature review of virtual reality rehabilitation programs. *Comput Hum Behav* 2017 May;70:317-327. [doi: [10.1016/j.chb.2017.01.013](https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.013)]
- Bunn JA, Navalta JW, Fountaine CJ, Reece JD. Current state of commercial wearable technology in physical activity monitoring 2015-2017. *Int J Exerc Sci* 2018;11(7):503-515 [FREE Full text] [Medline: [29541338](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29541338/)]

7. Vandelanotte C, Spathonis KM, Eakin EG, Owen N. Website-delivered physical activity interventions a review of the literature. *Am J Prev Med* 2007 Jul;33(1):54-64. [doi: [10.1016/j.amepre.2007.02.041](https://doi.org/10.1016/j.amepre.2007.02.041)] [Medline: [17572313](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17572313/)]
8. Jee H. Review of researches on smartphone applications for physical activity promotion in healthy adults. *J Exerc Rehabil* 2017 Feb;13(1):3-11 [FREE Full text] [doi: [10.12965/jer.1732928.464](https://doi.org/10.12965/jer.1732928.464)] [Medline: [28349027](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28349027/)]
9. Mollee JS, Middelweerd A, Kurvers RL, Klein MCA. What technological features are used in smartphone apps that promote physical activity? A review and content analysis. *Pers Ubiquit Comput* 2017 Jul 5;21(4):633-643. [doi: [10.1007/s00779-017-1023-3](https://doi.org/10.1007/s00779-017-1023-3)]
10. Hakala S, Rintala A, Immonen J, Karvanen J, Heinonen A, Sjögren T. Effectiveness of physical activity promoting technology-based distance interventions compared to usual care. Systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017 Dec;53(6):953-967. [doi: [10.23736/S1973-9087.17.04585-3](https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04585-3)] [Medline: [28466628](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28466628/)]
11. Gell NM, Grover KW, Humble M, Sexton M, Dittus K. Efficacy, feasibility, and acceptability of a novel technology-based intervention to support physical activity in cancer survivors. *Support Care Cancer* 2017 Apr;25(4):1291-1300. [doi: [10.1007/s00520-016-3523-5](https://doi.org/10.1007/s00520-016-3523-5)] [Medline: [27957621](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27957621/)]
12. Rabin C, Dunsiger S, Ness KK, Marcus BH. Internet-based physical activity intervention targeting young adult cancer survivors. *J Adolesc Young Adult Oncol* 2011 Dec;1(4):188-194 [FREE Full text] [doi: [10.1089/jayao.2011.0040](https://doi.org/10.1089/jayao.2011.0040)] [Medline: [23610737](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23610737/)]
13. Raaijmakers LCH, Pouwels S, Berghuis KA, Nienhuijs SW. Technology-based interventions in the treatment of overweight and obesity: a systematic review. *Appetite* 2015 Dec;95:138-151. [doi: [10.1016/j.appet.2015.07.008](https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.07.008)] [Medline: [26165415](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26165415/)]
14. Chaplais E, Naughton G, Thivel D, Courteix D, Greene D. Smartphone interventions for weight treatment and behavioral change in pediatric obesity: a systematic review. *Telemed J E Health* 2015 Oct;21(10):822-830. [doi: [10.1089/tmj.2014.0197](https://doi.org/10.1089/tmj.2014.0197)] [Medline: [26290954](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26290954/)]
15. Beatty AL, Fukuoka Y, Whooley MA. Using mobile technology for cardiac rehabilitation: a review and framework for development and evaluation. *J Am Heart Assoc* 2013;2(6):e000568 [FREE Full text] [doi: [10.1161/JAHA.113.000568](https://doi.org/10.1161/JAHA.113.000568)] [Medline: [24185949](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24185949/)]
16. Muellmann S, Forberger S, Möllers T, Bröring E, Zeeb H, Pischke CR. Effectiveness of eHealth interventions for the promotion of physical activity in older adults: a systematic review. *Prev Med* 2018 Mar;108:93-110. [doi: [10.1016/j.ypmed.2017.12.026](https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.12.026)] [Medline: [29289643](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29289643/)]
17. Valenzuela T, Okubo Y, Woodbury A, Lord SR, Delbaere K. Adherence to technology-based exercise programs in older adults: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther* 2018;41(1):49-61. [doi: [10.1519/JPT.000000000000095](https://doi.org/10.1519/JPT.000000000000095)] [Medline: [27362526](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27362526/)]
18. Eysenbach G. The law of attrition. *J Med Internet Res* 2005;7(1):e11 [FREE Full text] [doi: [10.2196/jmir.7.1.e11](https://doi.org/10.2196/jmir.7.1.e11)] [Medline: [15829473](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15829473/)]
19. Petit A, Cambon L. Exploratory study of the implications of research on the use of smart connected devices for prevention: a scoping review. *BMC Public Health* 2016 Dec 11;16:552. [doi: [10.1186/s12889-016-3225-4](https://doi.org/10.1186/s12889-016-3225-4)] [Medline: [27401769](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27401769/)]
20. Harst L, Lantzsch H, Scheibe M. Theories predicting end-user acceptance of telemedicine use: systematic review. *J Med Internet Res* 2019 May 21;21(5):e13117 [FREE Full text] [doi: [10.2196/13117](https://doi.org/10.2196/13117)] [Medline: [31115340](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31115340/)]
21. Bobillier Chaumon ME. [The situated acceptance of ICT in/for the activity: towards a clinical use]. *Psychol Travail Organ* 2016 Mar;22(1):4-21. [doi: [10.1016/j.pto.2016.01.001](https://doi.org/10.1016/j.pto.2016.01.001)]
22. Alexandre B, Reynaud E, Osiurak F, Navarro J. Acceptance and acceptability criteria: a literature review. *Cogn Technol Work* 2018 Jan 24;20(2):165-177. [doi: [10.1007/s10111-018-0459-1](https://doi.org/10.1007/s10111-018-0459-1)]
23. Adell E, Varhalyi A, Nilsson L. The definition of acceptance and acceptability. In: Horberry T, Regan MA, Stevens A, editors. *Driver Acceptance of New Technology: Theory, Measurement and Optimisation*. London, UK: CRC Press; 2018.
24. Fishbein M, Ajzen I. *Belief, Attitude, Intention, And Behavior: An Introduction To Theory And Research*. Reading, MA: Addison-Wesley; 1975.
25. Ajzen I, Fishbein M. *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall; 1980.
26. Davis FD. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Q* 1989 Sep;13(3):319. [doi: [10.2307/249008](https://doi.org/10.2307/249008)]
27. Rahimi B, Nadri H, Lotfnezhad Afshar H, Timpka T. A systematic review of the technology acceptance model in health informatics. *Appl Clin Inform* 2018 Dec;9(3):604-634 [FREE Full text] [doi: [10.1055/s-0038-1668091](https://doi.org/10.1055/s-0038-1668091)] [Medline: [30112741](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30112741/)]
28. Venkatesh V, Davis FD. A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Manage Sci* 2000 Feb;46(2):186-204. [doi: [10.1287/mnsc.46.2.186.11926](https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926)]
29. Venkatesh V, Bala H. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decis Sci* 2008 May;39(2):273-315. [doi: [10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x)]
30. Chang A. UTAUT and UTAUT 2: a review and agenda for future research. *Winners* 2012 Sep 28;13(2):10. [doi: [10.21512/tw.v13i2.656](https://doi.org/10.21512/tw.v13i2.656)]
31. Venkatesh V, Thong JYL, Xu X. Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Q* 2012;36(1):157. [doi: [10.2307/41410412](https://doi.org/10.2307/41410412)]
32. Direito A, Tooley M, Hinbarji M, Albatat R, Jiang Y, Whittaker R, et al. Tailored daily activity: an adaptive physical activity smartphone intervention. *Telemed J E Health* 2019 May 07. [doi: [10.1089/tmj.2019.0034](https://doi.org/10.1089/tmj.2019.0034)] [Medline: [31063038](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31063038/)]

59. Marx RG, Menezes A, Horovitz L, Jones EC, Warren RF. A comparison of two time intervals for test-retest reliability of health status instruments. *J Clin Epidemiol* 2003 Aug;56(8):730-735. [doi: [10.1016/s0895-4356\(03\)00084-2](https://doi.org/10.1016/s0895-4356(03)00084-2)] [Medline: [12954464](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12954464/)]
60. Altman DG. *Practical Statistics For Medical Research* (Chapman & Hall/CRC Texts In Statistical Science). London, UK: Chapman & Hall/CRC; 1990.
61. Machin D, Campbell MJ, Tan SB, Tan SH. *Sample Size Tables for Clinical Studies*. Third edition. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2008.
62. Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. *Multivariate Data Analysis: Pearson New International Edition*. Harlow, UK: Pearson Education Limited; 2014.
63. Phillips DL, Clancy KJ. Some effects of “social desirability” in survey studies. *Am J Sociol* 1972 Mar;77(5):921-940. [doi: [10.1086/225231](https://doi.org/10.1086/225231)]

Abbreviations

BI: Behavioral Intention
CFA: confirmatory factor analysis
CFI: comparative fit index
EE: Effort Expectancy
eHealth: electronic health
FC: Facilitating Conditions
HM: Hedonic Motivation
HT: Habit
ICC: intraclass correlation coefficient
PBC: Perceived Behavioral Control
PE: Performance Expectancy
PEOU: Perceived Ease of Use
PV: Price Value
RMSEA: root mean square error of approximation
SI: Social Influence
SN: Subjective Norms
TAM: technology acceptance model
TLI: Tucker-Lewis index
TPB: theory of planned behavior
UTAUT: unified theory of acceptance and use of technology

Edited by G Eysenbach; submitted 06.10.19; peer-reviewed by A Saptono, U Öberg; comments to author 10.11.19; revised version received 22.11.19; accepted 15.12.19; published 15.04.20

Please cite as:

Hayotte M, Thérouanne P, Gray L, Corrion K, d'Arripe-Longueville F
 The French eHealth Acceptability Scale Using the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 Model: Instrument Validation Study

J Med Internet Res 2020;22(4):e16520

URL: <https://www.jmir.org/2020/4/e16520>

doi: [10.2196/16520](https://doi.org/10.2196/16520)

PMID:

©Meggy Hayotte, Pierre Thérouanne, Laura Gray, Karine Corrion, Fabienne D'Arripe-Longueville. Originally published in the Journal of Medical Internet Research (<http://www.jmir.org>), 15.04.2020. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work, first published in the Journal of Medical Internet Research, is properly cited. The complete bibliographic information, a link to the original publication on <http://www.jmir.org/>, as well as this copyright and license information must be included.

Appendix 1. Preliminary version of the eHealth acceptability scale and adapted items of the UTAUT2 a-b

Dimensions	Codes	Translated and adapted items of the UTAUT2-eHealth	Clarity scores (M)
Performance Expectancy (PE)			
	PE1.	Je trouve les TIC pour la santé utiles dans ma vie quotidienne. <i>I find ICT for Health useful in my daily life.</i>	6.4
	PE2.	Utiliser les TIC pour la santé m'aide à accomplir les choses plus rapidement. <i>Using ICT for Health helps me accomplish things more quickly.</i>	6.6
	PE3.	Utiliser les TIC pour la santé augmente ma productivité. <i>Using ICT for Health increases my productivity.</i>	6.2
Effort Expectancy (EE)			
	EE1.	Apprendre comment utiliser les TIC pour la santé est facile pour moi. <i>Learning how to use ICT for Health is easy for me.</i>	6.7
	EE2.	Mon interaction avec les TIC pour la santé est claire et compréhensible. <i>My interaction with ICT for Health is clear and understandable.</i>	4.7
	EE3.	Je trouve les TIC pour la santé faciles à utiliser. <i>I find ICT for Health easy to use.</i>	6.9
	EE4.	Il est facile pour moi de devenir habile dans l'utilisation des TIC pour la santé. <i>It is easy for me to become skillful at using ICT for Health.</i>	5.7
Social Influence (SI)			
	SI1.	Les personnes qui sont importantes pour moi pensent que je devrais utiliser les TIC pour la santé. <i>People who are important to me think that I should use ICT for Health.</i>	5.9
	SI2.	Les personnes de mon entourage pensent que je devrais utiliser les TIC pour la santé. <i>People who influence my behavior think that I should use ICT for Health.</i>	6.2
	SI3.	Les personnes dont l'avis compte pour moi souhaitent que j'utilise les TIC pour la santé. <i>People whose opinions that I value prefer that I use ICT for Health.</i>	6.2
Facilitating Conditions (FC)			
	FC1.	J'ai les ressources nécessaires pour utiliser les TIC pour la santé. <i>I have the resources necessary to use ICT for Health.</i>	6.0
	FC2.	J'ai les connaissances nécessaires pour utiliser les TIC pour la santé. <i>I have the knowledge necessary to use ICT for Health.</i>	6.8
	FC3.	Les TIC pour la santé sont compatibles avec les autres technologies que j'utilise. <i>ICT for Health is compatible with other technologies I use.</i>	6.8
	FC4. ^d	Je peux obtenir de l'aide des autres lorsque j'ai des difficultés à utiliser les TIC pour la santé. <i>I can get help from others when I have difficulties using ICT for Health.</i>	6.5

(Continued on next page)

Appendix 1. Preliminary version of the eHealth acceptability scale and adapted items of the UTAUT2a-b (continued)

Dimensions	Codes	Translated and adapted items of the UTAUT2-eHealth	Clarity scores (M^c)
Hedonic Motivation (HM)			
	HM1.	Utiliser les TIC pour la santé est amusant. <i>Using ICT for Health is fun.</i>	7.0
	HM2.	Utiliser les TIC pour la santé est agréable. <i>Using ICT for Health is enjoyable.</i>	6.9
	HM3.	Utiliser les TIC pour la santé est divertissant. <i>Using ICT for Health is very entertaining.</i>	6.8
Price Value (PV)			
	PV1.	Les TIC pour la santé sont à un prix raisonnable. <i>ICTs for Health are reasonably priced.</i>	6.9
	PV2.	Les TIC pour la santé ont un bon rapport qualité-prix. <i>ICTs for Health are good value for the money.</i>	6.9
	PV3.	Au prix actuel, les TIC pour la santé valent le coût. <i>At the current price, ICTs for Health provide good value.</i>	5.6
Habit (HT)			
	HT1.	L'utilisation des TIC pour la santé est devenue une habitude pour moi. <i>The use of ICT for Health has become a habit for me.</i>	6.8
	HT2.	Je suis « accro » à l'utilisation des TIC pour la santé. <i>I am addicted to using ICT for Health.</i>	6.1
	HT3.	Je dois utiliser les TIC pour la santé. <i>I must use ICT for Health.</i>	5.9

^aAdapted items of the UTAUT2 are in italics.

^bFor each item, the participant had to answer on a 7-point scale ranging from (1) *strongly disagree* to (7) *strongly agree*.

^cM: mean clarity scores.

^dDeleted items following the first CFA.

Synthèse de l'étude 2

L'étude 2 avait pour objectif d'adapter l'UTAUT2 au contexte de la e-santé et de valider cet outil auprès d'une population française. La validation s'est déroulée auprès d'un échantillon de 576 participants. Selon les recommandations pour la validation d'échelles psychométriques (Boateng et al., 2018; Vallerand, 1989), plusieurs étapes ont été réalisées : (a) traduction et adaptation, (b) tests de dimensionnalité, (c) tests de fiabilité, et (d) tests de validité de construit.

La version finale de l'outil est composée de 22 items divisés en sept sous-échelles : (a) la performance attendue (3 items), (b) l'effort attendu (4 items), (c) l'influence sociale (3 items), (d) les conditions facilitatrices (3 items), (e) la motivation hédonique (3 items), (f) la valeur marchande (3 items), et (g) les habitudes (3 items). Les tests de dimensionnalité, à l'aide d'analyses factorielles confirmatoires, ont montré que le modèle bi-facteur confirmatoire présentait les meilleurs indices d'ajustement : $\chi^2=434,86$, ddl=173 ($p<,001$), χ^2 /ddl=2,51, CFI=0,97, TLI=0,95 et RMSEA=0,053 [0,047-0,059]. Les tests d'invariance de la structure factorielle de l'acceptabilité de la e-santé selon le sexe n'ont démontré aucune différence significative entre les modèles, à l'exception du modèle strict. La cohérence interne de l'outil a été attestée, les alphas de Cronbach étaient compris entre 0,77 et 0,95 pour les sept facteurs. L'échelle s'est avérée stable dans le temps sur une période de 4 semaines. La validité convergente a également été attestée. En effet, des relations positives significatives ont été montrées entre les sept dimensions de l'échelle et : (a) l'intention comportementale, (b) la facilité d'utilisation perçue du *Technology Acceptance Model*, et (c) le contrôle comportemental perçu et les normes subjectives de la Théorie du Comportement Planifié.

Cette échelle présente ainsi de bonnes qualités psychométriques, et constitue un outil valide et fiable pour évaluer l'acceptabilité des technologies de e-santé dans des échantillons francophones. Cette échelle validée a ainsi pu être utilisée dans les études suivantes de ce programme de recherche doctoral, notamment l'étude 3 visant à appliquer l'UTAUT2 aux technologies de promotion de l'activité physique dans le contexte de la chirurgie bariatrique.

Etude 3.

Acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery: *Applying the UTAUT-2 model using mixed-methods*^{1,2}

¹ Cette étude a donné lieu à un article soumis pour publication :

Thérouanne, P.*, **Hayotte, M.***, Halgand, F., & d'Arripe-Longueville, F. (*submitted*). Acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery: applying the UTAUT2 model using mixed-methods.

** these authors contributed equally to this work*

² Cette étude fera l'objet d'une communication affichée :

Thérouanne, P., **Hayotte, M.**, Halgand, F., & d'Arripe-Longueville, F. (2022, August 31 – September 2). Acceptability of technology-based physical activity interventions in obese females: a qualitative study [Poster presentation]. 11th Conference of HEPA Europe, Nice, France.

L'étude 3

Acceptability of technology-based physical activity interventions in bariatric surgery: applying the UTAUT2 model using mixed methods

Pierre Théroouanne^{1*}, Meggy Hayotte^{2*}, Florent Halgand¹, Fabienne d'Arripe-Longueville²

¹Université Côte d'Azur, LAPCOS, Nice, France

²Université Côte d'Azur, LAMHESS, Nice, France

ABSTRACT

Background: The purpose of this study was to apply the UTAUT2 model to technology-based physical activity interventions (TbPAI) in a bariatric surgery context. Using mixed methods, we aimed to characterize the acceptability and preferences regarding three common TbPAI (i.e., active video games, mobile applications, videoconferencing) in young adult women who had undergone bariatric surgery.

Methods: Participants (N = 133) read written descriptions of the TbPAI with illustrations and were asked to complete the acceptability scale, rank their preferences for the TbPAI, and provide demographic data. Then, volunteers (N = 26) participated in semi-directive interviews based on the UTAUT2 constructs to explore their acceptability of TbPAI more deeply.

Results: Overall, the results showed relatively high levels of acceptability for all three technologies, confirmed by rather positive perceptions during the interviews. The findings indicated that the UTAUT2 model is relevant in the field of TbPAI in the context of bariatric surgery. Although this model is an integrative model, other factors of acceptability, like motivational factors, were identified.

Conclusion: In this context, it might be interesting to explore the relationship between the UTAUT2 model and other theories of motivation.

Keywords: Acceptability, Health technology, Physical activity, Obesity.

INTRODUCTION

Bariatric surgery is an effective treatment for severe forms of obesity (Sjöström et al., 2007), but alone it is not effective to maintain weight loss over time (Petroni et al., 2017; Stewart & Avenell, 2016). The importance of physical activity in bariatric surgery management has been widely acknowledged (Boddu et al., 2012; Busetto et al., 2017; Gourlan et al., 2011). Increased physical activity particularly helps to maintain muscle mass, prevent weight regain and promote weight maintenance (Adil et al., 2018; Tettero et al., 2018), in addition to its overall health effects (Warburton & Bredin, 2017). Regarding physical activity promotion in the management of bariatric surgery, special attention should be given to young women. Women undergo bariatric surgery more often than men and they make up 82% of those undergoing this surgery in France (Halimi, 2019). Moreover, women undergo bariatric surgery at a younger age (Himpens et al., 2018) and are more prone to physical inactivity and sedentary behaviors (Baruth et al., 2013) than men. Among the environmental barriers to physical activity, women who have undergone bariatric surgery report a lack of time or competing responsibilities, geographic distance, poorly adapted physical activity, life events, and inconvenient physical activity hours (Hayotte, Nègre, et al., 2020).

These barriers to physical activity could be overcome through technology-based physical activity interventions (TbPAI). TbPAI have been increasingly investigated in recent years to promote physical activity for vulnerable populations. They can be classified into three categories: mobile technology (e.g., mobile applications, wearable devices), game-based interventions (e.g., active video games, exergames, serious games, augmented and virtual reality games), and computer- and internet-based interventions (e.g., videoconferencing, e-mail, websites, social media) (Chaddha et al., 2017; Gao & Lee, 2019; Graham & Hipp, 2014; O'Reilly & Spruijt-Metz, 2013). TbPAI from these categories have been used effectively to promote physical activity in the context of obesity care (e.g., Baillot et al., 2016; Höchsmann et al., 2016; Nikolaou & Lean, 2017; Wang et al., 2015). A recent meta-analysis on obesity confirmed that TbPAI were able to increase moderate-to-vigorous physical activity for women by approximately 25 minutes per week (Cotie et al., 2018). In this meta-analysis, several TbPAI were considered to assess this effect (e.g., websites, tracking tools, text messages). However, each TbPAI category contains its own behavioral strategies, such as information and feedback for mobile technology (e.g., McKay et al., 2019), rewards and reinforcement for game-based interventions (e.g., Lyons & Hatkevich, 2013), and social support and goal setting for computer- and internet-based interventions (e.g., Hinman et al., 2019). Some behavioral strategies are more effective than others in digital interventions to promote physical activity in adults with obesity (Carraça et al., 2021). We can therefore assume that there are differences between the TbPAI categories. Nevertheless, to our knowledge, no study

has yet examined the differences or patient preferences, especially in the context of bariatric surgery.

The determinants of users' choice, acceptability and use of one technology over another have often been reduced to a measure of satisfaction (Gomersall et al., 2019; Joseph et al., 2015). Nonetheless, several theoretical models and theories have been developed to understand the predictors of behavioral intention to use a technology (Alexandre et al., 2018). The theory of reasoned action and the theory of planned behavior (Ajzen & Fishbein, 1980; Fishbein & Ajzen, 1975) argue that attitudes and representations determine behavioral intention and real behavior (Alexandre et al., 2018). The technology acceptance model (TAM) (Davis, 1989) derives from these theories. Although the TAM is widely used (Rahimi et al., 2018), the unified theory of acceptance and use of technology-2 (UTAUT2) (Venkatesh et al., 2012) is today the most comprehensive, parsimonious, and powerful predictive model of behavioral intention to use technology (Alkhwaldi & Kamala, 2017; Chang, 2012).

The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2

The UTAUT2 model is an extension of the UTAUT to a consumer context (Venkatesh et al., 2012). The model states that performance expectancy, effort expectancy, social influence and facilitating conditions are key constructs that influence behavioral intention to use a technology and/or technology use (Venkatesh et al., 2003). The UTAUT2 incorporates three additional constructs, hedonic motivation, price value and habit (Venkatesh et al., 2012). The UTAUT2 constructs are defined as follows: (a) performance expectancy refers to "the degree to which using a technology will provide benefits to consumers in performing certain activities," (b) effort expectancy refers to "the degree of ease associated with consumers' use of technology," (c) social influence refers to "the extent to which consumers perceive that important others (e.g., family and friends) believe they should use a particular technology," (d) facilitating conditions refers to "consumers' perceptions of the resources and support available to perform a behavior," (e) hedonic motivation refers to "the fun or pleasure derived from using a technology," (f) price value refers to "consumers' cognitive tradeoff between the perceived benefits of the applications and the monetary cost of using them," and (g) habit refers to "the extent to which an individual believes the behavior to be automatic" (Venkatesh et al., 2012, pp. 6; 8-9). The UTAUT2 was recently applied to eHealth technology with the validation of a French scale (Hayotte, Théroutte, et al., 2020) and the identification of TbPAI acceptability profiles and motivational factors in obesity care (Hayotte, Martinent, et al., 2021). However, no study has yet focused on the theoretical application of the UTAUT2 model to TbPAI specifically in the context of bariatric surgery.

Aims of the Study

The purpose of this study was to apply the UTAUT2 model (Venkatesh et al., 2012) to TbPAI in a post-bariatric surgery context, which represents an opportunity for engagement in physical activity. We aimed to characterize the acceptability of and preferences for three common TbPAI (i.e., active video games, mobile applications, videoconferencing) according to bariatric surgery patients, using a mixed method combining quantitative and qualitative assessment of acceptability.

METHODS

Participants

The data presented in this study are part of a larger obesity research program whose objectives are complementary to those of the present inquiry (e.g., Hayotte, Iannelli, et al., 2021; Hayotte, Martinent, et al., 2021). Inclusion criteria were the following: (a) women residing in France, (b) between 18 and 40 years old, (c) having undergone bariatric surgery at least two months earlier, (d) with care received in the south of France, (e) without physical activity limitation, and (b) speaking French fluently. The study was conducted in accordance with the Helsinki principles and was recorded by the Data Protection Officer of University Côte d'Azur (authorization number: UCA-E009). All participants gave their electronic informed consent before participation. Participants of this study did not agree to have their data shared publicly. Moreover, as the complete dataset contained health information, they are protected by the French laws. The data that support the findings of this study, without health information, are available in the supplementary materials (see online supplementary materials - Appendix 1).

Procedure

Individuals were invited to participate in this study in the waiting rooms for their routine post-bariatric surgical care appointments in the South of France. Participants read written descriptions of three TbPAI with illustrations in a counterbalanced order following a Latin-square design: an active video game, a mobile application, and videoconferencing (see online supplementary materials - Appendix 2). After reading the descriptions, they were asked to complete the acceptability scale and provide their preferences for the TbPAI and demographic data. Self-report questionnaires were completed online between May and December 2019 using LimeSurvey CE, version 2.06+. Last, they were asked if they would be willing to participate in a follow-up interview. The interview was conducted on the same day as the questionnaire was completed or at the next follow-up appointment (with a maximum delay of six months), or by

phone, with a mean delay of 51.0 ± 68.3 days. These one-on-one interviews were conducted in a specialized obesity center and organized in conjunction with outpatient visits or by phone by FH between June and December 2019. The TbPAI descriptions were presented again at the beginning of the interviews, which lasted a mean 17.3 ± 5.2 minutes. Four researchers analyzed the data; two researchers were specialized in psychology and ergonomic sciences (FH and PT) and two were from the fields of exercise psychology and social psychology (MH and FAL). Interviews were audio-recorded and transcribed verbatim. The interviews were stopped when qualitative saturation was reached at the general level for all TbPAI combined (Weed, 2009).

Measures

Acceptability of technology-based physical activity interventions. Participants were asked to complete five subscales of the French eHealth acceptability scale (Hayotte, Théroutan, et al., 2020): (a) performance expectancy, (b) effort expectancy, (c) social influence, (d) hedonic motivation, and (e) behavioral intention, on a 7-point scale ranging from “strongly disagree” to “strongly agree.” Due to the limited information contained in the descriptions, three subscales were not used for quantitative measures (price value, habit, and facilitating conditions). Cronbach’s alphas ranged from .87 to .96, indicating the good internal consistency of the subscales.

Preferences for technology-based physical activity interventions. Participants were asked to indicate their first-choice preference among the three technologies – “Which TbPAI would you choose?” – followed by their second and third choices.

Demographic data. Participants completed a questionnaire eliciting demographic data including: (a) year of birth, (b) sex, (c) marital status, (d) educational level, and (e) self-reported height (m) and weight (kg) used for calculating the body mass index (kg/m^2).

Interview guide. The interview guide was based on the constructs of the UTAUT2 model (Venkatesh et al., 2012). A pilot interview enabled us to reformulate some of the questions and focus the interview on the preferred technology. The final guide comprised four parts: (a) presentation of TbPAI descriptions and confirmation of the ranked preferences, (b) exploration of the reasons for the ranking, (c) application of the UTAUT2 dimensions to the preferred technology and comparison with the other TbPAI, and (d) exploration of other factors that could influence acceptability (see online supplementary materials - Appendix 3).

Quantitative Analysis

Statistical analyses were performed using IBM SPSS version 26 (IBM Corp.). There were no missing data in the sample. First, to examine differences in acceptability levels between the three TbPAI, one-way repeated measures ANOVA were conducted. Mauchly’s sphericity test

indicated that the assumption of sphericity had not been violated. The results were expressed as F statistics with the sphericity hypothesis method, including the degrees of freedom (df), the p-value and the global effect size indicated by partial Eta squared (η^2). Benchmarks were set as follows: small ($\eta^2 = 0.01$), medium ($\eta^2 = 0.06$), and large ($\eta^2 = 0.14$) effects (Cohen, 1988). Second, we performed post hoc analyses with the Bonferroni method to compare the acceptability of the three TbPAI (i.e., videoconferencing vs active video game, mobile application vs videoconferencing, active video game vs mobile application). The Bonferroni method is widely applied as a post hoc test in ANOVA to limit the type I error rate due to multiple comparisons tests (Lee & Lee, 2018). Third, we described the participants' preferences regarding the three TbPAI. Last, we performed multiple regression analyses to examine the explained variance and the main contributors to behavioral intention for each TbPAI.

Qualitative Analysis

Qualitative analysis was conducted according to the qualitative research guidelines (Braun & Clarke, 2006; Lincoln & Guba, 1985; Smith & McGannon, 2018; Weed, 2009) in several steps. In the first step, PT and FH determined the segmentation procedure based on Strijbos et al. (2006) independently of the coding categories of our study. Data were segmented based on punctuation and subdivided when a segment included several units of meaning, conditional relations constituted one segment, and sentences left pending and speech tics were excluded. In the second step, PT and FH read the units of meaning several times to become familiar with the data. They coded the units of meaning deductively into the main dimensions of the UTAUT2 model (Venkatesh et al., 2012): (a) performance expectancy, (b) effort expectancy, (c) social influence, (d) facilitating conditions, (e) hedonic motivation, (f) price value, (g) habit, and (h) behavioral intentions. They then determined the subcategories of the UTAUT2 dimensions inductively. Codes that were not relevant for the UTAUT2 dimensions were organized into emergent new categories and subcategories. The two researchers independently coded 30% of the data and obtained 94% agreement. They then shared their coding and discussed any diverging results until agreement was reached. The rest of the data coding was then shared out between PT and FH. In the fourth step, FAL and MH reviewed the categories and codes as "disinterested peers" to promote qualitative research validity (Johnson, 1997). Category labels were refined with the agreement of all researchers. As the UTAUT2 dimensions are defined as degrees, PT and MH specified independently for each participant whether the category cited was perceived positively, negatively, or neutrally. The authors obtained 95% agreement and resolved disagreements by consensus. Then, they counted the number of participants that reported each category for each TbPAI. As a final step, relevant and short extract examples were identified and selected with the agreement of all researchers.

RESULTS

Demographic Statistics

The present study involved two samples of women who had undergone bariatric surgery. The entire sample (N = 133) was taken into account for the quantitative analyses, whereas the subsample (N = 26) was used for the qualitative analyses. Demographic statistics can be found in Table 1.

Table 1. Sociodemographic characteristics

Characteristics	Entire sample (N = 133)	Subsample (N = 26)
	Mean (SD) / N (%)	Mean (SD) / N (%)
Age (years)	32.8 (5.4)	32.9 (5.5)
Body mass index (kg/m ²)	29.3 (5.7)	30.1 (6.5)
Education (years)		
< 12	47 (35.3)	10 (38.5)
12	40 (30.1)	9 (34.6)
14-15	36 (27.1)	7 (26.9)
≥ 17	10 (7.5)	0 (0.0)
Professional status		
Employed	102 (76.7)	20 (76.9)
Unemployed	24 (18.0)	5 (19.2)
Student	7 (5.3)	1 (3.8)
Marital status		
Single or never married	57 (42.9)	10 (38.5)
Married or in a civil union	69 (51.9)	12 (46.2)
Divorced or widowed	7 (5.3)	4 (15.4)

Insights from Quantitative Data

Acceptability rates for each TbPAI are presented in Figure 1. One-way ANOVAs examined differences in acceptability rates between the three TbPAI conditions, whereas Bonferroni post hoc tests assessed differences emerging from binary comparisons of the three TbPAI.

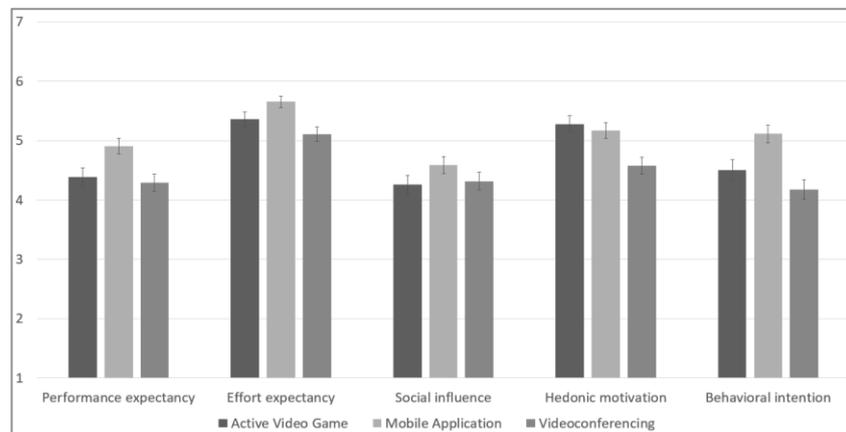


Figure 1. Acceptability rates for the three technology-based physical activity interventions (N = 133)

Note. Error bars show standard errors.

Performance Expectancy. Significant differences between the three TbPAI were found for performance expectancy, $F(2,132) = 10.16, p <.001, \eta^2 = .071$. The Bonferroni test revealed that performance expectancy for mobile application ($M = 4.90, SD = 1.51$) was significantly higher than for videoconferencing ($M = 4.39, SD = 1.78, p <.001$) and active video game ($M = 4.29, SD = 1.68, p = .001$), but it did not significantly differ between videoconferencing and active video game ($p = .50$).

Effort Expectancy. Significant differences between the three TbPAI were found for effort expectancy, $F(2,132) = 12.31, p <.001, \eta^2 = .085$. The Bonferroni test revealed that effort expectancy for mobile application ($M = 5.65, SD = 1.12$) was significantly higher than for videoconferencing ($M = 5.11, SD = 1.46, p <.001$) and active video game ($M = 5.36, SD = 1.51, p = .009$), and it was significantly higher for active video game than for videoconferencing ($p = .025$).
Social Influence. Significant differences between the three TbPAI were found for social influence, $F(2,132) = 4.76, p = .009, \eta^2 = .035$. The Bonferroni test revealed that social influence for mobile application ($M = 4.59, SD = 1.60$) was significantly higher than for videoconferencing ($M = 4.32, SD = 1.69, p = .011$) and active video game ($M = 4.26, SD = 1.77, p = .008$), but it did not significantly differ between videoconferencing and active video game ($p = .63$).

Hedonic Motivation. Significant differences between the three TbPAI were found for hedonic motivation, $F(2,132) = 13.60, p <.001, \eta^2 = .093$. The Bonferroni test revealed that hedonic motivation for videoconferencing ($M = 4.58, SD = 1.67$) was significantly lower than for mobile application ($M = 5.17, SD = 1.56, p <.001$) and active video game ($M = 5.28, SD = 1.61, p <.001$), but it did not significantly differ between mobile application and active video game ($p = .48$).

Behavioral Intention. Significant differences between the three TbPAI were found for behavioral intention, $F(2,132) = 16.08, p <.001, \eta^2 = .109$. The Bonferroni test revealed that behavioral intention for mobile application ($M = 5.11, SD = 1.67$) was significantly higher than for videoconferencing ($M = 4.17, SD = 1.90, p <.001$) and for active video game ($M = 4.51, SD = 1.94, p <.001$), and it was significantly higher for active video game than for videoconferencing ($p = .046$).

The results of the participants' choices are given in Table 2. Mobile application was preferred by 54.9% of the participants as the first choice, active video game by 46.6% as the second choice, and videoconferencing by 63.9% as the third choice.

Table 2. Preference evaluation of technology-based physical activity interventions ($N = 133$)

	Active Video Game N (%)	Mobile Application N (%)	Videoconferencing N (%)
1 st Choice	42 (31.6)	73 (54.9)	18 (13.5)
2 nd Choice	62 (46.6)	41 (30.8)	30 (22.6)
3 rd Choice	29 (21.8)	19 (14.3)	85 (63.9)

The results of multiple regression analyses are presented in Table 3. Performance expectancy and hedonic motivation were significant contributors to behavioral intention for all TbPAI.

Table 3. Regression analyses (N = 133)

	Beta weight	t	p	F (df)	p	R ²
Active video game behavioral intention				248.64 (4)	<.001	88.6%
Performance expectancy	.70	13.53	<.001			
Effort expectancy	-.07	-1.33	.19			
Social influence	.09	2.19	.03			
Hedonic motivation	.28	4.02	<.001			
Mobile application behavioral intention				138.21 (4)	<.001	81.2%
Performance expectancy	.68	7.86	<.001			
Effort expectancy	.13	1.80	.07			
Social influence	-.02	-0.47	.64			
Hedonic motivation	.28	3.37	<.001			
Videoconferencing behavioral intention				145.94 (4)	<.001	82.0%
Performance expectancy	.62	8.07	<.001			
Effort expectancy	-.03	-0.50	.62			
Social influence	.03	0.65	.52			
Hedonic motivation	.32	4.19	<.001			

Insights from Qualitative Data

The second sample of women (N = 26) was interviewed. Among the participants, ten indicated during the interview their preference for active video game, ten for mobile application, and six for videoconferencing. Between the time they completed the questionnaires and the interview, one participant changed her choice and preferred mobile application instead of videoconferencing (P17). Emerging themes were classified deductively in the UTAUT2 categories and inductively in subcategories of the UTAUT2 dimensions, or in new categories or their subcategories for each TbPAI (see Table 4). The way each participant perceived the different acceptability categories and subcategories is reported in online supplementary materials (see online supplementary materials - Appendix 4).

Table 4. Prevalence of acceptability categories for each TbPAI cited by the participants (N = 26)

Categories	Sub-categories	Active Video Game N (%)	Mobile Application N (%)	Video-conferencing N (%)
Performance expectancy		19 (73.1)	19 (73.1)	17 (65.4)
	Quality of physical activity	8 (30.8)	8 (30.8)	12 (46.2)
	Physical activity maintenance	16 (61.5)	12 (46.2)	14 (53.8)
	Management of physical activity	3 (11.5)	13 (50.0)	4 (15.4)
Effort expectancy		11 (42.3)	14 (53.8)	5 (19.2)
	Effort required by physical activity	6 (23.1)	4 (15.4)	2 (7.7)
	Usability	8 (30.8)	14 (53.8)	4 (15.4)
Social influence		12 (46.2)	11 (42.3)	5 (19.2)
	Subjective norms	8 (30.8)	10 (38.5)	4 (15.4)
	Descriptive norms	6 (23.1)	3 (11.5)	1 (3.8)
Facilitating conditions		22 (84.6)	24 (92.3)	20 (76.9)
	Lifestyle adaptation	17 (65.4)	22 (84.6)	18 (69.2)
	Material resources	11 (42.3)	11 (42.3)	9 (34.6)
	Knowledge	3 (11.5)	4 (15.4)	4 (15.4)
	Social support	4 (15.4)	2 (7.7)	0 (0.0)
Hedonic motivation		24 (92.3)	13 (50.0)	9 (34.6)
	Usage pleasure	19 (73.1)	9 (34.6)	6 (23.1)
	Usage interest	14 (53.8)	5 (19.2)	3 (11.5)
Price value		13 (50.0)	8 (30.8)	8 (30.8)
	Willingness to pay	13 (50.0)	10 (38.5)	3 (11.5)
	Financial economics	0 (0.0)	1 (3.8)	2 (7.7)
Habits		19 (73.1)	18 (69.2)	13 (50.0)
	Proximal habits	15 (57.7)	15 (57.7)	12 (46.2)
	Distal habits	10 (38.5)	8 (30.8)	3 (11.5)
Behavioral intention		14 (53.8)	11 (42.3)	13 (50.0)
Motivational factors		18 (69.2)	10 (38.5)	20 (76.9)
	Need for relatedness	14 (53.8)	9 (34.6)	19 (73.1)
	Performance achievement goals	6 (23.1)	0 (0.0)	1 (3.8)
	Extrinsic motivation	1 (3.8)	3 (11.5)	4 (15.4)
Other characteristics		2 (7.7)	4 (15.4)	4 (15.4)
	Perceived reliability	0 (0.0)	3 (11.5)	1 (3.8)
	Intimacy preservation	2 (7.7)	1 (3.8)	4 (15.4)
	Distraction	0 (0.0)	3 (11.5)	0 (0.0)

Performance expectancy. This category of the UTAUT2 referred to the degree to which the participants believed that the technology would be useful to them in doing physical activity. Three subcategories emerged for the three TbPAI: (a) quality of physical activity, (b) maintenance of physical activity, and (c) physical activity management support. Among the participants who mentioned the quality of physical activity for active video game (N = 8), most perceived it to be of low quality; for example: “*but no, the video game character is not going to talk to us*” (P2). For mobile application (N = 8), perceptions were quite good about the quality of physical activity. For videoconferencing, quality was perceived as high among the 12 participants who mentioned this subcategory; for example: “*to see if we’re doing the right things, if we’re doing the exercise correctly, so that we’re not doing anything and everything*” (P2). Maintenance of physical activity refers to the perception of technology as engaging and sustaining physical activity throughout a session or over the long term. For active video game (N = 16), mobile application (N = 12), and

videoconferencing (N = 14), the women perceived these technologies as generally supporting physical activity, as highlighted by these quotes: *“but maybe to start, you know, as a first step to get back into sports, it’s maybe more interesting to start with the video game”* (P26), *“(videoconferencing) even if it’s on the computer, it motivates us, it pushes us a little bit to improve, to go a little further”* (P24). For active video game (N = 3), mobile application (N = 13), and videoconferencing (N = 4), participants perceived these technologies as mostly helping them to manage and monitor their physical activity, as noted by P6: *“that we can see our progress on the application.”*

Effort expectancy. This category of the UTAUT2 referred to the degree to which the participants believed that the technology would be easy to use for physical activity. First, participants mentioned the perceived ease of use in relation to the physical effort involved in physical activity. For the active video game, participants (N = 6) perceived this to a mixed degree as illustrated by the following quotes: *“if, for example, he asks me to jump, I’ll jump, but uh, my knee will hurt”* (P4), *“precisely when it’s a video game, there are several levels”* (P16). For mobile application (N = 4) and videoconferencing (N = 2), the effort involved in PA was perceived to be low and adapted to their capacities; for example, mobile application was perceived as: *“adapted to each level, so it’s good for making progress”* (P7). Second, participants perceived the usability of the TbPAI (i.e., active video game N = 8, mobile application N = 14, videoconferencing N = 4) as high. A participant stated: *“(videoconferencing) one click and it starts up by itself, it seems very simple to me”* (P8).

Social influence. This category of the UTAUT2 referred to the degree to which the participants perceived that important others believed they should use the TbAPI to do physical activity. Two subcategories emerged for the TbPAI: (a) subjective norms (i.e., perceptions of what others believe about the TbPAI usage being appropriate), and (b) descriptive norms (i.e., perceptions of TbPAI use by others). For all TbPAI, subjective norms (i.e., active video games N = 8, mobile applications N = 10, videoconferencing N = 4) and descriptive norms (i.e., active video games N = 6, mobile applications N = 3, videoconferencing N = 1) were mostly perceived positively. For example, participants stated: *“everyone plays these games at least a little bit so they would find it normal”* (P13), *“(videoconferencing) perhaps there would be some curious ‘ah, but how does it work? Can I try to do a session with you?’”* (P20), *“(applications) maybe they would even use it, who knows”* (P6).

Facilitating conditions. This category of the UTAUT2 referred to the participants’ perceptions of the resources and support available to them while using the TbPAI. Four subcategories emerged: (a) lifestyle adaptation, (b) material resources, (c) knowledge, and (d) social support. Participants perceived mobile application (N = 22) as rather lifestyle adapted, as noted by P23: *“an application you can do it whenever you want, so when you have some time,”*

whereas the perception of active video game (N = 17) was more nuanced: *“having to be at home to do it, it’s more restrictive”* (P11). For videoconferencing (N = 18), participants mostly perceived it as not adapted to lifestyle: *“having to keep a schedule could be complicated for me”* (P1), except for those who preferred this TbPAI and perceived it as rather adapted to lifestyle: *“we’re going to be able to organize ourselves more easily according to, well, our daily lives, we’re not going to lose time in transportation”* (P8). For mobile application (N = 11) and videoconferencing (N = 9), participants felt they had material resources, as illustrated by the following quote: *“(videoconferencing) I’ve got the smartphone on which I’ve got a webcam, I’ve got the computer with it so, um well, hardware-wise I’ll have everything”* (P8). For active video game (N = 11), the necessary equipment was not always available; for example: *“video games you have to have the equipment, so sometimes you can’t have it”* (P23). The knowledge needed to use the TbPAI was cited to a lesser extent (i.e., active video game N = 3, mobile application N = 4, videoconferencing N = 4), but mostly perceived positively, as this excerpt shows: *“(videoconferencing) none because, although I’m not much of a TV person or anything, I know how to use computers, plug in, connect or whatever”* (P20). Social support for using TbPAI was reported positively for mobile application (N = 2) and active video game (N = 4), as illustrated by P1: *“(active video game) by giving me time to do it, maybe do it with me”*, but was not reported for videoconferencing.

Hedonic motivation. This category of the UTAUT2 referred to the fun or pleasure of using TbPAI. First, participants perceived different degrees of pleasure associated with the use of TbPAI. For active video game (N = 19) and mobile application (N = 9), usage was mostly perceived as pleasant, as illustrated by P4: *“we say video game, so it’s a game, so since there’s the word ‘game’ in it, we’ll have more fun, we’ll laugh.”* For videoconferencing (N = 6), the pleasure of using this TbPAI was more nuanced, as the following extracts show: *“videoconferencing will annoy me so I put it in last position”* (P3), *“with videoconferencing, with a coach who will be there ‘you have to do this, you have to do that’”* (P4), or on the contrary *“it can also be fun”* (P7), *“videoconferencing, I think it’s interesting”* (P26). Second, participants also mentioned their general interest in the use of TbPAI. This interest in the three TbPAI was generally low for those participants who mentioned this subcategory (i.e., active video game N = 14, mobile application N = 5, videoconferencing N = 3), except for those participants who preferred active video game and expressed high interest. For example, the participants said: *“(applications) always have the phone for everything, choosing your groceries, looking at the bank account, now for sports... that’s a lot of phone”* (P1), *“I actually lose interest very quickly in applications in general, I think it’ll be the same”* (P18), *“(active video game) if you decide to do an hour of sports every day, [...] well, that’s still spending time in front of a screen”* (P2), *“I really like anything interactive, I know it won’t have anything to do with interactive video games but I like it anyway”* (P12).

Price value. This category of the UTAUT2 referred to the participants' cognitive tradeoffs between the perceived benefits of the TbPAI for doing physical activity and the estimated monetary cost of using it. Participants expressed a degree of willingness to pay to use the TbPAI, provided the price was not too high. Mobile application was considered to have an acceptable price by those who mentioned this subcategory (N = 10), while opinions were more mixed for active video game (N = 13) and videoconferencing (N = 8). The following quotes illustrate this: *"pay for the application, I wouldn't mind to a certain extent"* (P2), *"(application) if it's in a gym or if it's my phone, um... in the gym I say to myself, if I like it I'll go, I'll pay, so it would be the same"* (P17), *"(active video game) we are not going to say that it's within our reach"* (P14), *"(videoconferencing) I know that, even if it would have to be paid for, and I know that I would be willing to pay the price"* (P10). To a lesser extent, three participants also mentioned the financial savings with the TbPAI, especially mobile application (N = 1) or videoconferencing (N = 2), compared to the gym, as illustrated by P10: *"I'm sure by videoconferencing and all of that, it would be much cheaper."*

Habits. This category of the UTAUT2 was extended from the original definition and referred to the previous use of the TbPAI or a similar technology. Thus, two subcategories emerged: (a) proximal habits, which referred to the use of the TbPAI described in the presentations or to a similar technology for physical activity, and (b) distal habits, which referred to the use of a similar technology for activities other than physical activity. For active video games and mobile applications, participants described having rather high proximal (i.e., active video games N = 15, mobile applications N = 15) and distal (i.e., active video games N = 10, mobile applications N = 8) habits, as illustrated by these quotes: *"(WiiFit) about a week, let's say 3 to 4 times a week"* (P15), *"I had an application, for example, for weight"* (P11). In contrast, for videoconferencing, distal (N = 12) and proximal (N = 3) habits were rather perceived as low, as cited by P14 *"in videoconference, since I've never tested it, so I don't know."*

Behavioral intention. This category of the UTAUT2 referred to the participants' willingness to use the TbPAI. All participants who preferred a TbPAI (i.e., active video game N = 10, mobile application N = 10, videoconferencing N = 6) expressed a behavioral intention to use it. In addition, of the participants who preferred another TbPAI: (a) three participants expressed low behavioral intention for active video game (i.e., P8, P10, and P25), (b) one participant expressed high behavioral intention for active video game (i.e., P22), (c) one participant expressed low behavioral intention for mobile application (i.e., P20), (d) three participants expressed low behavioral intention for videoconferencing (i.e., P16, P17, and P22), and (e) four participants expressed high behavioral intention for videoconferencing (i.e., P7, P12, P14, and P26). The following excerpts illustrate these results: *"(applications) I'll use it... well after... yeah, I think, all the time"* (P5), *"(videoconferencing) ah, but if I have it at home, I'll do it all the time"* (P19), *"I can't,*

I can't say to myself, well I'm going to turn on a video game to do some sports" (P8), "but what is certain is that I'm not interested in videoconferencing" (P22).

Motivational factors. This category corresponded to the motivational determinants of TbPAI use that went beyond the motivational factors included in the hedonic motivation and performance expectancy constructs of the UTAUT2. Three motivational factors emerged: (a) need for relatedness, (b) performance achievement goals, and (c) extrinsic motivation. The need for relatedness referred to the motivation to use the TbPAI to be included in a group or to be connected with other people to do physical activity or with a coach. For active video game (N = 14) and videoconferencing (N = 19), participants perceived these TbPAI as a response to their need for relatedness, as noted by P20 *"(active video game) then I think that yeah, with an evening with friends or with children, it can be really nice"* or by P23 *"(videoconferencing) the good thing is, if I remember, there was the possibility to be with a coach or with a group."* In contrast, mobile application (N = 9) was mostly perceived as foreign to this need; for example: *"the application I put it last because um being alone to do my sport is not very motivating"* (P13). Performance achievement goals referred to the use of the TbPAI to measure oneself against others and compare oneself in a kind of competition. This subcategory was mainly mentioned for active video game (N = 6); for example, P24 considered active video games as allowing *"a little competition with people."* One participant (i.e., P26) also mentioned this for videoconferencing. Extrinsic motivation referred here to the use of TbPAI to improve health and physical capacities or to lose weight, through the physical activity they enabled. This subcategory was cited positively for active video game (N = 1), mobile application (N = 3), and videoconferencing (N = 4), as illustrated in the following quote: *"(active video game) I think it can give me more... endurance, cardio"* (P26).

Other characteristics. This category corresponded to constructs that were not included in the UTAUT2 and were not related to motivational factors. Perceived reliability was perceived as low for mobile application (N = 3) and videoconferencing (N = 1), as noted by P7 *"(applications) if it's stuff that grinds uh, or bugs, well that's annoying."* Active video game (N = 2) and mobile application (N = 1) were perceived by participants as preserving their intimacy since these TbPAI did not require them to expose themselves. In contrast, three participants perceived videoconferencing as exposing them; for example: *"for the videoconferencing, uh... negative point is that sometimes, we don't really want to show ourselves"* (P26). One participant, however, considered that she was less exposed than in a gym: *"and uh to do it at home without anyone around who can judge me like in a room or uh... look at me"* (P24). Three participants mentioned that they might be distracted by other features on their smartphone instead of using the application for physical activity, as illustrated in the following excerpt: *"when I pick up the smartphone, well immediately my games take over, I do something else, I go to answer a phone and then I make a phone call and finally I don't do what I went to do on my phone"* (P1). Beyond the

study objectives, two participants perceived the proposed TbPAI as complementary (i.e., the three TbPAI for P26, mobile application and videoconferencing for P5).

DISCUSSION

Findings

The purpose of this study was to examine the extent to which the UTAUT2 model (Venkatesh et al., 2012) applies to TbPAI in a post-bariatric surgery context. For this purpose, we characterized the level of acceptability and preferences of bariatric surgery patients regarding three common TbPAI (i.e., active video games, mobile applications, videoconferencing) using a mixed method combining quantitative and qualitative data. Our results showed relatively high acceptability of the TbPAI (i.e., the means of the acceptability constructs were all above 4 on the 7-point Likert-scale) by these patients. However, differences were observed between the TbPAI. Mobile applications obtained either the same level or a significantly higher level acceptability than the videoconferencing and active video games for all measured UTAUT2 constructs (i.e., performance expectancy, effort expectancy, social influence, hedonic motivation, behavioral intention). These results are in line with the preferences expressed by the participants, who preferred mobile applications, then active video games, and finally videoconferencing. Although not all UTAUT2 constructs were measured, the explained variance of behavioral intention ranged from 81 to 89% for the three TbPAI, with performance expectancy and hedonic motivation being the main contributors. This result is similar to the explained variance of the original validation of the UTAUT2, which was 74% (Venkatesh et al., 2012). Regarding these results, the quantitative analyses partially supported the application of the UTAUT2 in the context of bariatric surgery.

The qualitative analyses, which focused on the factors that explained the acceptability of the preferred TbPAI compared to the other TbPAI, allowed for a more in-depth exploration of TbPAI acceptability. Differences in line with the quantitative analyses were observed between TbPAI. For active video game, the main positive factors mentioned by the participants were support for physical activity management and usage pleasure, while lifestyle adaptation was perceived in a more nuanced way. For mobile application, lifestyle adaptation and material resources were the most positively mentioned factors, while usability and support for the need for relatedness were perceived less positively. For videoconferencing, the quality of physical activity, support for maintaining physical activity, and the need for relatedness were widely perceived positively, while lifestyle adaptation and proximal habits were perceived more negatively. Factors other than the constructs of the UTAUT2 model also emerged to characterize the acceptability of TbPAI, especially motivational factors. These factors were labeled in light of certain constructs of the self-determination theory (SDT), a macro-theory of motivation (Ryan &

Deci, 2017) and the constructs of achievement goal theory (Nicholls, 1984). In particular, the need for relatedness is one of the basic psychological needs of SDT and extrinsic motivation is part of the organismic integration theory of SDT (Ryan & Deci, 2017). The extrinsic motivation, as cited by the participants, referred to identified regulation among the four types of regulation of extrinsic motivation of the SDT. Our identification of these constructs is in line with the findings of recent studies that examined the relations between these theories and acceptability theories. For example, Nikou and Economides (2017) reported associations between the needs for autonomy, competence and relatedness, and perceived ease of use and perceived usefulness from the technology acceptance model. Similar results have also been demonstrated by other authors (e.g., Khan et al., 2018; Y. Lee et al., 2015). In addition, Mascaret et al. (2020) showed relations between self-avoidance goals from the achievement goal theory and the constructs of the technology acceptance model among older adults. Recently, general causality orientations were found to be related to the acceptability profiles of TbPAI in the context of obesity (Hayotte, Martinent, et al., 2021). The examination of the relationships between the concepts of motivation to physical activity and the constructs of the UTAUT2 model in the context of TbPAI seems to be an emerging area of research to be encouraged.

Limitations and Considerations

Despite the several strengths of this study, some limitations must be acknowledged. Several are related to the study design, which restricted the conclusions that could be drawn. First, the descriptions of the TbPAI provided general information and were relatively similar to avoid any bias to the presentation itself. As the descriptions were hypothetical, we cannot apply these results directly to similar real TbPAI available on the market. Second, the qualitative analyses focused on the preferred TbPAI, which may have led to an increase in positive perceptions of the determinants of TbPAI use. Although the comparisons with the other TbPAI should have partly reduced this overestimation, the prevalence and valence of each subcategory should be interpreted with caution. Third, the written descriptions implied that the TbPAI were intended to be used in the context of care, without cost and with technical support. These descriptions could have artificially increased the positive perception of facilitating conditions and price value of the TbPAI and led to a higher value of behavioral intention to use them. Fourth, the time between completing the questionnaire and conducting the interview was heterogeneous, although participants were reminded of the TbPAI descriptions at the beginning of the interview.

Although we conducted our qualitative analyses according to research guidelines (e.g., Braun & Clarke, 2006; Lincoln & Guba, 1985; Smith & McGannon, 2018; Weed, 2009) and reached saturation, the generalizability of our results may be questioned. First, our population was composed only of young women, who can be assumed to be rather familiar with technology.

Second, those who agreed to participate in the interviews may have been more interested in TbPAI than the rest of the population. Third, there was no process for confronting the results by the participants, such as member checking. Some of their responses may have been slightly overinterpreted.

Another type of limitation was related to our theoretical approach. The interviews were conducted within the framework of the UTAUT2 model, which means that the model constructs did not emerge naturally (i.e., their frequency of citation is probably overestimated), unlike the other constructs, such as the motivational constructs. The relative weight of each of the factors in explaining behavioral intention to use TbPAI will have to be established in future studies, as will the relation with usage behavior, which was not measured in this study.

Last, the interviews were conducted before the COVID-19 pandemic. With the pandemic mandating to reduce face-to-face contact to minimize the risk of virus transmission meant that videoconferencing was used extensively since then, which may have changed perceptions about videoconferencing (e.g., Fisk et al., 2020).

CONCLUSION

The results showed relatively high levels of acceptability for all three technologies, confirmed by rather positive perceptions during the interviews. The findings highlighted the relevance of the UTAUT2 model in the field of TbPAI following bariatric surgery. Although the UTAUT2 model is an integrative model, other factors of acceptability were identified, such as motivational factors. In this context, it might therefore be interesting to further explore the relationship between the UTAUT2 model and contemporary theories of motivation.

Acknowledgments:

The authors express their sincere gratitude to all the volunteers who participated in this study. We also express our gratitude to the following for their aid in contacting the volunteers: The Specialized Center for Obesity of East Provence-Alpes Côte d’Azur and the Nice University Hospital Center, the Specialized Center for Obesity of West Provence-Alpes Côte d’Azur and the Marseille University Hospital Center, the Nutrition Center of Pegomas, the Cérès Nutrition Center of Nice, and the Antibes Hospital Center.

MH was supported by a PhD grant from the Région Sud Provence-Alpes Côte d’Azur, France, and co-supported by the association “Azur Sport Santé.” This work was supported by the French government and managed by the “Agence Nationale de la Recherche” as part of the UCAJEDI Future Investments project, reference number ANR-15-IDEX-01.

REFERENCES

- Adil, M. T., Jain, V., Rashid, F., Al-taan, O., Whitelaw, D., & Jambulingam, P. (2018). Meta-analysis of the effect of bariatric surgery on physical function: Effect of bariatric surgery on physical function. *British Journal of Surgery*, 105(9), 1107–1118. <https://doi.org/10.1002/bjs.10880>
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Alexandre, B., Reynaud, E., Osiurak, F., & Navarro, J. (2018). Acceptance and acceptability criteria: A literature review. *Cognition, Technology & Work*, 20(2), 165–177. <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0459-1>
- Alkhwaldi, M., & Kamala, M. (2017). Why do users accept innovative technologies? A critical review of technology acceptance models and theories. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*, 4(8), 7962–7971.
- Baillot, A., Boissy, P., Tousignant, M., & Langlois, M.-F. (2016). Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 23(5), 529–535. <https://doi.org/10.1177/1357633X16653511>
- Baruth, M., Sharpe, P. A., Hutto, B., Wilcox, S., & Warren, T. Y. (2013). Patterns of sedentary behavior in overweight and obese women. *Ethnicity & Disease*, 23(3), 336–342.
- Boddu, R., Wilson, E., Snyder, B., & Wilson, T. (2012). Optimizing weight loss outcomes for bariatric surgery patients: The role of physical activity. *BMC Proceedings*, 6(S4). <https://doi.org/10.1186/1753-6561-6-S4-01>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Busetto, L., Dicker, D., Azran, C., Batterham, R. L., Farpour-Lambert, N., Fried, M., Hjelmæsæth, J., Kinzl, J., Leitner, D. R., Makaronidis, J. M., Schindler, K., Toplak, H., & Yumuk, V. (2017). Practical recommendations of the obesity management task force of the european association for the study of obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obesity Facts*, 10(6), 597–632. <https://doi.org/10.1159/000481825>
- Carraça, E., Encantado, J., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J., Busetto, L., Baak, M., Dicker, D., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. (2021). Effective behavior change techniques to promote physical activity in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. <https://doi.org/10.1111/obr.13258>
- Chaddha, A., Jackson, E. A., Richardson, C. R., & Franklin, B. A. (2017). Technology to help promote physical activity. *The American Journal of Cardiology*, 119(1), 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.09.025>

- Chang, A. (2012). UTAUT and UTAUT 2: A review and agenda for future research. *Journal The Winners*, 13(2), 106–114. <https://doi.org/10.21512/tw.v13i2.656>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed., reprint). Psychology Press.
- Cotie, L. M., Prince, S. A., Elliott, C. G., Ziss, M. C., McDonnell, L. A., Mullen, K. A., Hiremath, S., Pipe, A. L., Reid, R. D., & Reed, J. L. (2018). The effectiveness of eHealth interventions on physical activity and measures of obesity among working-age women: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 19(10), 1340–1358. <https://doi.org/10.1111/obr.12700>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research*. Addison-Wesley.
- Fisk, M., Livingstone, A., & Pit, S. W. (2020). Telehealth in the context of COVID-19: Changing perspectives in Australia, the United Kingdom, and the United States. *Journal of Medical Internet Research*, 22(6), e19264. <https://doi.org/10.2196/19264>
- Gao, Z., & Lee, J. E. (2019). Emerging technology in promoting physical activity and health: Challenges and opportunities. *Journal of Clinical Medicine*, 8(11), 1830. <https://doi.org/10.3390/jcm8111830>
- Gomersall, S. R., Skinner, T. L., Winkler, E., Healy, G. N., Eakin, E., & Fjeldsoe, B. (2019). Feasibility, acceptability and efficacy of a text message-enhanced clinical exercise rehabilitation intervention for increasing ‘whole-of-day’ activity in people living with and beyond cancer. *BMC Public Health*, 19(S2). <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6767-4>
- Gourlan, M. J., Trouilloud, D. O., & Sarrazin, P. G. (2011). Interventions promoting physical activity among obese populations: A meta-analysis considering global effect, long-term maintenance, physical activity indicators and dose characteristics. *Obesity Reviews*, 12(7), e633–e645. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00874.x>
- Graham, D. J., & Hipp, J. A. (2014). Emerging technologies to promote and evaluate physical activity: Cutting-edge research and future directions. *Frontiers in Public Health*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00066>
- Halimi, S. (2019). Chirurgie bariatrique : État des lieux en France en 2019. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 13(8), 677–686. [https://doi.org/10.1016/S1957-2557\(19\)30210-X](https://doi.org/10.1016/S1957-2557(19)30210-X)
- Hayotte, M., Iannelli, A., Nègre, V., Pradier, C., Thérouanne, P., Fuch, A., Diagana, O., Garbarino, J.-M., Vuillemin, A., Colson, S. S., Chevalier, N., & d'Arripe-Longueville, F. (2021). Effects of technology-based physical activity interventions for women one year after bariatric surgery: A three-arm randomized control study. *BMJ Open*. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046184>
- Hayotte, M., Martinent, G., Nègre, V., Thérouanne, P., & d'Arripe-Longueville, F. (2021). Acceptability of technology-based physical activity intervention profiles and their

- motivational factors in obesity care: A latent profile transition analysis. *International Journal of Obesity*, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41366-021-00813-6>
- Hayotte, M., Nègre, V., Gray, L., Sadoul, J.-L., & d'Arripe-Longueville, F. (2020). The transtheoretical model (TTM) to gain insight into young women's long-term physical activity after bariatric surgery: A qualitative study. *Obesity Surgery*, 30(2), 595-602. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04220-9>
- Hayotte, M., Thérouanne, P., Gray, L., Corrion, K., & d'Arripe-Longueville, F. (2020). The French eHealth acceptability scale using the unified theory of acceptance and use of technology 2 model: Instrument validation study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(4), e16520. <https://doi.org/10.2196/16520>
- Himpens, J., Ramos, A., Welbourn, R., Dixon, J., Kinsman, R., & Walton, P. (2018). Fourth IFSO global registry report 2018. *IFSO & Dendrite Clinical Systems*.
- Hinman, R. S., Lawford, B. J., & Bennell, K. L. (2019). Harnessing technology to deliver care by physical therapists for people with persistent joint pain: Telephone and video-conferencing service models. *Journal of Applied Biobehavioral Research*, 24(2). <https://doi.org/10.1111/jabr.12150>
- Höchsmann, C., Schüpbach, M., & Schmidt-Trucksäss, A. (2016). Effects of exergaming on physical activity in overweight individuals. *Sports Medicine*, 46(6), 845-860. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0455-z>
- Johnson, R. B. (1997). *Examining the validity structure of qualitative research*. *Education* 118(3), 282-292.
- Joseph, R. P., Dutton, G. R., Cherrington, A., Fontaine, K., Baskin, M., Casazza, K., Lorch, D., Allison, J. J., & Durant, N. H. (2015). Feasibility, acceptability, and characteristics associated with adherence and completion of a culturally relevant internet-enhanced physical activity pilot intervention for overweight and obese young adult African American women enrolled in college. *BMC Research Notes*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1159-z>
- Khan, I. U., Hameed, Z., Yu, Y., Islam, T., Sheikh, Z., & Khan, S. U. (2018). Predicting the acceptance of MOOCs in a developing country: Application of task-technology fit model, social motivation, and self-determination theory. *Telematics and Informatics*, 35(4), 964-978. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.09.009>
- Lee, S., & Lee, D. K. (2018). What is the proper way to apply the multiple comparison test? *Korean Journal of Anesthesiology*, 71(5), 353-360. <https://doi.org/10.4097/kja.d.18.00242>
- Lee, Y., Lee, J., & Hwang, Y. (2015). Relating motivation to information and communication technology acceptance: Self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior*, 51, 418-428. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.021>

- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Establishing trustworthiness. In *Naturalistic inquiry* (pp. 289–327). Sage Publications.
- Lyons, E. J., & Hatkevich, C. (2013). Prevalence of behavior changing strategies in fitness video games: Theory-based content analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 15(5), e81. <https://doi.org/10.2196/jmir.2403>
- Mascret, N., Delbes, L., Voron, A., Temprado, J.-J., & Montagne, G. (2020). Acceptance of a virtual reality headset designed for fall prevention in older adults: Questionnaire study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(12), e20691. <https://doi.org/10.2196/20691>
- McKay, F. H., Wright, A., Shill, J., Stephens, H., & Uccellini, M. (2019). Using health and well-being apps for behavior change: A systematic search and rating of apps. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(7), e11926. <https://doi.org/10.2196/11926>
- Nicholls, J. G. (1984). Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance. *Psychological Review*, 91(3), 328–346. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.91.3.328>
- Nikolaou, C. K., & Lean, M. E. J. (2017). Mobile applications for obesity and weight management: Current market characteristics. *International Journal of Obesity*, 41(1), 200–202. <https://doi.org/10.1038/ijo.2016.186>
- Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2017). Mobile-based assessment: Integrating acceptance and motivational factors into a combined model of self-determination theory and technology acceptance. *Computers in Human Behavior*, 68, 83–95. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.020>
- O'Reilly, G. A., & Spruijt-Metz, D. (2013). Current mHealth technologies for physical activity assessment and promotion. *American Journal of Preventive Medicine*, 45(4), 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2013.05.012>
- Petroni, M. L., Caletti, M. T., Calugi, S., Dalle Grave, R., & Marchesini, G. (2017). Long-term treatment of severe obesity: Are lifestyle interventions still an option? *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 12(6), 391–400. <https://doi.org/10.1080/17446651.2017.1386551>
- Rahimi, B., Nadri, H., Lotfnezhad Afshar, H., & Timpka, T. (2018). A systematic review of the technology acceptance model in health informatics. *Applied Clinical Informatics*, 09(03), 604–634. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1668091>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press.
- Sjöström, L., Narbro, K., Sjöström, C. D., Karason, K., Larsson, B., Wedel, H., Lystig, T., Sullivan, M., Bouchard, C., Carlsson, B., Bengtsson, C., Dahlgren, S., Gummesson, A., Jacobson, P., Karlsson, J., Lindroos, A.-K., Lönroth, H., Näslund, I., Olbers, T., ... Carlsson, L. M. S. (2007). Effects of

- bariatric surgery on mortality in swedish obese subjects. *New England Journal of Medicine*, 357(8), 741–752. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa066254>
- Smith, B., & McGannon, K. R. (2018). Developing rigor in qualitative research: Problems and opportunities within sport and exercise psychology. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 101–121. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2017.1317357>
- Stewart, F., & Avenell, A. (2016). Behavioural interventions for severe obesity before and/or after bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Surgery*, 26(6), 1203–1214. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1873-6>
- Strijbos, J.-W., Martens, R. L., Prins, F. J., & Jochems, W. M. G. (2006). Content analysis: What are they talking about? *Computers & Education*, 46(1), 29–48. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.04.002>
- Tettero, O. M., Aronson, T., Wolf, R. J., Nuijten, M. A. H., Hopman, M. T. E., & Janssen, I. M. C. (2018). Increase in physical activity after bariatric surgery demonstrates improvement in weight loss and cardiorespiratory fitness. *Obesity Surgery*, 28(12), 3950–3957. <https://doi.org/10.1007/s11695-018-3439-x>
- Venkatesh, Morris, Davis, & Davis. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178. <https://doi.org/10.2307/41410412>
- Wang, J. B., Cadmus-Bertram, L. A., Natarajan, L., White, M. M., Madanat, H., Nichols, J. F., Ayala, G. X., & Pierce, J. P. (2015). Wearable sensor/device (fitbit one) and SMS text-messaging prompts to increase physical activity in overweight and obese adults: A randomized controlled trial. *Telemedicine and E-Health*, 21(10), 782–792. <https://doi.org/10.1089/tmj.2014.0176>
- Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541–556. <https://doi.org/10.1097/HCO.0000000000000437>
- Weed, M. (2009). Research quality considerations for grounded theory research in sport & exercise psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(5), 502–510. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2009.02.007>

List of Online Supplementary Materials

Appendix 1. Data set (only in electronic format)

Appendix 2. Written descriptions of three technology-based physical activity interventions with illustrations

Appendix 3. Interview guide

Appendix 4. Participants' perceptions of the different acceptability categories and subcategories

Supplementary materials - Appendix 2

Written descriptions of three technology-based physical activity interventions with illustrations

Videoconferencing

Context:

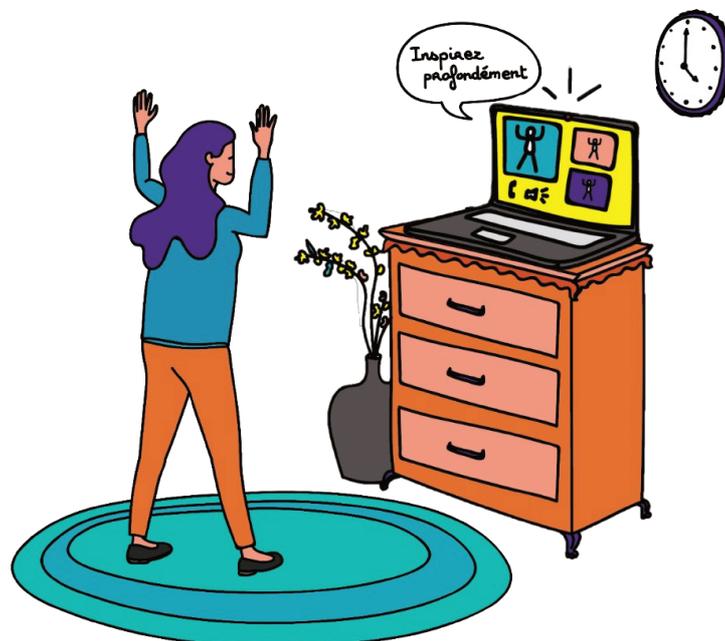
For your health and to help you manage your weight, it is essential to practice physical activity regularly. In order to accompany you in this process, we suggest that you participate in a physical activity program based on the use of new technologies, in addition to your current treatment.

Use:

This program will be carried out by videoconference. You will be alone at home but interacting with the other participants and accompanied by a physical activity professional. The professional will indicate to the whole group, live by videoconference, the exercises to be done, which will be defined according to the physical capacities of the group. To verify that the exercises have been carried out correctly, the physical activity professional will be able to correct your posture live, and you will be able to discuss directly with him and the other participants. The physical activities that will be proposed to you will be carried out at home, at a fixed time previously defined. Several physical activities will be proposed to develop your cardiorespiratory, muscular, flexibility and balance functions (examples: gymnastics, yoga, stretching, muscle strengthening...).

Equipment:

This program will require the use of your computer with a webcam or your smartphone. You will not be required to purchase any equipment. If you don't have one, a webcam will be provided to you, and technical support will be made available to you.



Active video game

Context:

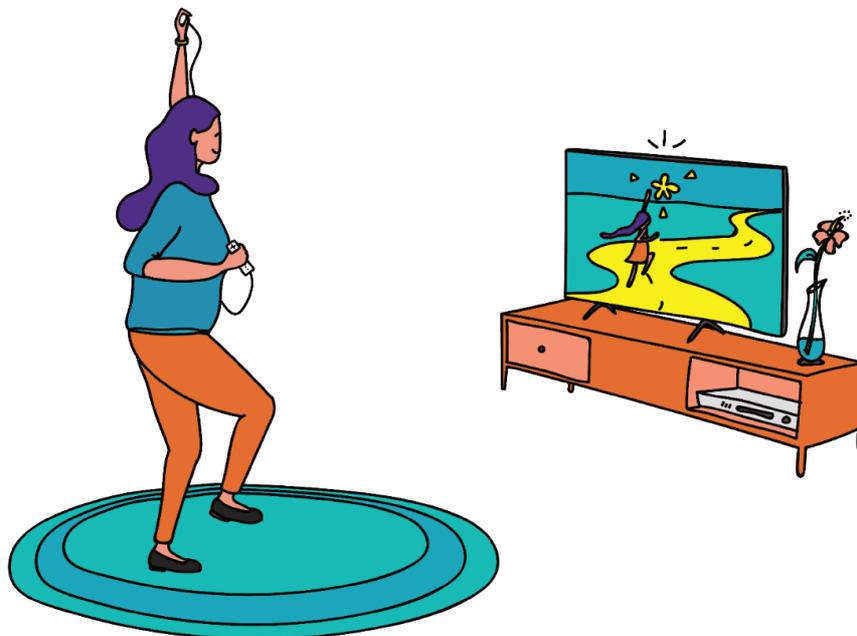
For your health and to help you manage your weight, it is essential to practice physical activity regularly. In order to accompany you in this process, we suggest that you participate in a physical activity program based on the use of new technologies, in addition to your current treatment.

Use:

This program will be carried out through an active video game. You will be alone at home, and you will have to accomplish missions requiring the performance of physical exercises in order to progress in the game. Several levels of difficulty will be proposed in order to adapt to your physical capacities. Correct completion of the exercises will allow you to progress in the game at the same pace as your physical progress. You will also be able to compete against other players in the different challenges that will be proposed to you. You will be able to play independently from your home, indoors, at the times that suit you best. Through the video game, several physical activities will be proposed to develop your cardiorespiratory, muscular, flexibility and balance functions (examples: gymnastics, yoga, stretching, muscle strengthening...).

Equipment:

This program will require the use of your television or computer and a game console. You will not be required to purchase any equipment. If you do not have one, a game console will be provided and technical support will be made available to you.



Mobile application

Context:

For your health and to help you manage your weight, it is essential to practice regular physical activity. In order to accompany you in this process, we suggest that you to participate in a physical activity program based on the use of new technologies, in addition to your current treatment.

Use:

This program will be carried out using a mobile application linked to a platform for managing your health data. You will have at your disposal a mobile application encouraging you to perform different physical exercises and your overall physical activity will be measured thanks to the sensors of your phone. Challenges with several levels of difficulty will be proposed in order to adapt to your physical capacities. You will be able to program your activity reminders at your convenience. In order to visualize your progress, a report of your physical activity will be available every day on your mobile application, measured with the help of recorded movements. Your physical activity will be performed independently, indoors or outdoors, in the place of your choice and at the times that suit you best. Through your mobile application, several physical activities will be proposed to develop your cardiorespiratory, muscular, flexibility and balance functions (examples: gymnastics, yoga, stretching, muscle strengthening, walking...).

Equipment:

This program will require the use of your smartphone. You will not be required to purchase any equipment. Technical support will be provided.



Supplementary materials - Appendix 3

Interview guide

Introduction

You have just answered all the questions of the survey on physical activity and new technologies. If you don't mind, let's go back to the last part with the different technology scenarios proposed to help you be more physically active. We will discuss your choices and preferences.

We will discuss what you like/dislike about these physical activity programs with new technologies. I would like to understand how you perceive them, how you represent them to yourself.

You are always free to refuse. If you don't mind, I will record our discussion. Only I will have access to this recording and it will be anonymized in the transcript.

Building trust and confidence

Before continuing, do you have any questions about what you have just completed?

Would you like to have a glass of water before continuing?

Can you tell me about your physical activity? Do you have or do you practice any physical activity? Do you have any physical activity goals for the future?

Part One: Presentation of technology-based physical activity interventions (TbPAI) descriptions and confirmation of the ranking

In this first part, we will try to understand your ranking of the programs for health by asking you to describe the positive and negative points for each program.

Recall the 3 health programs, then recall the order

You have been presented with three physical activity programs based on the use of technologies. Next, we asked you to rank them in the order of your preference - this order is *stated order*.

Part Two: Exploration of the reasons for the ranking

Can you explain to me your ranking of the three programs?

Obtain information about the perception of each program

TbPAI 1: Can you explain to me what you like about this program?

Is there anything you dislike about this program?

TbPAI 2: Can you explain to me what you like about this program?

Can you explain to me what made you put this program in second position?

Can you explain to me what you dislike about this program?

TbPAI 3: Can you explain to me what you like about this program?

Can you explain to me what made you put this program in third position?

Can you explain to me what you dislike about this program?

Summary of responses - Do you have anything else to add?

Part Three: Application of the UTAUT2 dimensions to the preferred technology, and in comparison to the other TbPAI

Now in a third part, we will go deeper into your perceptions of your favorite program in relation to different elements and in comparison to the other TbPAI.

Performance expectancy

What can this program do for you?

How do you find this program useful?

What are the gains and benefits of using this program?

Effort expectancy

What difficulties do you see in using this program?

How much effort will using this program require of you?

How easy does using the program seem to be?

Social influence

How would your family, friends, and significant others perceive this program?

What is the perception of important people regarding the use of the system?

Facilitating conditions

Do you have the resources that would allow you to follow this program?

(By resources, we mean your environment, materials, a space...)

What organizational and technical structures would enable you to use it?

Hedonic motivation

For you, what is interesting, fun, enjoyable about these programs?

Fun and pleasure in use

Price value

You were asked about these physical activity programs on the assumption that the necessary materials would be provided. If there was a charge for this equipment, would it make a difference to you?

Question the relationship between price and perceived benefits

Habits

Did you know about this type of program to promote physical activity? Have you ever used any?

What similar programs have you used before?

Do you already use similar programs in other activities? How often?

Ask about program usage patterns

Behavioral intention

Imagine yourself, tomorrow, participating in this physical activity program:

Would you intend to use this technology?

How often would you use it?

Summary of Responses - "Do you have anything else to add? "

Thank you for answering my questions.

Supplementary materials - Appendix 4
Participants' perceptions of the different acceptability categories and subcategories

Categories	Sub-categories	Active Game N (%)	Video	Mobile Application N (%)	Video-conferencing N (%)
Performance expectancy					
	Quality of physical activity	P2- P4+ P6- P7- P13- P17- P21+/- P26+/-		P2- P6+ P7+/-* P9+/- P10+ P13- P17+ P23+	P1+ P2+ P7+ P8+ P10+ P13+ P19+ P20+ P23+ P24+ P25+ P26+
	Physical activity maintenance	P1+/- P2- P3+ P4+ P7+ P9+ P12+ P13+ P14+ P15+ P16+ P18+ P19+ P21+ P24+ P26+		P2+ P5+ P7+ P8- P11+/-* P16+ P17+ P21+ P22+ P23+ P24+ P25-	P2+* P3+ P4-* P7+ P8+ P10+ P11+ P13+ P19+ P20+ P23+ P24+ P25+ P26+
	Management of physical activity	P3+ P11- P17+		P1+ P4+/- P6+ P7+/- P9+ P10+ P11+ P16+ P17+ P21+/- P23+ P25+* P26+	P6+ P10+ P17+ P25+
Effort expectancy					
	Effort required by physical activity	P1- P2- P4- P7+ P14+/- P16+		P7+ P17+ P22+/- P23+	P19+ P26+
	Usability	P3+ P4- P11- P14+ P15+ P16+ P23 +/- P26+/-*		P2- P3+ P5+ P6+ P7- P8+ P9+ P11+ P14- P16- P21+* P22- P23+ P26+	P8+ P24+ P25+ P26+
Social influence					
	Subjective norms	P1+ P3+ P12+/- P13+ P14- P15+/- P18+ P26+		P2+* P5+ P6+ P7+/- P9+/- P11+ P17+ P21+ P22+ P23+	P8+/- P20+ P24+/- P25+
	Descriptive norms	P8+ P10- P13+ P14+ P16+/- P17+		P2+ P6+ P10+	P10+
Facilitating conditions					
	Lifestyle adaptation	P1+ P3+ P4- P6- P7+ P11- P13+ P14- P16+/- P17- P18+ P19+ P21- P22+/- P23+/- P24- P26+/-		P1- P2- P3+ P5+ P6+ P7+ P8+ P10+ P11+ P12+ P13+ P15+/- P17+ P18+ P19+ P20+ P21+ P22+ P23+ P24+ P25+/-* P26+	P1- P3- P5- P6- P7+/-* P8+ P10+ P11- P13- P16- P17- P18- P20+ P22- P23- P24+/- P25+ P26+
	Material resources	P2- P3+ P4+/- P12+ P13+/- P15+ P16+ P18+/-* P23+/-* P25- P26+		P2+/- P5+ P7+ P11+ P12+ P16+ P17+ P19+ P21+ P22+ P24+	P1+ P2+ P8+ P10+ P19- P20- P24+ P25+/-* P26-
	Knowledge	P15+ P20- P26+		P2+ P6+ P9+ P21+	P8+ P20+ P24+ P26-
	Social support	P1+ P12-* P16+ P19+		P7+ P17+	
Hedonic motivation					
	Usage pleasure	P1+ P4+ P6+ P7+/- P8- P9+ P12+ P13+ P14+ P15+ P16+ P17- P18+ P20+ P21+ P23+ P24+ P25+ P26+		P3+ P6+ P10+ P11+ P15+ P17+ P20- P21+ P23+	P3- P4- P7+ P8+ P21- P26+
	Usage interest	P2- P3+ P4+ P5- P6+ P7- P8- P10- P11- P12+ P15+ P16+ P18- P20-		P1- P8- P18- P20- P25-	P2+/-* P18- P20-
Price value					
	Willingness to pay	P1- P2+ P3+/-* P4+/-* P12- P13+ P14+/-* P15+ P16+ P18+* P23-/+* P25- P26-		P2+* P6+* P7+* P9+ P11+/-* P17+ P21+ P22+* P23+/-* P25-	P2+ P8- P10+ P19- P20- P23+/- P24+ P25-
	Financial economics			P23+	P8+ P10+
Habits					

Proximal habits	P1+ P3+ P4- P8- P9- P12- P13+ P14+ P15+ P16+ P17+* P18+ P19- P24+ P26-	P2+* P5- P6+ P7+ P8- P9+ P10- P14- P16+ P17+ P19- P21- P22+ P23+ P25+ P25+	P4- P8+/- P9- P10+ P12- P14- P16+ P17- P19+ P20+/-* P24- P25+
Distal habits	P2+ P3+ P4+ P5- P11- P12+ P16+ P17- P20- P26+/-*	P5+ P6+ P7+ P11+ P16- P18- P21+ P26+/-*	P20- P24+ P26-
Behavioral intention	P1+ P3+ P4+ P8- P10- P12+ P13+ P14+ P15+ P16+ P18+ P22+* P25- P26+	P2+ P5+ P6+P7+ P9+ P11+ P17+ P20- P21+* P22+ P23+	P7+ P8+ P10+ P12+ P14+ P16- P17- P19+ P20+ P22- P24+ P25+ P26+
Motivational factors			
Need for relatedness	P1+ P2- P3+ P4-P6+ P7- P12+ P13+ P14+ P15+ P16- P20+ P21+ P23+	P2- P5+ P7- P9- P10- P11- P13- P15+ P20-	P2+ P4- P5+ P7-/+ P8+ P9+ P10+ P11+ P12+ P13+P15+ P16- P17+/- P19+ P20+ P21- P22- P23+ P25+ P26+
Performance achievement goals	P3+ P6+ P9+ P19+ P24+ P26+		
Extrinsic motivation	P26+	P5+ P7+ P17+	P19+ P20+ P25+ P26+
Other characteristics			
Perceived reliability		P5- P7- P17-	P14-
Intimacy preservation	P24+ P26+	P2+	P2- P4- P24+ P26-
Distraction		P1+ P21+ P26+	

Notes. * Resolved disagreements.

Synthèse de l'étude 3

L'étude 3 visait à appliquer l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2* (UTAUT2) (Venkatesh et al., 2012) aux technologies de promotion de l'activité physique, présentées à l'aide de *scenarii* hypothétiques, dans le contexte de la chirurgie bariatrique. A l'aide d'une méthodologie mixte, nous avions pour objectifs : (a) de caractériser le niveau d'acceptabilité et les préférences de jeunes femmes ayant eu recours à une chirurgie bariatrique concernant trois types de technologies (i.e., jeu vidéo actif, application mobile, activité physique en visioconférence) ; et (b) d'identifier les facteurs reliés à l'acceptabilité des technologies mentionnés par les jeunes femmes en obésité sévère.

Les participantes (n=133) ont lu des descriptions écrites des trois technologies avec des illustrations et ont été invitées à compléter l'échelle d'acceptabilité validée dans l'étude 2. Ensuite, nous leur avons demandé de classer selon leur ordre de préférence les trois technologies. Parmi ce premier groupe de participantes, un sous-groupe de participantes volontaires (n=26) a participé à des entretiens semi-directifs basés sur les concepts de l'UTAUT2 afin d'explorer plus en profondeur leur acceptabilité des technologies.

Les résultats quantitatifs ont montré des niveaux d'acceptabilité des trois technologies relativement élevés. Ces résultats ont été corroborés par l'analyse qualitative mettant en évidence des perceptions plutôt positives des trois technologies. La technologie préférée était l'application mobile, suivie du jeu vidéo actif, et enfin de l'activité physique en visioconférence. Les résultats ont permis d'attester l'intérêt de l'application de l'UTAUT2 aux technologies de promotion de l'activité physique dans le contexte de la chirurgie bariatrique. Toutefois, bien que ce modèle soit un modèle intégratif, les entretiens semi-directifs ont mis en évidence d'autres facteurs reliés à l'acceptabilité des technologies. En particulier, les participantes ont mentionné des facteurs motivationnels tels que le besoin d'affiliation, les objectifs de performance, et la motivation extrinsèque, comme étant des facteurs explicatifs de leur plus ou moins forte intention d'utiliser les technologies présentées.

Au regard de ces résultats, il nous a semblé intéressant d'explorer les relations entre l'UTAUT2 et certaines théories de la motivation. Ainsi, l'étude 4 avait pour objectifs : (a) d'identifier les profils d'acceptabilité de trois technologies de promotion de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité (i.e., jeu vidéo actif, application mobile, activité physique en visioconférence), (b) d'examiner si ces profils étaient stables ou changeaient pour un même individu selon les technologies, et (c) de déterminer si les profils d'acceptabilité étaient reliés à des facteurs motivationnels.

Etude 4.

Acceptability of technology-based physical activity intervention profiles and their motivational factors in obesity care: *A latent profile transition analysis*^{1,2}

¹ Cette étude a fait l'objet d'une publication :

Hayotte, M., Martinent, G., Nègre, V., Théroüanne, P., & d'Arripe-Longueville, F. (2021). Acceptability of technology-based physical activity intervention profiles and their motivational factors in obesity care: A latent profile transition analysis. *International Journal of Obesity*, 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41366-021-00813-6>

² Cette étude a fait l'objet d'une communication orale :

Hayotte, M., Martinent, G., Nègre, V., Théroüanne, P., & d'Arripe-Longueville, F. (2021, June 9-11). Relations entre acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité et orientations générales à la causalité : Une analyse de transition de profil latents. In E. Allard-Latour & S. Le Pape (Chairs), Promotion de l'activité physique [Symposium]. Journées d'Etude de la Société Française de Psychologie du Sport, Brest, France.

L'étude 4

International Journal of Obesity
<https://doi.org/10.1038/s41366-021-00813-6>

ARTICLE



Behavior, psychology and sociology

Acceptability of technology-based physical activity intervention profiles and their motivational factors in obesity care: a latent profile transition analysis

Meggy Hayotte¹ · Guillaume Martinent² · Véronique Nègre³ · Pierre Thérouanne⁴ · Fabienne d'Arripe-Longueville¹

Received: 27 July 2020 / Revised: 16 March 2021 / Accepted: 9 April 2021
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Limited 2021

Abstract

Objectives This study aimed to: (a) identify the acceptability profiles for three technology-based physical activity interventions (TbPAI) in obesity treatment (active video games, mobile applications, telehealth), (b) examine the issues of consistency or change in these profiles for the same individual across technologies, and (c) determine whether acceptability profiles are related to motivational factors.

Methods Three hundred and twelve women ($M_{age} = 30.7$, $SD = 7.1$ years; $M_{BMI} = 34.5$, $SD = 7.8$ kg/m²) using obesity services were recruited for this cross-sectional survey. They completed an online survey including sociodemographic data and measures related to physical activity: level, stage of change, motivation, and general causality orientations. The women read descriptions of the three technologies and rated their acceptability. We used a latent profile transition analysis (LPTA) approach.

Results A 2-class model (high and low acceptability) best described the profiles for each technology. Intra-individual analysis revealed that the profiles exhibited both changes and stability across TbPAI. Women with high scores on impersonal orientation were more likely to be in the high acceptability telehealth profile, whereas those reporting high scores on control orientation were more likely to be in the high acceptability active video games profile. Women with high scores on control orientation and low scores on impersonal orientation were more likely to be in the high acceptability mobile applications profile.

Conclusions Results showed that the causality orientations were factors related to the TbPAI acceptability profiles, suggesting that clinicians should consider these psychological characteristics in TbPAI counseling.

Introduction

The importance of promoting physical activity (PA) to manage obesity, including the severe forms treated by

bariatric surgery (BS), has been widely acknowledged [1–3]. Women are more prone to physical inactivity and sedentary behaviors than men, in both the general population [4] and populations suffering from obesity [5]. The most common barriers that young women report are both obesity related, such as a lack of fitness or self-presentational concerns, and non-obesity related, such as a lack of time due to competing responsibilities or restricted resources [6, 7]. It can be hypothesized that low-cost technology-based PA interventions (TbPAI) might help overcome these barriers, especially the lack of time and restricted resources, and could be a powerful way to develop healthcare in this vulnerable population [8].

Based on previous research, we classified TbPAI into three categories: mobile technology (e.g., mobile applications, wearable devices, social media), game-based interventions (e.g., active video games, exergames, serious

✉ Meggy Hayotte
meggy.hayotte@univ-cotedazur.fr

¹ Université Côte d'Azur, LAMHESS, Nice, France

² Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Laboratoire sur les Vulnérabilités et l'Innovation dans le Sport (L-VIS), Lyon, France

³ Centre Spécialisé Obésité PACA Est, Pôle Digestif-Anesthésie-Réanimation-Endocrinologie (DARE), Centre Hospitalier Universitaire de Nice, membre de l'Université Côte d'Azur, Nice, France

⁴ Université Côte d'Azur, LAPCOS, Nice, France

games, augmented and virtual reality games), and in-home physical exercise training delivered via computer- and internet-based interventions (e.g., telehealth, e-mail, websites) [9–11]. Behavioral change techniques embedded in TbPAI differ from one technology to another and can be identified using the ‘Coventry, Aberdeen & London—Refined’ (CALO-RE) taxonomy [12]. The most integrated behavioral change techniques in mobile technology are information, feedback, self-monitoring, goal setting, and social support [13–16]. Game-based interventions are supported by self-reward and enjoyment [17, 18]. For in-home physical exercise training delivered via computer- and internet-based interventions, the main strategies are motivational techniques, communication skills, and goal setting [19]. Recently, TbPAI were shown to be effective in improving moderate-to-vigorous PA for women in obesity treatment [20]. However, multiple technologies were considered as TbPAI (e.g., websites, tracking tools, online discussion forums, reminders to exercise, text messages), and the mechanisms underlying their respective acceptability are still unknown.

To understand the determinants of users’ adoption or rejection of a technology, several models and theories have been developed [21]. The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 is today the most comprehensive, parsimonious, and powerful predictive model of behavioral intention to use technology [22, 23]. This model combines variables from previous theories of technology acceptance with proven validity and predictive power, such as the Technology Acceptance Model, the Theory of Planned Behavior or the Theory of Diffusion of Innovation. According to this model, the factors of the behavioral intention to use a technology are the following constructs: performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, hedonic motivation, price value, and habit. The acceptability constructs predict behavioral intention to use TbPAI and, by extension, the behavioral intention to be more physically active. Individual differences such as age, sex and experience have been reported as moderators of the effects of acceptability constructs on behavioral intention [24]. However, the effects of individual difference have rarely been considered in theoretical models like the Technology Acceptance Model [25]. Specifically, the lack of attention to individual psychological differences, such as need for autonomy, might explain the lack of knowledge on the psychological determinants of technology acceptability and, consequently, the lack of profiling of technology use.

Several researchers have identified relationships between acceptability models (Technology Acceptance Model and Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) and the Self-Determination Theory, mainly through the relationship with basic psychological needs [26, 27]. The Self-

Determination Theory is a macro-theory consisting of six mini-theories that provide valuable insight into exercise behavior [28], including in the field of obesity [29, 30]. The basic psychological needs theory outlines three fundamental psychological needs that individuals attempt to satisfy: autonomy, competence, and relatedness [31, 32]. The causality orientations theory describes three motivation orientations [33], defined as follows:

“The autonomy causality orientation involves a high degree of experienced choice with respect to the initiation and regulation of one’s own behavior. ... The control orientation involves people’s behavior being organized with respect to controls either in the environment or inside themselves. ...The impersonal orientation involves people’s experiencing their behavior as being beyond their intentional control” [33].

A recent meta-analysis proposed a model in which the causality orientations are related to behavior through the mediating role of autonomous and controlled forms of motivation [34]. In this model, basic psychological needs are motivational determinants of behavior, whereas causality orientations are considered psychological differences in motivation [34]. As previous research has reported links between TbPAI acceptability and Self-Determination Theory constructs, it seems appropriate to examine individual differences in terms of causality orientations. Since the TbPAI are based on different behavior change techniques, we assume that some techniques included in the TbPAI will be better suited to certain individual motivational characteristics.

A better understanding of TbPAI acceptability in obesity management is essential in order to advise on appropriate technologies while taking into account individual differences. Latent profile analysis (LPA) is a person-centered statistical method that classifies people into homogeneous groups based on their similarities on a set of variables, and it is increasingly used in the field of obesity [35, 36] and PA [37–39]. Based on this methodological approach, this study aimed to: (a) identify the acceptability profiles of three common TbPAI (e.g., active video games, mobile applications, telehealth) for women undergoing obesity treatment, (b) examine the consistency or change of acceptability profiles for the same individual across the three technologies, and (c) explore whether technology acceptability profiles are related to motivational factors (e.g., causality orientations, motivation). Given the lack of studies comparing TbPAI in terms of acceptability, no specific hypotheses were advanced on the number of profiles, their specific characteristics, and their evolution across TbPAI. Concerning the predictors of TbPAI acceptability and in line with Self-Determination Theory [31–34] and the CALO-RE

taxonomy [12], we hypothesized that: (a) high acceptability of active video games would be predicted by a high control causality orientation because of the rewards reinforcing extrinsic motivation for PA, (b) high acceptability of mobile applications would be explained by a high degree of exercise self-regulation and predicted by high autonomy or control causality orientations, and (c) high acceptability of telehealth would be related to external regulation from physical therapists or coaches and predicted by a high impersonal causality orientation.

Materials and methods

Sample characteristics

Participants were recruited in obesity management services in the south of France between March and December 2019. To be eligible for the study, individuals had to be women, between 18 and 40 years old, and French-speaking. Those excluded from the study included pregnant women or individuals with physical disabilities. We recruited participants from the obesity waiting rooms during their routine care, and ~70% accepted to participate. These volunteers were invited to complete an online survey managed with LimeSurvey (LimeSurvey CE; version 2.06+). The study was approved by the French National Commission for Information Technology and Civil Liberties (authorization number: UCA-E009), and all participants gave their electronic consent before participation.

Measures

Acceptability of TbPAI

Participants read illustrated written descriptions of three TbPAI in obesity treatment: active video games, mobile applications, and telehealth. Six sequences of presentation were possible, but we only used three, following a Latin-square design. The presentation order was drawn at random for each participant with an automatic random function on the online survey. Of the 312 participants, 98 were exposed to the order mobile application, telehealth, active video games; 101 were exposed to the order telehealth, active video games, mobile application; and 113 were exposed to the order active video games, mobile application, telehealth. We pre-tested the clarity of the TbPAI descriptions with two items (i.e., The description of this TbPAI is clear and understandable; The description allows me to project myself into the use of the presented technology) on a 7-point Likert-type scale ranging from 1: “strongly disagree” to 7: “strongly agree” with 10 volunteer women from the target population ($M_{\text{age}} = 28.1$, $SD = 7.7$ years). Their scores for

clarity were satisfactory ($M = 5.7$; $SD = 1.1$; Range = 5.6–5.9). After each TbPAI description, they were invited to complete four subscales of the French eHealth acceptability scale [40]: performance expectancy, effort expectancy, social influence, and hedonic motivation on a 7-point scale ranging from 1: “strongly disagree” to 7: “strongly agree”. Three subscales (price value, habit, and facilitating conditions) were eliminated because they were not relevant to the study. Cronbach’s alphas ranged from 0.88 to 0.96, indicating the good internal consistency of the subscales.

Motivation for PA

The motivation for health-oriented PA was measured with a French motivation scale toward health-oriented PA [41]. We used 15 items of this scale, equally distributed across the five motivational constructs highlighted by the Self-Determination Theory [42]: intrinsic motivation, integrated regulation, identified regulation, introjected regulation, and external regulation. As the calculation of a composite score was not recommended by the authors of the scale [41], we calculated weighted scores. We calculated the autonomous motivation score using the following formula: $2 \times$ intrinsic motivation + integrated regulation + identified regulation, and the controlled motivation score using: $2 \times$ introjected regulation + $2 \times$ external regulation [43, 44]. Participants answered on a 7-point Likert scale ranging from 1: “strongly disagree” to 7: “strongly agree”. Cronbach’s alphas ranged from 0.69 to 0.86 for regulation forms of motivation and were 0.91 for autonomous motivation and 0.65 for controlled motivation, which can be considered marginally acceptable [45].

General Causality Orientations Scale for PA

Causality orientations were measured using an adaptation of the General Causality Orientations Scale [46] to assess the strength of three motivational orientations (i.e., autonomy, controlled, impersonal) in the context of PA in a medical environment. The scale comprises seven vignettes and 21 items. Each vignette describes a situation and is followed by three items, one per motivational orientation, to which participants answer on a 7-point scale ranging from 1: “strongly disagree” to 7: “strongly agree”. Two items were deleted due to low internal consistency. Cronbach’s alphas ranged from 0.61 to 0.64, which can be considered marginally acceptable [45].

Physical activity level

PA was measured using the Global PA Questionnaire developed by the World Health Organization for PA surveillance and validated in the French language [47]. This

scale comprises 16 items designed to assess the frequency and duration of PA in three domains: during work, transportation, and leisure time in a typical week. One of them focuses on sedentary behavior by measuring the time spent sitting. Items were used to calculate the energy expenditure score in metabolic equivalent tasks (MET). The World Health Organization 2020 guidelines recommend that “all adults should undertake 150–300 min of moderate intensity, or 75–150 min of vigorous-intensity PA, or some equivalent combination of moderate intensity and vigorous-intensity aerobic PA, per week” [48]. These recommendations correspond to 600 – 1200 MET-min/week.

Stage of change for PA

The stage of change (SOC) for PA and exercise related to the Transtheoretical Model [49] was measured using the French version [50] of the SOC Questionnaire [51]. Regular PA and exercise were defined as “at least 30 min per session, at least 5 days per week of moderate-to-vigorous PA”. The SOC Questionnaire comprises five items with a “yes” or “no” answer. An algorithm [50] was used to attribute a score to each participant according to her stage (precontemplation = 1, contemplation = 2, preparation = 3, action = 4 or maintenance stage = 5).

Demographic data

Participants completed a questionnaire gathering demographic data including: year of birth, sex, marital status, education level, and self-reported height (m) and weight (kg) used for calculating the BMI (kg/m²).

Statistical analysis

The datasets were screened for missing values. All the items contained <1% of missing values, considered inconsequential [52]. In the first step, we used LPA to explore and identify acceptability profiles for each TbPAI. LPA can identify naturally occurring profiles with an exploratory approach and estimates each participant’s probability of membership in each profile [53, 54]. We compared 1-class to 5-class models using the following indicators: the log-likelihood value, Akaike information criterion (AIC), Bayesian information criterion (BIC), adjusted BIC (ABIC), entropy, and the Lo-Mendell-Rubin likelihood ratio test (LRT). We selected the best models based on the lowest values of the AIC, BIC, and ABIC; the highest values of the log-likelihood value and entropy; and the LRT model comparison. In the second step, we used latent profile transition analysis (LPTA), an extension of LPA. LPTA is often used in longitudinal designs to examine the probability of transitioning across time. In the present study, the

objective was to assess the probability of transitioning across TbPAI, with the time variable replaced by the type of technology variable. It should be noted that the LPTA approach is superior to cluster analyses because it: (a) provides a formal basis for selecting the number of profiles to be retained from the data, (b) acknowledges the probabilistic nature of group membership by providing an estimate of the probability that an individual belongs to a particular profile, and (c) can be used to examine those variables that predict membership in a profile [55]. Measurement invariance across TbPAI was compared using increasingly constrained models with the unconstrained model as a reference [38]. In the final step, autonomous and controlled motivations for PA and general causality orientations for PA were incorporated in the LPTA model as predictors of acceptability profiles to determine whether these variables would predict class membership in an acceptability profile for the three technologies. Moreover, chi-squared tests were used to assess differences in SOC and PA levels between the acceptability profiles after extraction of the profile membership. LPA and LPTA were performed using Mplus version 7.3 [56], and all other analyses were performed using IBM SPSS version 23 (IBM Corporation).

Although there are no firm rules of thumb concerning the required sample size in LPTA, scholars usually suggest a minimum of almost 250 participants [57]. Moreover, because profiles with few participants (e.g., less than 5% of the total sample) may be difficult to interpret or validate, it is generally advisable to select profiles comprising more than 5% of the total sample [57]. Another main issue with LPTA concerns the number of indicators [55]. In particular, adding indicators to an LPTA model can increase the number of possible response patterns, some of which may be observed infrequently, leading to data sparseness. Hence, researchers generally prefer using fewer indicators (from 4 to 10) with LPA, even though there is no firm rule of thumb concerning this point [57]. We therefore targeted a sample size of at least 300 participants.

Results

Sample description

Participants were 312 women treated for obesity (22.4%), in preparation for BS (34.3%) or in follow-up after BS (43.3%). Most were single (55.9% of which 6.8% were divorced), some had at least a high school diploma (60.5%), and the mean age was 30.7 (SD = 7.1) years and the mean BMI was 34.5 (SD = 7.8) kg/m². Most were in an advanced stage of PA engagement ($n = 144$, 46.1% in action or maintenance; $n = 57$, 18.3% in preparation; and $n = 111$,

Acceptability of technology-based physical activity intervention profiles and their motivational...

Table 1 Fit indices for latent profile analysis models with 1–5 classes in the three technology-based physical activity interventions.

Number of classes	1 class	2 classes	3 classes	4 classes	5 classes
Number of free parameters (<i>n</i>)	8	13	18	23	28
Telehealth					
Log likelihood	−2407.10	−2134.58	−2027.70	−1963.05	−1935.13
AIC	4830.21	4295.16	4091.40	3972.10	3926.26
BIC	4860.15	4343.82	4158.77	4058.19	4031.07
ABIC	4834.78	4302.58	4101.68	3985.25	3942.26
Entropy	NA	0.91	0.86	0.89	0.87
LRT	NA	526.71*	206.57*	124.94*	53.96
Active video games					
Log likelihood	−2337.63	−2063.41	−1946.94	−1910.19	−1872.52
AIC	4691.26	4152.81	3929.88	3866.37	3801.04
BIC	4721.20	4201.47	3997.25	3952.46	3905.85
ABIC	4695.83	4160.24	3940.16	3879.51	3817.04
Entropy	NA	0.89	0.86	0.89	0.90
LRT	NA	529.98	225.10*	71.04	72.79*
Mobile applications					
Log likelihood	−2194.42	−1971.01	−1830.59	−1776.44	−1749.40
AIC	4404.83	3968.02	3697.18	3598.87	3554.79
BIC	4434.78	4016.68	3764.55	3684.96	3659.60
ABIC	4409.40	3975.45	3707.46	3612.01	3570.79
Entropy	NA	0.92	0.89	0.92	0.89
LRT	NA	431.77*	271.39*	104.67*	52.26

Bold entries reflect the selected model.

ABIC adjusted BIC, AIC akaike information criterion, BIC Bayesian information criterion, LRT Lo-Mendell-Rubin likelihood ratio test.

* $p < 0.05$, significant difference between the model with n classes and the model with $n - 1$ classes.

35.6% in precontemplation or contemplation). They mostly reported that they met the recommendation of 150 min per week of moderate PA or 75 min per week of vigorous PA ($n = 260$, 83.3% including work, and $n = 201$, 64.4% including only active transportation and leisure time).

Profiles of TbPAI acceptability

Table 1 presents the fit indices for the LPA models with 1–5 classes for the three TbPAI. AIC, BIC, and ABIC showed big drops between 1 class and 2 classes and between 2 classes and 3 classes for each TbPAI. The entropy was higher for the 2-class model for each TbPAI. The LRT found that 2 classes did better than 1 class for telehealth and mobile applications, 3 classes did better than 2 classes for all TbPAI, and 4 classes did better than 3 classes for telehealth and mobile applications. As a result, 2-class or 3-class models could be considered. To define the optimal number of latent classes (acceptability profiles), we needed to consider both theoretical (the substantive meaning of each class) and statistical issues with a parsimony principle [38]. As the 3-class model did not add substantial information compared with the 2-class model, the 2-class model

was chosen for each TbPAI. Figure 1 shows descriptive statistics of the 2-class acceptability profiles of each TbPAI.

Profiles transitioning across TbPAI

We successively compared the LPTA model with parameter restrictions that constrained the acceptability constructs to be equal between TbPAI for 2 classes (log likelihood = -6175.02 with 26 df) or 1 of the 2 classes (log likelihood = -6150.66 with 34 df) to the LPTA model with an independent measurement of acceptability for each TbPAI (log likelihood = -6125.98 with 42 df). The LRT (likelihood ratio = 75.17 and 48.45, respectively, $\Delta df = 16$ and 8, $p < 0.001$ and $p < 0.001$) indicated a significant worsening of fit with imposed equality constraints (i.e., no evidence for partial invariance). Consequently, we assumed the full non-invariance of the TbPAI profiles across the three technologies.

Table 2 presents the latent probability matrix (probability of changing latent class membership over the TbPAI in a previous membership class). Individuals in a high acceptability profile for active video games had probabilities of 0.85 and 0.91 of being classified in high acceptability profiles for telehealth and mobile applications. Individuals in a low

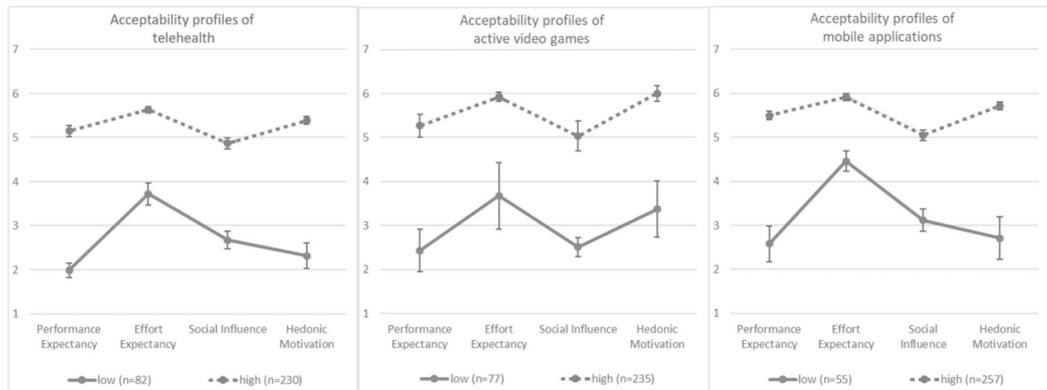


Fig. 1 Descriptive statistics of the 2-class acceptability profiles of each technology-based physical activity intervention: telehealth (left panel), active video games (middle panel), and mobile applications (right panel).

Table 2 Acceptability transition probabilities across technology-based physical activity interventions for the latent profile transition analysis model with full non-invariance.

	Telehealth acceptability		Active video games acceptability		Mobile applications acceptability	
	Low profile (n = 85)	High profile (n = 227)	Low profile (n = 81)	High profile (n = 231)	Low profile (n = 54)	High profile (n = 258)
Telehealth acceptability						
Low profile (n = 85)	–	–	0.584	0.416	0.379	0.621
High profile (n = 227)	–	–	0.136	0.864	0.097	0.903
Active video games acceptability						
Low profile (n = 81)	0.620	0.380	–	–	0.410	0.590
High profile (n = 231)	0.154	0.846	–	–	0.093	0.907
Mobile applications acceptability						
Low profile (n = 54)	0.596	0.404	0.608	0.392	–	–
High profile (n = 258)	0.207	0.793	0.185	0.815	–	–

acceptability profile for mobile applications had probabilities of 0.60 and 0.61 of being classified in low acceptability profiles for telehealth and active video games. Only 8.0% (n = 25) of the women were in low acceptability profiles for all TbPAI, and 57.7% (n = 180) were in high acceptability profiles for all TbPAI. In summary, intra-individual analysis revealed that membership in high acceptability profiles tended to be stable over TbPAI (transition probabilities > 0.79), whereas membership in low acceptability profiles tended to be characterized by both change and stability across TbPAI (transition probabilities < 0.62).

Motivational factors related to acceptability profile memberships

The covariate effect estimates for each TbPAI can be found in Table 3. These estimates revealed that women with high scores on impersonal orientation (logistic regression

coefficient = 0.34, p = 0.011) were more likely to belong to the high acceptability telehealth profile than the low acceptability profile. The logistic regression coefficient of control orientation (0.28, p = 0.024) indicated that women with higher scores of control orientation were more likely to belong to the high acceptability active video games profile than the low acceptability profile. Otherwise, women with high scores of control orientation (logistic regression coefficient = 0.40, p = .003) and low scores of impersonal orientation (logistic regression coefficient = -0.59, p = 0.001) were more likely to belong to the high rather than the low mobile applications acceptability profile. The covariate effect estimates of the autonomous and controlled forms of motivation showed no significant result for any TbPAI. Last, after extraction of the profile membership, it is noteworthy that the chi-square tests showed no significant differences between profile membership and PA level for any TbPAI. Significant differences between SOC and profile

Acceptability of technology-based physical activity intervention profiles and their motivational...

Table 3 Logistic regression coefficients for the full non-invariance LPTA model with motivation for physical activity and general causality orientations for physical activity covariates.

Covariates	Logistic regression coefficients	SEs	z values	p values	Odds ratio
Telehealth					
High acceptability profile (<i>n</i> = 212) versus low acceptability profile (<i>n</i> = 100)					
Autonomous motivation	0.15	0.11	1.31	0.19	0.86
Controlled motivation	-0.08	0.14	-0.60	0.55	1.09
Autonomous causality orientation	0.20	0.17	1.18	0.24	0.82
Control causality orientation	0.21	0.15	1.44	0.15	0.81
Impersonal causality orientation	0.34	0.14	2.53	0.01	0.71
Active video games					
High acceptability profile (<i>n</i> = 217) versus low acceptability profile (<i>n</i> = 95)					
Autonomous motivation	0.05	0.12	0.39	0.69	0.96
Controlled motivation	-0.01	0.16	-0.05	0.96	1.01
Autonomous causality orientation	-0.02	0.15	-0.16	0.87	1.02
Control causality orientation	0.28	0.12	2.26	0.02	0.76
Impersonal causality orientation	0.13	0.14	0.90	0.37	0.88
Mobile applications					
High acceptability profile (<i>n</i> = 228) versus low acceptability profile (<i>n</i> = 84)					
Autonomous motivation	-0.02	0.15	-0.13	0.90	0.98
Controlled motivation	0.25	0.19	1.31	0.19	1.28
Autonomous causality orientation	0.22	0.19	1.19	0.23	1.25
Control causality orientation	0.40	0.13	3.02	<0.01	1.49
Impersonal causality orientation	-0.59	0.18	-3.28	<0.01	0.56

membership in the active video games and mobile applications profiles emerged from the chi-square tests and are presented in Table 4. Women in the high acceptability profile for active video games and mobile applications seemed to be characterized by a more advanced SOC.

Discussion

This study examines the acceptability of three common TbPAI in obesity treatment (active video games, mobile applications, telehealth) for the first time through the reliable Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 model. For each TbPAI, LPA identified two acceptability profiles, with a parsimonious classification that defined a profile of high acceptability and one of low acceptability. The full non-invariance LPTA model was retained, meaning that the scores for the low and high acceptability profiles were different between TbPAI. The intra-individual analysis revealed that the acceptability profiles exhibited both changes and stability across TbPAI, described by the transition probabilities. Individuals in a high acceptability profile for one TbPAI were more likely to stay in the high profile for another TbPAI. In contrast, individuals in a low acceptability profile did not always stay in the low profile, but instead transitioned to a high acceptability profile for another TbPAI. These results indicate that acceptability needs to be examined for each TbPAI.

Several important findings helped us to identify the motivational factors related to the TbPAI acceptability profiles. First, the LPTA showed that high scores on impersonal orientation predicted a high acceptability telehealth profile. This result is in line with our hypothesis that high acceptability of telehealth might be explained by external regulation from physical therapists or coaches, which would be predicted by a high impersonal orientation. Indeed, impersonal orientation is characterized by an external intention to act, often accompanied by the fear of being shown to be incompetent and negative self-esteem [34]. Second, in accordance with our hypothesis, the results showed that high scores on control orientation predicted a high acceptability active video games profile. This is consistent with the observation that game-based interventions usually include rewards [17, 18, 58]. Third, another major result was that high scores on control orientation and low scores on impersonal orientation predicted a high acceptability mobile applications profile. These results are partially in line with our assumption that mobile applications are consistent with autonomy or control orientations. Low scores on impersonal orientation and high scores on control orientation mean that women interpret the cause of their behavior as being determined by others or outside themselves but not beyond their intentional control [34].

Based on the work of Hagger and Hamilton [34], we hypothesized that general causality orientations would be

Table 4 Differences across the 2-class profiles in terms of stage of change and physical activity level for the three technology-based physical activity interventions after extraction of the profile membership.

	Low acceptability profile <i>N</i> (%)	High acceptability profile <i>N</i> (%)	<i>p</i>
Telehealth			
Stage of change			0.109
Precontemplation	10 (10.1)	9 (4.2)	
Contemplation	23 (23.2)	69 (32.4)	
Preparation	21 (21.2)	36 (16.9)	
Action	7 (7.1)	23 (10.8)	
Maintenance	38 (38.4)	76 (35.7)	
Level of physical activity			0.061
<600 MET-min/week	13 (13.1)	39 (18.3)	
600–1200 MET-min/week	6 (6.1)	28 (13.1)	
≥1200 MET-min/week	80 (80.8)	146 (68.5)	
Active video games			
Stage of change			0.006
Precontemplation	13 (13.7)	6 (2.8)	
Contemplation	23 (24.2)	69 (31.8)	
Preparation	16 (16.8)	41 (18.9)	
Action	8 (8.4)	22 (10.1)	
Maintenance	35 (36.8)	79 (36.4)	
Level of physical activity			0.550
<600 MET-min/week	18 (18.9)	34 (15.7)	
600–1200 MET-min/week	8 (8.4)	26 (12.0)	
≥1200 MET-min/week	69 (72.6)	157 (72.4)	
Mobile applications			
Stage of change			0.001
Precontemplation	13 (15.5)	6 (2.6)	
Contemplation	23 (27.4)	69 (30.3)	
Preparation	14 (16.7)	43 (18.9)	
Action	6 (7.1)	24 (10.5)	
Maintenance	28 (33.3)	86 (37.7)	
Level of physical activity			0.561
<600 MET-min/week	17 (20.2)	35 (15.4)	
600–1200 MET-min/week	8 (9.5)	26 (11.4)	
≥1200 MET-min/week	59 (70.2)	167 (73.2)	

p value refers to the Chi-squared tests.

related to TbPAI acceptability through the mediating role of autonomous or controlled motivation. However, this hypothesis was not confirmed. Further research might seek

to determine whether self-determined motivation plays a mediating role in the relationship between general causality orientations and intention to use TbPAI.

After extraction of the profile membership, chi-squared tests showed significant differences between the SOC of the low and high acceptability levels of active video games and mobile technologies. Women in the high acceptability profile for active video games and mobile applications seemed more likely to be in a more advanced SOC and, especially, less likely to be in the precontemplation stage. Implementing TbPAI at the precontemplation stage did not appear to be adequate to promote PA. Thus, identifying a patient’s current SOC may be a complementary option to more personalized PA strategies [50, 59].

The main strength of this study was the application of LPTA as an empirically driven approach to TbPAI acceptability in obesity care. LPTA provided a parsimonious analysis of TbPAI acceptability and the related motivational factors. One of the study limitations concerned age: the inclusion criteria restricted participants to relatively young women, which limits the generalizability of our results. Most of the women in our sample also reported having met the PA recommendations of 150 min/week of moderate PA or 75 min/week of vigorous PA. This high proportion of women engaged in regular PA measured by the Global PA Questionnaire or indicated by a more advanced SOC may be related to the self-reported nature of the measures, as it has been shown that women who have undergone BS tend to considerably overestimate their PA level [3, 60, 61]. Another limitation was the choice of the technologies and how to present them. The illustrated written descriptions of the three TbPAI provided general information, and they were similar in order to avoid any bias related to the presentation itself. However, the general information on each TbPAI was insufficient to identify a specific technology, and technologies within the same category can also be very different [62, 63]. Therefore, the generalizability of our results is limited to the selected technologies that meet the general information given for their description in the field of obesity treatment. The number of acceptability profiles and their transitions may be different for other TbPAI not considered in the present study, such as robots or artificial intelligence, or in other vulnerable populations. The results are also limited by the selected psychological constructs. Future studies might investigate other potential psychological (e.g., personality traits) or physiological factors (e.g., fatigue) of TbPAI acceptability profiles. In addition, longitudinal data would be interesting to assess the stability or change in acceptability of a TbPAI over time and its effectiveness in behavioral change.

Several clinical implications also emerged from the results. It should be noted that the autonomous orientation

was not a predictor of any TbPAI acceptability. However, it has been shown that individuals with high scores on autonomous orientation are more autonomously motivated and more engaged in exercise [64]. This orientation is associated with adaptive outcomes and behavioral persistence [33, 34]. It can be hypothesized that individuals with an autonomous orientation do not need TbPAI to engage in PA, while those with a high controlled or impersonal orientation will be more attracted to TbPAI. Each TbPAI has specific characteristics that are more or less congruent with motivational profiles. This will help clinicians to better individualize their PA prescription based on the measure of general causality orientations.

This is the first study to explore the acceptability of three common TbPAI (active video games, mobile applications, telehealth) by women in obesity care. Acceptability was examined through the reliable Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 model and analyses were performed with a person-centered statistical method using LPA and LPTA. The results provide additional insight into the motivational factors related to the TbPAI acceptability profiles. To our knowledge, this study is the first to combine the Self-Determination Theory and the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 models, showing that causality orientations are related factors of the TbPAI acceptability profiles. This should encourage clinicians to consider these psychological characteristics in TbPAI counseling.

Data availability

Participants of this study did not agree to have their data shared publicly. Moreover, as the datasets contained health information, they are protected by the French laws. The data that support the findings of this study are available from the corresponding author, MH, upon reasonable request.

Acknowledgements MH was supported by a Ph.D. grant from the Région Sud Provence-Alpes Côte d'Azur, France, and co-supported by the association "Azur Sport Santé". This work was supported by the French government and managed by the "Agence Nationale de la Recherche" as part of the UCA^{IEDI} Future Investments project, reference number ANR-15-IDEX-01. The authors express their sincere gratitude to all the volunteers who participated in this study. We sincerely thank Professor Jean-Louis Sadoul for his contributions to the study conception and to Valentine Filleul and Raphaëlle Ladune for their valuable assistance in the data collection. We also express our gratitude to the following for their aid in contacting the volunteers: the Specialized Center for Obesity of East Provence-Alpes Côte d'Azur and the Nice University Hospital Center; the Specialized Center for Obesity of West Provence-Alpes Côte d'Azur and the Marseille University Hospital Center; the Nutrition Center of Pegomas; the Cérés Nutrition Center of Nice; the Antibes Hospital Center; Dr. Corinne Godenir, nutrition physician in Valbonne; the Val Prévert Nutrition Center in Mimet; the Korian les Palmiers Nutrition Center in Ceyreste; the Physical Activity in Obesity Group of Fettle Studio in Nice; the Physical Activity in Obesity Association (APAO-P) in Le

Pradet; Les Oiseaux Nutrition Center in Sanary-sur-Mer; Marie-Christine Sabinen, dietitian in Saint Laurent du Var; and Dr. Catherine Sosset, endocrinologist in Grasse.

Compliance with ethical standards

Conflict of interest The authors declare no competing interests.

Publisher's note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

References

1. Boddu R, Wilson E, Snyder B, Wilson T. Optimizing weight loss outcomes for bariatric surgery patients: the role of physical activity. *BMC Proc.* 2012;6:O1.
2. Goullan MJ, Trouilloud DO, Sarrazin PG. Interventions promoting physical activity among obese populations: a meta-analysis considering global effect, long-term maintenance, physical activity indicators and dose characteristics. *Obes Rev.* 2011;12:e633–45.
3. King WC, Bond DS. The importance of preoperative and post-operative physical activity counseling in bariatric surgery. *Exerc Sport Sci Rev.* 2013;41:26–35.
4. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health.* 2018;6:e1077–86.
5. Baruth M, Sharpe PA, Hutto B, Wilcox S, Warren TY. Patterns of sedentary behavior in overweight and obese women. *Ethn Dis.* 2013;23:336–42.
6. Hayotte M, Nègre V, Gray L, Sadoul J-L, d'Arripe-Longueville F. The transtheoretical model (TTM) to gain insight into young women's long-term physical activity after bariatric surgery: a qualitative study. *Obes Surg.* 2020;30:595–602.
7. Zabatiero J, Hill K, Gucciardi DF, Hamdorf JM, Taylor SF, Hagger MS, et al. Beliefs, barriers and facilitators to physical activity in bariatric surgery candidates. *Obes Surg.* 2016; 26:1097–109.
8. Bauer S, Goldschmidt AB. Introduction to the special issue on advancing assessment of, and interventions for, eating disorders via innovative uses of technology. *Int J Eat Disord.* 2019; 52:1073–6.
9. Gao Z, Lee JE. Emerging technology in promoting physical activity and health: challenges and opportunities. *J Clin Med.* 2019;8:1830.
10. Graham DJ, Hipp JA. Emerging technologies to promote and evaluate physical activity: Cutting-edge research and future directions. *Front Public Health.* 2014;2. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00066/abstract>.
11. O'Reilly GA, Spruijt-Metz D. Current mHealth technologies for physical activity assessment and promotion. *Am J Prevent Med.* 2013;45:501–7.
12. Michie S, Ashford S, Sniehotta FF, Dombrowski SU, Bishop A, French DP. A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: the CALO-RE taxonomy. *Psychol Health.* 2011; 26:1479–98.
13. Middelweerd A, Mollee JS, van der Wal CN, Brug J, te Velde SJ. Apps to promote physical activity among adults: a review and content analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014;11:1–9.
14. Mollee JS, Middelweerd A, Kurvers RL, Klein MCA. What technological features are used in smartphone apps that promote

- physical activity? A review and content analysis. *Pers Ubiquit Comput*. 2017;21:633–43.
15. Petit A, Cambon L. Exploratory study of the implications of research on the use of smart connected devices for prevention: a scoping review. *BMC Public Health*. 2016;16:552.
 16. Nikolaou CK, Lean MEJ. Mobile applications for obesity and weight management: current market characteristics. *Int J Obes*. 2017;41:200–2.
 17. Halbrook YJ, O'Donnell AT, Msetfi RM. When and how video games can be good: A review of the positive effects of video games on well-being. *Perspect Psychol Sci*. 2019;14:1096–104.
 18. Zhou C, Occa A, Kim S, Morgan S. A meta-analysis of narrative game-based interventions for promoting healthy behaviors. *J Health Commun*. 2020;25:54–65.
 19. Hinman RS, Lawford BJ, Bennell KL. Harnessing technology to deliver care by physical therapists for people with persistent joint pain: Telephone and video-conferencing service models. *J Appl Behav Res*. 2019;24:e12150.
 20. Cotie LM, Prince SA, Elliott CG, Ziss MC, McDonnell LA, Mullen KA, et al. The effectiveness of eHealth interventions on physical activity and measures of obesity among working-age women: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2018;19:1340–58.
 21. Alexandre B, Reynaud E, Osiurak F, Navarro J. Acceptance and acceptability criteria: a literature review. *Cogn Technol Work*. 2018;20:165–77.
 22. Alkhwaldi M, Kamala M. Why do users accept innovative technologies? A critical review of technology acceptance models and theories. *J Multidiscip. Eng Sci*. 2017;4:7962–71.
 23. Chang A. UTAUT and UTAUT 2: a review and agenda for future research. *J. Win*. 2012;13:106–14.
 24. Venkatesh V, Thong JYL, Xu X. Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Q*. 2012;36:157–78.
 25. Agarwal R, Prasad J. Are individual differences germane to the acceptance of new information technologies? *Decis Sci*. 1999;30:361–91.
 26. Lee Y, Lee J, Hwang Y. Relating motivation to information and communication technology acceptance: Self-determination theory perspective. *Comput Hum Behav*. 2015;51:418–28.
 27. Nikou SA, Economides AA. Mobile-based assessment: Integrating acceptance and motivational factors into a combined model of self-determination theory and technology acceptance. *Comput Hum Behav*. 2017;68:83–95.
 28. Teixeira PJ, Carraça EV, Markland D, Silva MN, Ryan RM. Exercise, physical activity, and self-determination theory: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2012;9:78.
 29. Teixeira PJ, Carraça EV, Marques MM, Rutter H, Oppert J-M, De Bourdeaudhuij I, et al. Successful behavior change in obesity interventions in adults: a systematic review of self-regulation mediators. *BMC Med*. 2015;13:84.
 30. Teixeira PJ, Marques MM. Health behavior change for obesity management. *Obes Facts*. 2017;10:666–73.
 31. Deci EL, Ryan RM. The 'what' and 'why' of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychol Inq*. 2000;11:227–68.
 32. Ryan RM, Deci EL. Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development, and wellness. New York: Guilford Press; 2017. 756 p.
 33. Deci EL, Ryan RM. The general causality orientations scale: self-determination in personality. *J Res Pers*. 1985;19:109–34.
 34. Hagger MS, Hamilton K. General causality orientations in self-determination theory: meta-analysis and test of a process model. *Eur J Pers*. 2020;0:1–26.
 35. Schäfer L, Hübner C, Carus T, Herbig B, Seyfried F, Kaiser S, et al. Identifying prebariatric subtypes based on temperament traits, emotion dysregulation, and disinhibited eating: a latent profile analysis. *Int J Eat Disord*. 2017;50:1172–82.
 36. Sultson H, Akkermann K. Investigating phenotypes of emotional eating based on weight categories: A latent profile analysis. *Int J Eat Disord*. 2019;52:1024–34.
 37. Emm-Collison LG, Sebire SJ, Salway R, Thompson JL, Jago R. Multidimensional motivation for exercise: A latent profile and transition analysis. *Psychol Sport Exerc*. 2020; 47:101619.
 38. Martinet G, Nicolas M. A latent profile transition analysis of coping within competitive situations. *Sport, Exercise, and Performance. Psychology*. 2016;5:218–31.
 39. Gupta N, Hallman DM, Dumuid D, Vij A, Rasmussen CL, Jørgensen MB, et al. Movement behavior profiles and obesity: a latent profile analysis of 24-h time-use composition among Danish workers. *Int J Obes*. 2020;44:409–17.
 40. Hayotte M, Thérouanne P, Gray L, Corrion K, d'Arripe-Longueville F. The French eHealth Acceptability Scale using the unified theory of acceptance and use of technology 2 model: instrument validation study. *J Med Internet Res*. 2020;22:e16520.
 41. Boiché J, Gourlan M, Trouilloud D, Sarrazin P. 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. *J Health Psychol*. 2016.135910531667662.
 42. Deci EL, Ryan RM. Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Springer Science & Business Media; 1985. 371 p.
 43. Hodge K, Lonsdale C. Prosocial and antisocial behavior in sport: The role of coaching style, autonomous vs. controlled motivation, and moral disengagement. *J Sport Exerc Psychol*. 2011;33: 527–47.
 44. Lonsdale C, Hodge K, Rose E. Athlete burnout in elite sport: a self-determination perspective. *J Sports Sci*. 2009;27:785–95.
 45. Taber KS. The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Res Sci Educ*. 2018;48:1273–96.
 46. Vallerand RJ, Blais MR, Lacouture Y, Deci EL. L'échelle des orientations générales à la causalité: Validation canadienne française du general causality orientations scale. *Can J Behav Sci*. 1987;19:1–15.
 47. Rivière F, Widad FZ, Speyer E, Erpelding M-L, Escalon H, Vuillemin A. Reliability and validity of the French version of the global physical activity questionnaire. *J Sport Health Sci*. 2018;7:339–45.
 48. Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, Borodulin K, Buman MP, Cardon G, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*. 2020;54:1451–62.
 49. Prochaska JO, DiClemente CC. Stages and processes of self-change of smoking: toward an integrative model of change. *J Consult Clin Psychol*. 1983;51:390–5.
 50. Romain AJ, Bernard P, Attalin V, Gernigon C, Ninot G, Avignon A. Health-related quality of life and stages of behavioural change for exercise in overweight/obese individuals. *Diabetes Metab*. 2012;38:352–8.
 51. Marcus BH, Lewis BA. Physical activity and the stages of motivational readiness for change model. *Pres Counc Phys Fit Sports Res Dig*. 2003;4:1–8.
 52. Schafer JL. Multiple imputation: a primer. *Stat Methods Med Res*. 1999;8:3–15.
 53. Lanza ST, Bray BC, Collins LM. An introduction to latent class and latent transition analysis. In: Weiner I, editor. *Handbook of Psychology, Second Edition*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2012.

54. Martinent G, Gareau A, Lienhart N, Nicaise V, Guillet-Descas E. Emotion profiles and their motivational antecedents among adolescent athletes in intensive training settings. *Psychol Sport Exerc.* 2018;35:198–206.
55. Martinent G, Nicolas M. Athletes' affective profiles within competition situations: a two-wave study. *Sport, exercise, and performance. Psychology.* 2017;6:143–57.
56. Muthén LK, Muthén BO. *Mplus user's guide*. Eighth ed. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén; 2017. 944 p.
57. González-García H, Martinent G. Perceived anger profiles in table tennis players: Relationship with burnout and coping. *Psychol Sport Exerc.* 2020;50:101743.
58. Tabak M, Dekker-van Weering M, van Dijk H, Vollenbroek-Hutten M. Promoting daily physical activity by means of mobile gaming: A review of the state of the art. *Games Health J.* 2015;4:460–9.
59. Romain AJ, Chevance G, Caudroit J, Bernard P. The trans-theoretical model: description, interests and application in the motivation to physical activity among population with overweight and obesity. *Obésité.* 2016;11:47–55.
60. Berglind D, Willmer M, Tynelius P, Ghaderi A, Näslund E, Rasmussen F. Accelerometer-Measured Versus Self-Reported Physical Activity Levels and Sedentary Behavior in Women Before and 9 Months After Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg.* 2016;26:1463–70.
61. Possmark S, Sellberg F, Willmer M, Tynelius P, Persson M, Berglind D. Accelerometer-measured versus self-reported physical activity levels in women before and up to 48 months after Roux-en-Y Gastric Bypass. *BMC Surg.* 2020;20:39.
62. Lewis ZH, Swartz MC, Lyons EJ. What's the point?: A review of reward systems implemented in gamification interventions. *Games Health J.* 2016;5:93–9.
63. Modave F, Bian J, Leavitt T, Bromwell J, Harris C III, Vincent H. Low quality of free coaching apps with respect to the American college of sports medicine guidelines: a review of current mobile apps. *JMIR mHealth uHealth.* 2015;3:e77.
64. Kwan BM, Hooper AEC, Magnan RE, Bryan AD. A longitudinal diary study of the effects of causality orientations on exercise-related affect. *Self Identity.* 2011;10:363–74.

Synthèse de l'étude 4

L'étude 4 avait pour objectifs : (a) d'identifier les profils d'acceptabilité de trois technologies de promotion de l'activité physique dans la prise en charge de l'obésité (i.e., jeu vidéo actif, application mobile, activité physique en visioconférence), (b) d'examiner si ces profils étaient stables ou changeaient pour un même individu selon les technologies, et (c) de déterminer si les profils d'acceptabilité étaient reliés à des facteurs motivationnels.

Des jeunes femmes suivies pour la prise en charge de l'obésité (i.e., prise en charge de l'obésité sévère, préparation à la chirurgie bariatrique, ou suivi post-chirurgie bariatrique) ont été recrutées pour cette étude transversale ($M_{\text{âge}} : 30,7 \pm 7,1$ ans, $M_{\text{IMC}} : 34,5 \pm 7,8$ kg/m²). Selon le même protocole que l'étude 3, les jeunes femmes ont été confrontées aux *scenarii* des trois technologies puis ont complété l'échelle d'acceptabilité validée dans l'étude 2. L'ordre de présentation des *scenarii* était contrebalancé. Les participantes ont également été invitées à compléter des mesures relatives à leur activité physique : niveau d'activité physique, stade de changement, motivation envers l'activité physique, et orientations générales à la causalité (i.e., orientations concernant l'initiation et la régulation du comportement). Des analyses de transitions de profils latents ont été réalisées.

Un modèle à deux classes (acceptabilité élevée et faible) décrivait le mieux les profils pour chaque technologie. L'analyse intra-individuelle a révélé que l'appartenance à des profils d'acceptabilité élevés tendait à être stable sur l'ensemble des technologies (probabilité de transition $> 0,79$), tandis que l'appartenance à des profils de faible acceptabilité tendait à varier selon les technologies (probabilité de transition $< 0,62$). Sur l'ensemble des participantes, 8,0% ($n=25$) appartenaient à un profil de faible acceptabilité pour les trois technologies, tandis que 57,7% ($n=180$) appartenaient à un profil de forte acceptabilité pour les trois technologies.

Les participantes ayant obtenu des scores élevés d'orientation de causalité impersonnelle (coefficient de régression logistique=0,34, $p=0,011$) étaient plus susceptibles d'être dans le profil d'acceptabilité élevée de l'activité physique en visioconférence. Celles ayant obtenu des scores élevés d'orientation au contrôle (coefficient de régression logistique=0,28, $p=0,024$) étaient plus susceptibles d'être dans le profil d'acceptabilité élevée du jeu vidéo actif. Les participantes ayant obtenu des scores élevés d'orientation au contrôle (coefficient de régression logistique=0,40, $p=0,003$) et faibles d'orientation impersonnelle (coefficient de régression logistique=-0,59, $p=0,001$) étaient plus susceptibles d'appartenir au profil d'acceptabilité élevée de l'application mobile. Aucune relation significative n'a été montrée entre les formes autonomes et contrôlées de la motivation et les profils d'acceptabilité des trois technologies. Après extraction de l'appartenance aux profils, nous n'avons retrouvé aucune différence significative entre l'appartenance aux profils d'acceptabilité des technologies et le niveau d'activité physique. En

revanche, les participantes appartenant aux profils de forte acceptabilité du jeu vidéo actif et de l'application mobile étaient caractérisées par un stade plus avancé de changement de comportement que celles appartenant aux profils de faible acceptabilité de ces technologies.

Conjointement, les études 3 et 4 ont permis de caractériser le niveau d'acceptabilité de trois types de technologies de promotion de l'activité physique (i.e., applications mobiles, jeux vidéo actifs, visioconférence) à l'aide de *scenarii* hypothétiques. Dans la continuité de l'étude 3, ayant montré l'intérêt d'explorer les relations entre l'acceptabilité des technologies et les théories de la motivation, l'étude 4 est la première étude ayant montré des relations entre les orientations générales à la causalité et l'acceptabilité des technologies.

L'une des limites des études 3 et 4 concerne le caractère « virtuel » des technologies au travers du recours à des *scenarii* hypothétiques. Par conséquent, les études suivantes se sont focalisées sur des technologies de promotion de l'activité physique disponibles sur le marché français. L'étude 5 avait pour objectifs : (a) d'identifier des technologies de promotion de l'activité physique spécifiquement adaptées au contexte de la chirurgie bariatrique, et (b) de caractériser la propension de ces technologies à générer du changement de comportement, par l'identification des techniques fondées théoriquement qu'elles mobilisent.

Etude 5.

Propension au changement de comportement de deux technologies de promotion de l'activité physique, *Mooven* et *BePatient* : *Une analyse de contenu fondée théoriquement*¹

¹ Cette étude a donné lieu à un article en préparation :

Hayotte, M., & d'Arripe-Longueville, F. (*in preparation*). Propension au changement de comportement de deux technologies de promotion de l'activité physique, *Mooven* et *BePatient* : Une analyse de contenu fondée théoriquement.

L'étude 5

Propension au changement de comportement de deux technologies de promotion de l'activité physique, *Mooven* et *BePatient* : Une analyse de contenu fondée théoriquement

Meggy Hayotte¹, Fabienne d'Arripe-Longueville¹

¹Université Côte d'Azur, LAMHESS, Nice, France

RESUMÉ

Contexte : Les technologies de promotion de l'activité physique, peu étudiées dans le contexte de la chirurgie bariatrique, présentent de nombreux intérêts. Il a été montré que les interventions fondées théoriquement sont plus efficaces. Ainsi, il semble nécessaire d'évaluer le potentiel de changement des interventions technologiques afin d'évaluer leurs effets. Cette étude a pour objectif de caractériser la propension de deux technologies de promotion de l'activité physique, dans le contexte de la chirurgie bariatrique, à générer du changement de comportement par l'identification des techniques qu'elles mobilisent.

Méthodes : Deux technologies ont été sélectionnées : la plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient*, et la plateforme *Mooven*. Le questionnaire ABACUS, composé de 21 items a été utilisé dans sa version originale anglaise par deux codeurs. Chaque item a été évalué sur deux échelles : de 0 à 1 pour évaluer la présence ou l'absence d'une technique, et une version adaptée de 0 à 4 pour évaluer le degré de présence d'une technique.

Résultats : La plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient* obtient un score de 16/21 ou 39/84 à l'échelle ABACUS. Les catégories les plus mobilisées par la technologie sont les connaissances et informations, et les objectifs et la planification. La plateforme *Mooven* obtient un score de 18/21 ou 52/84 à l'échelle ABACUS. Les catégories les plus mobilisées par la technologie sont le retour d'information et suivi, les connaissances et informations, et les objectifs et la planification.

Discussion : Les deux technologies étudiées présentent une forte propension à générer du changement de comportement. Cependant, cette mesure ne reflète pas l'efficacité de la technologie. De futures études seront nécessaires afin d'évaluer dans quelle mesure ces technologies permettent un réel changement de comportement.

Mots clés : Techniques du changement de comportement, technologies, promotion de l'activité physique, chirurgie bariatrique.

INTRODUCTION

La promotion de l'activité physique est essentielle à toutes les étapes de la prise en charge de l'obésité, y compris dans le contexte de la chirurgie bariatrique (e.g., Boddu et al., 2012; Busetto et al., 2017; Gourlan et al., 2011). Des recommandations spécifiques ont été élaborées par les autorités de santé (e.g., Hansen et al., 2020; Soleymani et al., 2016), qui rejoignent celles de la population générale (Bull et al., 2020). Cependant, de nombreux patients en obésité, ou ayant bénéficié d'une chirurgie bariatrique, ne parviennent pas à atteindre les niveaux recommandés d'activité physique (e.g., King et al., 2015). Pour accompagner et soutenir les patients dans l'atteinte de ces recommandations, les technologies présentent de nombreux intérêts. L'un des intérêts majeurs concerne l'accessibilité des patients à ces solutions numériques. La prise en charge des obésités sévères incluant la prise en charge par une chirurgie bariatrique est organisée en France à l'échelle infrarégionale ou régionale (DGOS-DGS-CNAM & Contribution Haute Autorité de Santé, 2019). Or, l'éloignement géographique constitue une barrière importante à la pratique d'activité physique (e.g., Zabatiero et al., 2016, 2018). Les technologies de l'information et de la communication peuvent ainsi proposer un accompagnement et un soutien des patients à domicile afin de lever cet obstacle.

Les technologies permettant de promouvoir l'activité physique peuvent être classifiées en trois catégories : (a) les médias sociaux (e.g., visioconférence, vidéo, forum), (b) les applications mobiles et appareils d'automesure (e.g., application avec rappels d'activité, podomètre, accéléromètre), et (c) les jeux vidéo actifs ou exergames (e.g., Just Dance, Wii Fit) (Chaddha et al., 2017). Des études récentes ont mis en évidence des effets favorables des technologies de promotion de l'activité physique (e.g., Baillot et al., 2016; Cotie et al., 2018; Yen & Chiu, 2019). Bien qu'il existe plusieurs revues systématiques en contexte d'obésité ou de perte de poids (e.g., Cotie et al., 2018; Flores Mateo et al., 2015; Yen & Chiu, 2019), peu d'études existent dans le contexte spécifique de la chirurgie bariatrique. Or, la chirurgie bariatrique constitue une opportunité pour la promotion de l'activité physique en raison de l'augmentation de la capacité perçue des participants à pratiquer une activité physique à cette période (Zabatiero et al., 2018). De plus, bien que ces différents types de technologies semblent présenter des effets favorables sur l'activité physique, peu d'études se sont intéressées aux mécanismes explicatifs de l'efficacité de ces technologies.

Des initiatives récentes ont tenté d'explorer ces mécanismes au travers de l'identification des techniques du changement de comportement qui composent les technologies (e.g., Lyons & Hatkevich, 2013). Cette approche s'appuie sur le postulat selon lequel les interventions fondées sur la théorie sont plus efficaces que celles ne l'étant pas. En ce sens, plusieurs travaux ont montré une plus grande efficacité des interventions fondées théoriquement (e.g., Gourlan et al., 2016). Dans la revue de Raaijmakers et al. (2015), toutes les interventions technologiques intégrant au

moins une technique du changement de comportement ont eu des effets positifs sur la perte de poids montrant ainsi une plus grande efficacité de ces technologies. Selon les travaux de Carraça et al. (2021), certaines techniques du changement de comportement sont des modérateurs des effets des interventions technologiques sur l'activité physique. En particulier, chez les adultes en surpoids ou en obésité, les technologies intégrant la fixation d'objectifs comportementaux, la fixation d'objectifs en termes de résultats, la graduation des actions, et les incitations sociales, ont généré des effets positifs sur l'activité physique. A l'inverse, le suivi et la quantification du comportement par soi-même est apparu comme un modérateur négatif de la technologie sur l'activité physique. Carraça et al. (2021) ont également identifié que les techniques efficaces dans les interventions basées sur des technologies étaient différentes de celles étant les plus efficaces dans les interventions en face à face (i.e., pratique du comportement et répétition, décalage entre le comportement actuel et l'objectif, balance décisionnelle).

Afin d'identifier les techniques du changement de comportement fondée théoriquement, plusieurs taxonomies ont été élaborées. La taxonomie Coventry, Aberdeen & London - Refined (CALO-RE) a identifié 40 techniques du changement de comportement (Michie et al., 2011). Cette taxonomie a ensuite été enrichie pour intégrer 93 techniques du changement de comportement (Michie et al., 2013). Sur la base de ces taxonomies, plusieurs chercheurs ont été sollicités chaque année dans le cadre du projet de la Victorian Health Fondation. Ce projet avait pour objectif d'identifier les mécanismes mobilisés par les technologies de promotion de l'activité physique, et d'émettre un avis sur la propension des applications disponibles sur le marché à générer du changement de comportement. In fine, ce projet avait pour objectif d'établir un guide des applications à destination des consommateurs (McKay, Slykerman, et al., 2019). Les chercheurs impliqués dans ce projet ont développé un outil, nommé App Behavior Change Scale (ABACUS), permettant d'identifier la propension d'une application mobile à générer un changement de comportement au regard des techniques du changement de comportement qui la composent (McKay, Slykerman, et al., 2019). Leur outil s'est appuyé sur les taxonomies existantes, notamment la taxonomie CALO-RE (Michie et al., 2011). A l'aide de cet outil, 344 applications mobiles, disponibles au téléchargement sur l'Apple iTunes ou Google Play Stores et permettant de changer un comportement lié à la santé (i.e., tabagisme, consommation d'alcool, activité physique, alimentation, bien-être mental), ont été évaluées (McKay, Wright, et al., 2019). Les auteurs ont conclu qu'il existait une très grande variabilité des applications mobiles allant de 1 à 17 techniques de changement sur les 21 critères évalués selon l'échelle ABACUS (McKay, Slykerman, et al., 2019). Cette grande diversité de contenu des applications semble participer à l'explication des différences d'effets entre les technologies, et les résultats parfois contradictoires retrouvés dans la littérature (e.g., Cotie et al., 2018; Flores Mateo et al., 2015).

Dans le contexte de la chirurgie bariatrique, qui représente une opportunité pour la promotion de l'activité physique, il semble nécessaire d'identifier ces techniques de changement de comportement afin de mieux comprendre leurs effets. Ainsi, cette étude avait pour objectif de caractériser la propension de deux technologies de promotion de l'activité physique, dans le contexte de la chirurgie bariatrique, à générer du changement de comportement, par l'identification des techniques qu'elles mobilisent.

MÉTHODES

Technologies de promotion de l'activité physique pour la chirurgie bariatrique

Sélection des technologies

Face au nombre important et à la grande variabilité des applications mobiles disponibles sur le marché (McKay, Wright, et al., 2019), nous avons orienté nos recherches vers des solutions n'étant pas directement disponibles au téléchargement et pouvant être modulées en fonction des besoins de notre programme scientifique.

Sur le marché français, dans la catégorie des applications mobiles et outils d'automesures, nous avons identifié plusieurs sociétés proposant des solutions numériques pour la préparation et le suivi de la chirurgie bariatrique. Parmi ces sociétés, nous pouvons citer : *BePatient* (<https://www.bepatient.com/>), *FollowSurg* (<https://followsurg.com/>), et *myBodyreshape* (<https://www.mybodyreshape.fr/inscriptions/>). La société *BePatient* était déjà impliquée dans des protocoles de recherche sur l'effet de leur plateforme en contexte de chirurgie bariatrique avec des résultats préliminaires prometteurs (Versteegden et al., 2018). Après échanges avec la société, elle était favorable à la réalisation d'une collaboration.

Dans la catégorie des médias sociaux, la visioconférence a été mobilisée dans le contexte de la chirurgie bariatrique et présentait des résultats prometteurs (Baillot et al., 2016). Sur le marché français, seule la société *Mooven* (anciennement nommée *V@Si*) proposait des programmes d'activité physique adaptée en visioconférence. Après échanges avec la société, elle était favorable à la réalisation d'une collaboration.

La plateforme de e-santé MyBody proposée par BePatient

BePatient SAS est une société de recherche, développement et commercialisation de plateformes logicielles, d'applications et de services connexes dans le domaine de la e-santé. La plateforme de e-santé *MyBody* propose un programme de e-santé spécifique à la chirurgie bariatrique totalement modulable. Dans le cadre de notre partenariat, les contenus concernant l'activité physique ont été enrichis et standardisés.

La plateforme *MyBody* est spécialisée dans l'accompagnement à la chirurgie bariatrique. Elle est disponible en format web ou application. L'application (ou le format web) comprend : (a) un ensemble de contenus de e-learning avec des fiches conseils, des informations et des quizz portant sur l'activité physique, l'alimentation, et la chirurgie bariatrique ; (b) un programme de 24 séances réalisées sur 12 semaines d'activité physique adaptée, dispensé sous forme de vidéos ; (c) une montre connectée *FitBit Inspire* permettant de synchroniser les données issues de la montre directement sur l'application *MyBody* (cf matériel supplémentaire 1). Les séances filmées d'activité physique sont réalisées par une patiente ressource ayant bénéficié d'une chirurgie bariatrique. Chaque séance comprend un échauffement, un corps de séance sous la forme de circuits-training, et d'étirements. Le programme est conçu pour permettre une augmentation progressive de la difficulté, avec une évaluation par le participant de sa perception de chaque séance. Un module relié au décompte de pas, permet au participant de se fixer des objectifs journaliers par paliers : 5000, 7500, 10000, 12500, ou 15000 pas par jour. En fonction de l'atteinte de leurs objectifs ou de bonnes réponses aux quizz, les participants reçoivent des badges dans l'application.

La plateforme Mooven

Mooven SAS est une « entreprise solidaire d'utilité sociale » spécialisée en tant que centre de ressources, de recherche et d'expertise en activité physique. *Mooven* propose une offre de programmes d'activité physique adaptée en visioconférence permettant de rendre accessible la pratique individuelle ou collective à tous. Ces programmes sont accessibles depuis une plateforme de santé connectée collaborative et interactive digitale. Dans le cadre de notre partenariat, les contenus concernant l'activité physique ont été spécifiquement adaptés à la chirurgie bariatrique et standardisés.

La plateforme *Mooven*, accessible sur le web, centralise l'ensemble des informations et des échanges entre le patient, l'équipe d'enseignants en activité physique adaptée de *Mooven*, et l'équipe de soins du patient. Cette plateforme permet : (a) de gérer le planning d'activité physique adaptée des participants et d'accéder aux séances en visioconférence, (b) d'intégrer des questionnaires à destination des participants, et (c) d'intégrer un suivi et des comptes-rendus de participations aux séances (cf matériel supplémentaire 2). Le programme d'activité physique adaptée est composé d'un premier entretien motivationnel individuel, suivi d'un programme de 24 séances d'activité physique adaptée, réalisées en groupe de trois à six personnes, sur une période de 12 semaines, et d'un entretien final individuel d'orientation pour favoriser l'engagement durable dans l'activité physique. Le programme est individualisé pour chaque participant par les enseignants en activité physique adaptée.

Mesures

Le questionnaire ABACUS, validé en anglais, est composé de 21 items correspondant à 21 techniques du changement de comportement (McKay, Slykerman, et al., 2019). Ces items sont regroupés en quatre catégories : (a) connaissances et informations - 5 items (e.g., « *Does the app have the ability to customize and personalize some features?* »), (b) objectifs et planification - 3 items (e.g., « *Does the app ask for willingness for behavior change?* »), (c) retour d'information et suivi - 7 items (e.g., « *Does the app give the user the ability to quickly and easily understand the difference between current action and future goals?* »), et (d) actions - 6 items (e.g., « *Does the app have reminders and/or prompts or cues for activity?* »). Le questionnaire a démontré une forte fiabilité inter-juges et une forte cohérence interne (McKay, Slykerman, et al., 2019). L'échelle complète est fournie dans le matériel supplémentaire 3. Afin d'adapter le questionnaire ABACUS aux technologies étudiées, nous avons remplacé le terme « *app* » par « *technology* ». Ce questionnaire a été utilisé dans sa forme originale anglaise par les codeurs. Chaque item a été évalué sur deux échelles. Une première échelle de 0 (absence) à 1 (présence) permettait d'évaluer la présence ou l'absence de l'item dans la technologie conformément aux préconisations des auteurs (McKay, Slykerman, et al., 2019; McKay, Wright, et al., 2019). Une seconde échelle de 0 (pas du tout présente) à 4 (tout à fait présente) a ensuite été utilisée afin d'évaluer les techniques du changement de comportement les plus fortement mobilisées par la technologie.

Procédure

Deux experts dans le domaine de la promotion de l'activité physique (FAL et MH) ont été impliqués dans l'analyse de contenu des deux solutions technologiques *BePatient* et *Mooven*. La procédure utilisée s'est appuyée sur la procédure décrite par McKay, Slykerman, et al. (2019) lorsqu'ils ont mobilisé l'échelle ABACUS pour étudier le contenu de 344 applications mobiles. Ainsi, une première phase consistait à la familiarisation des codeurs avec les deux technologies. Ensuite, une deuxième phase a consisté à coder indépendamment, sur l'échelle de 0 à 1, les deux technologies. Les codeurs ont ensuite comparé leurs résultats et les désaccords ont été discutés jusqu'à l'obtention d'un consensus. Dans une troisième étape, les codeurs ont, par concertation, estimé, pour chaque item, le degré de présence de la technique du changement de comportement sur la seconde échelle de 0 à 4.

Analyses des données

Des analyses descriptives ont été réalisées à l'aide du logiciel Excel (Microsoft Excel, Microsoft Canada Inc., Ontario, Canada). Le score de chaque technologie a été calculé à l'aide de la première échelle par la somme de l'ensemble des items, le score ainsi obtenu pouvant être

compris entre 0 et 21 (McKay, Wright, et al., 2019). En complément, les scores de 0 à 4 ont été moyennés au sein de chaque catégorie de 0 à 4, et l'ensemble des items a également été additionné afin d'obtenir un score global pouvant aller de 0 à 84.

RÉSULTATS

Le tableau 1 synthétise les scores obtenus pour chaque technologie selon les deux échelles et leurs sommes. Les 4 désaccords entre les deux codages sur l'échelle de 0 à 1 ont été résolus par consensus. Ces désaccords concernaient des techniques utilisées dans certaines fonctionnalités spécifiques des technologies.

La plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient*

La plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient* obtient un score de 16/21 ou 39/84 à l'échelle ABACUS. Les catégories des plus au moins mobilisées par la technologie sont : (a) connaissances et informations (i.e., score moyen de 3,0/4), (b) objectifs et planification (i.e., score moyen de 2,3/4), (c) retour d'information et suivi (i.e., score moyen de 1,7/4), et (d) actions (i.e., score moyen de 0,8/4).

La plateforme *Mooven*

La plateforme *Mooven* obtient un score de 18/21 ou 52/84 à l'échelle ABACUS. Les catégories des plus au moins mobilisées par la technologie sont : (a) retour d'information et suivi (i.e., score moyen de 3,2/4), (b) connaissances et informations (i.e., score moyen de 3,0/4), (c) objectifs et planification (i.e., score moyen de 3,0/4), et (d) actions (i.e., score moyen de 0,8/4).

Tableau 1 : Scores obtenus pour chaque technologie aux items du questionnaire ABACUS

Scale: item number and question	<i>BePatient</i>		<i>Mooven</i>	
	Score de 0 à 1	Score de 0 à 4	Score de 0 à 1	Score de 0 à 4
1. Knowledge and information				
1.1. Does the technology have the ability to customize and personalize some features?	1	2	1	2
1.2. Was the technology created with expertise and/or Does the app provide information that is consistent with national guidelines?	1	4	1	4
1.3. Does the technology ask for baseline information?	1	4	1	4
1.4. Does the technology provide instruction on how to perform the behavior?	1	4	1	4
1.5. Does the technology provide information about the consequences of continuing behavior?	1	1	1	1
2. Goals and planning				
2.1. Does the technology ask for willingness for behavior change?	1	3	1	3
2.2. Does the technology allow for setting of goals?	1	3	1	3
2.3. Does the technology have the ability to review goals, update, and change when necessary?	1	1	1	3
3. Feedback and monitoring				
3.1. Does the technology give the user the ability to quickly and easily understand the difference between current action and future goals?	1	1	1	3
3.2. Does the technology have the ability to allow the user to easily self-monitor behavior?	1	4	1	1
3.3. Does the technology have the ability to share behaviors with others (including social media or forums) and/or allow for social comparison?	0	0	1	4
3.4. Does the technology have the ability to give the user feedback - either from a person or automatically?	1	2	1	4
3.5. Does the app have the ability to export data from app?	1	3	1	3
3.6. Does the technology provide a material or social reward or incentive?	0	0	1	4
3.7. Does the technology provide general encouragement?	1	2	1	4
4. Actions				
4.1. Does the technology have reminders and/or prompts or cues for activity?	1	2	1	2
4.2. Does the technology encourage positive habit formation?	0	0	0	0
4.3. Does the technology allow or encourage for practice or rehearsal, in addition to daily activities?	1	2	1	2
4.4. Does the technology provide opportunity to plan for barriers?	1	1	1	1
4.5. Does the technology assist with or suggest restructuring the physical or social environment?	0	0	0	0
4.6. Does the technology assists with distraction or avoidance?	0	0	0	0
TOTAL	16/21	39/84	18/21	52/84

DISCUSSION

Résultats principaux

Les deux technologies présentent selon le questionnaire ABACUS des scores élevés de techniques de changement de comportement. En effet, les scores obtenus de 16/21 pour *BePatient* et de 18/21 pour *Mooven* sont supérieurs aux scores moyens des applications de promotion de l'activité physique étudiées à l'aide de cette même échelle (i.e., score moyen de 7,6/21) (McKay, Wright, et al., 2019). D'autres technologies ont également été étudiées dans la littérature à l'aide d'autres outils tels que la taxonomie des 93 techniques du changement de comportement (Michie et al., 2013). A l'aide de cette taxonomie, Lyons et al. (2014) ont montré que les moniteurs électroniques d'activité physique liés au mode de vie (e.g., montres connectées) comprenaient entre 5 à 10 des 14 techniques identifiées dans la littérature comme potentiellement efficaces. Plus spécifiquement, ces auteurs ont montré que la montre *Fitbit* étudiée comprenait 20 des 93 techniques de changement de comportement (Lyons et al., 2014). Ainsi, la technologie *BePatient* par l'association d'une montre connectée comprenant plusieurs techniques de changement de comportement a permis d'augmenter la propension de la technologie *MyBody* à générer du changement de comportement. Au regard de ces résultats, nous pouvons dire que les deux technologies *BePatient* et *Mooven*, spécifiquement adaptées à l'augmentation de l'activité physique en contexte de chirurgie bariatrique, présentent une forte propension à générer du changement de comportement.

Ces deux technologies présentent les mêmes scores dans les catégories connaissances et informations et action avec des scores respectivement élevés (i.e., 3,0/4) et faibles (i.e., 0,8/4). En revanche, ces technologies se différencient pour les catégories objectifs et planification, et retour d'information et suivi, pour lesquels *Mooven* obtient des scores plus élevés. Pour les deux technologies, les scores maximaux ont été obtenus dans les catégories objectifs et planification, et retour d'information et suivi. Les scores les plus faibles ont été obtenus dans la catégorie action, ainsi ces deux technologies peuvent ainsi être considérées comme des programmes « passerelles » permettant d'initier le comportement d'activité physique mais n'ayant que peu de technique d'engagement durable et de maintien du comportement. Chez les personnes en obésité, Carraça et al. (2021) ont montré que le suivi et la quantification du comportement était un modérateur négatif des effets de la technologie sur l'activité physique. Ainsi, leur forte présence dans les technologies *BePatient* et *Mooven* pourrait constituer un facteur limitant les effets de ces technologies.

Limitations

Malgré l'utilisation d'un questionnaire validé pour l'analyse des techniques de changement de comportement mobilisées par les deux technologies, ce questionnaire a été utilisé dans sa forme originale anglaise. Bien que les deux codeurs aient un niveau d'anglais suffisant pour utiliser cette échelle, il serait intéressant de disposer d'une version française de l'échelle. La traduction et validation de cette échelle en français pourrait ainsi faire l'objet de futurs travaux, afin de pouvoir la diffuser plus largement. De plus, l'utilisation de cette échelle permettrait de mieux fonder théoriquement les études mobilisant des technologies pour la promotion de l'activité physique. Ce meilleur ancrage théorique des interventions a d'ailleurs été identifié dans la littérature comme un axe futur de développement (e.g., Raaijmakers et al., 2015; Samdal et al., 2017).

L'étude des techniques de changement de comportement mobilisées par les technologies permet de caractériser leur propension à générer du changement de comportement. Cependant, cette mesure ne reflète pas l'efficacité de la technologie. De futures études seront donc nécessaires afin d'évaluer dans quelle mesure, ces technologies ayant un fort potentiel de changement de comportement, permettent un réel changement de comportement.

Enfin, seules deux technologies ont été sélectionnées pour promouvoir l'activité physique en contexte de chirurgie bariatrique. Or, d'autres technologies pourraient faire l'objet d'une analyse de contenu comme les jeux vidéo actifs. Bien qu'à notre connaissance, il n'existe pas de jeux vidéo actifs spécifiquement adaptés au contexte de la chirurgie bariatrique de futures études pourraient s'intéresser à leur potentiel de changement de comportement. Dans le contexte plus général de la promotion de l'activité physique, Lyons et Hatkevich (2013) ont réalisé une analyse de contenu de 18 jeux vidéo actifs disponibles sur trois consoles de jeux (i.e., Microsoft Xbox 360, Nintendo Wii, Sony PlayStation 3). Certains jeux vidéo actifs présentaient une forte propension à générer du changement de comportement. Toutefois, dans le domaine de l'obésité infantile, le rôle des jeux vidéo actifs a été plus largement étudié et conduisait à des résultats discutables. Bien que les jeux vidéo actifs permettent une augmentation de l'activité physique des jeunes, il semblerait que cette augmentation soit également associée à un effet de compensation réduisant l'activité physique totale sur la journée (LeBlanc et al., 2013). Ainsi, les jeux vidéo actifs ne sont pas recommandés pour lutter contre l'obésité infantile (Goldfield et al., 2014), et leur intérêt en contexte de chirurgie bariatrique resterait discutable.

Conclusion

Les technologies proposées par *BePatient* et *Mooven* présentent une forte propension à générer du changement de comportement. Cependant, de futures études sont nécessaires pour évaluer leurs effets sur le comportement d'activité physique.

Remerciements : Nous remercions les sociétés *BePatient* et *Mooven* pour le partenariat réalisé dans le cadre du programme de recherche IDEX OCAPAS.

REFERENCES

- Baillot, A., Boissy, P., Tousignant, M., & Langlois, M.-F. (2016). Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 23(5), 529–535. <https://doi.org/10.1177/1357633X16653511>
- Boddu, R., Wilson, E., Snyder, B., & Wilson, T. (2012). Optimizing weight loss outcomes for bariatric surgery patients: The role of physical activity. *BMC Proceedings*, 6(S4). <https://doi.org/10.1186/1753-6561-6-S4-01>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Busetto, L., Dicker, D., Azran, C., Batterham, R. L., Farpour-Lambert, N., Fried, M., Hjelmæsæth, J., Kinzl, J., Leitner, D. R., Makaronidis, J. M., Schindler, K., Toplak, H., & Yumuk, V. (2017). Practical recommendations of the obesity management task force of the european association for the study of obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obesity Facts*, 10(6), 597–632. <https://doi.org/10.1159/000481825>
- Carraça, E., Encantado, J., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J., Busetto, L., Baak, M., Dicker, D., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. (2021). Effective behavior change techniques to promote physical activity in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. <https://doi.org/10.1111/obr.13258>
- Chaddha, A., Jackson, E. A., Richardson, C. R., & Franklin, B. A. (2017). Technology to help promote physical activity. *The American Journal of Cardiology*, 119(1), 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.09.025>
- Cotie, L. M., Prince, S. A., Elliott, C. G., Ziss, M. C., McDonnell, L. A., Mullen, K. A., Hiremath, S., Pipe, A. L., Reid, R. D., & Reed, J. L. (2018). The effectiveness of eHealth interventions on physical activity and measures of obesity among working-age women: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 19(10), 1340–1358. <https://doi.org/10.1111/obr.12700>
- DGOS-DGS-CNAM, & Contribution Haute Autorité de Santé. (2019). *Feuille de route—Prise en charge des personnes en situation d'obésité 2019-2022*. https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/feuille_de_route_obesite_2019-2022.pdf
- Flores Mateo, G., Granado-Font, E., Ferré-Grau, C., & Montaña-Carreras, X. (2015). Mobile phone apps to promote weight loss and increase physical activity: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 17(11), e253. <https://doi.org/10.2196/jmir.4836>

- Goldfield, G. S., Cameron, J. D., & Chaput, J.-P. (2014). Is Exergaming a Viable Tool in the Fight against Childhood Obesity? *Journal of Obesity*, 2014, 1–2. <https://doi.org/10.1155/2014/304521>
- Gourlan, M. J., Bernard, P., Bortolon, C., Romain, A. J., Lareyre, O., Carayol, M., Ninot, G., & Boiché, J. (2016). Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychology Review*, 10(1), 50–66. <https://doi.org/10.1080/17437199.2014.981777>
- Gourlan, M. J., Trouilloud, D. O., & Sarrazin, P. G. (2011). Interventions promoting physical activity among obese populations: A meta-analysis considering global effect, long-term maintenance, physical activity indicators and dose characteristics. *Obesity Reviews*, 12(7), e633–e645. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00874.x>
- Hansen, D., Decroix, L., Devos, Y., Nocca, D., Cornelissen, V., Dillemans, B., & Lannoo, M. (2020). Towards optimized care after bariatric surgery by physical activity and exercise intervention: A review. *Obesity Surgery*, 30(3), 1118–1125. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04390-x>
- King, W. C., Chen, J.-Y., Bond, D. S., Belle, S. H., Courcoulas, A. P., Patterson, E. J., Mitchell, J. E., Inabnet, W. B., Dakin, G. F., Flum, D. R., Cook, B., & Wolfe, B. M. (2015). Objective assessment of changes in physical activity and sedentary behavior: Pre- through 3 years post-bariatric surgery. *Obesity*, 23(6), 1143–1150. <https://doi.org/10.1002/oby.21106>
- LeBlanc, A. G., Chaput, J.-P., McFarlane, A., Colley, R. C., Thivel, D., Biddle, S. J. H., Maddison, R., Leatherdale, S. T., & Tremblay, M. S. (2013). Active video games and health indicators in children and youth: a systematic review. *PLoS ONE*, 8(6), e65351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065351>
- Lyons, E. J., & Hatkevich, C. (2013). Prevalence of behavior changing strategies in fitness video games: Theory-based content analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 15(5), e81. <https://doi.org/10.2196/jmir.2403>
- Lyons, E. J., Lewis, Z. H., Mayrsohn, B. G., & Rowland, J. L. (2014). Behavior change techniques implemented in electronic lifestyle activity monitors: a systematic content analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 16(8), e192. <https://doi.org/10.2196/jmir.3469>
- McKay, F. H., Slykerman, S., & Dunn, M. (2019). The app behavior change scale: Creation of a scale to assess the potential of apps to promote behavior change. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(1), e11130. <https://doi.org/10.2196/11130>
- McKay, F. H., Wright, A., Shill, J., Stephens, H., & Uccellini, M. (2019). Using health and well-being apps for behavior change: A systematic search and rating of apps. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(7), e11926. <https://doi.org/10.2196/11926>

- Michie, S., Ashford, S., Sniehotta, F. F., Dombrowski, S. U., Bishop, A., & French, D. P. (2011). A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: The CALO-RE taxonomy. *Psychology & Health, 26*(11), 1479–1498. <https://doi.org/10.1080/08870446.2010.540664>
- Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., Eccles, M. P., Cane, J., & Wood, C. E. (2013). The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: Building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Annals of Behavioral Medicine, 46*(1), 81–95. <https://doi.org/10.1007/s12160-013-9486-6>
- Raaijmakers, L. C. H., Pouwels, S., Berghuis, K. A., & Nienhuijs, S. W. (2015). Technology-based interventions in the treatment of overweight and obesity: A systematic review. *Appetite, 95*, 138–151. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.07.008>
- Samdal, G. B., Eide, G. E., Barth, T., Williams, G., & Meland, E. (2017). Effective behaviour change techniques for physical activity and healthy eating in overweight and obese adults: Systematic review and meta-regression analyses. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 14*(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0494-y>
- Soleymani, T., Daniel, S., & Garvey, W. T. (2016). Weight maintenance: Challenges, tools and strategies for primary care physicians. *Obesity Reviews, 17*(1), 81–93. <https://doi.org/10.1111/obr.12322>
- Versteegden, D. P. A., Van himbeeck, M. J. J., & Nienhuijs, S. W. (2018). Assessing the value of eHealth for bariatric surgery (BePatient trial): Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials, 19*(1), 625. <https://doi.org/10.1186/s13063-018-3020-x>
- Yen, H., & Chiu, H. (2019). The effectiveness of wearable technologies as physical activity interventions in weight control: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Reviews, 20*(10), 1485–1493. <https://doi.org/10.1111/obr.12909>
- Zabatiero, J., Hill, K., Gucciardi, D. F., Hamdorf, J. M., Taylor, S. F., Hagger, M. S., & Smith, A. (2016). Beliefs, barriers and facilitators to physical activity in bariatric surgery candidates. *Obesity Surgery, 26*(5), 1097–1109. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1867-4>
- Zabatiero, J., Smith, A., Hill, K., Hamdorf, J. M., Taylor, S. F., Hagger, M. S., & Gucciardi, D. F. (2018). Do factors related to participation in physical activity change following restrictive bariatric surgery? A qualitative study. *Obesity Research & Clinical Practice, 12*(3), 307–316. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2017.11.001>

Matériel supplémentaire 1

Illustrations de la plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient*

Capture d'écran téléphone portable, contenus e-learning activité physique



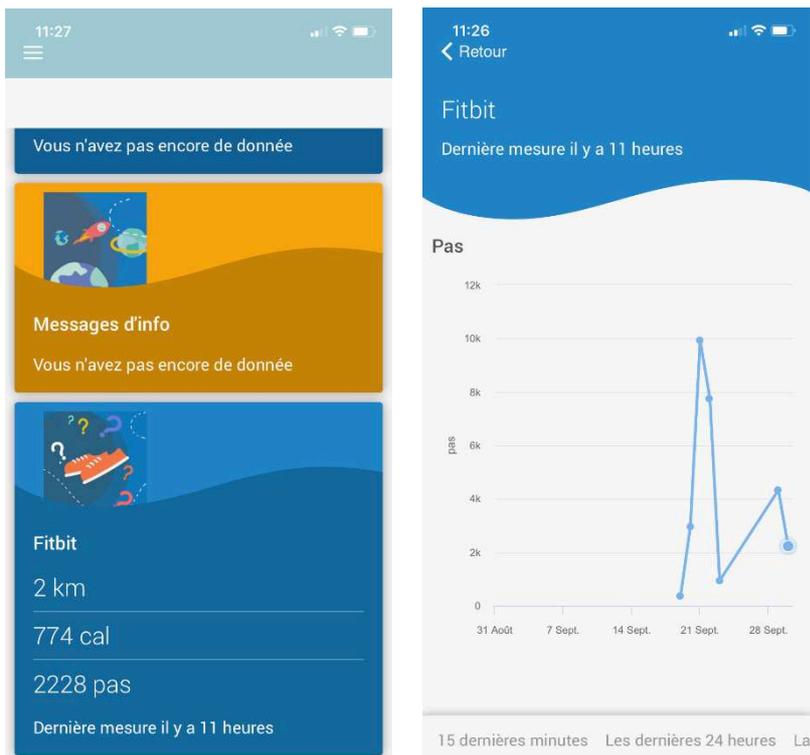
Exemple de badge remporté après lecture de l'ensemble des contenus d'e-learning d'une catégorie



Timeline pour le patient



Affichage des données synchronisées depuis la montre *Fitbit* sur l'application *MyBody*



Liens vers des exemples de vidéo de séances :

https://www.youtube.com/watch?v=EcBu2jjqrQU&ab_channel=AzurSportSant%C3%A9

https://www.youtube.com/watch?v=EOoCi0Mvunk&ab_channel=AzurSportSant%C3%A9

https://www.youtube.com/watch?v=gOuBg-nhhcA&ab_channel=AzurSportSant%C3%A9

Tableau de bord *MyBody* version web

The screenshot displays the MyBody web dashboard for user Meggy Hayotte. The interface includes a navigation bar with icons for home, settings, and user management, along with the user's name and a hamburger menu. The main content area is titled 'Tableau de bord' and features a section for 'Mes patients' (My patients) with 17 users listed and a '+17' button to add more. Below this are five measurement cards, each with an icon, a title, a message indicating no measurements have been entered, and a 'Voir l'historique' (View history) link with a '+' button to add data.

- Poids (Kg)**: Vous n'avez pas encore saisi de mesures. > Voir l'historique
- Indice de masse corporelle**: Vous n'avez pas encore saisi de mesures. > Voir l'historique
- Taille (cm)**: Vous n'avez pas encore saisi de mesures. > Voir l'historique
- Fitbit**: Vous n'avez pas encore saisi de mesures. > Voir l'historique
- GPAQ**: Vous n'avez pas encore saisi de mesures.

Matériel supplémentaire 2
Illustrations de la plateforme *Mooven*

Illustration d'une séance en visioconférence sur la plateforme *Mooven*



Plateforme Mooven

Rechercher un utilisateur...

Tableau de bord de OCAPAS

Programme d'activité physique adaptée chez des jeunes femmes intégrées dans un parcours de chirurgie bariatrique.

OCAPAS
Institution Française pour l'Obésité

7 tests à remplir

5 Q-AAP à valider

Prochaines séances (0)
Vous n'avez actuellement aucune séance programmée.

Tests à remplir (7)

- Niveau d'activité physique
- Niveau d'activité physique
- Niveau d'activité physique

mooven
LIBRE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

- Tableau de bord
- Pratiquants
- Annuaire de professionnels
- Calendrier
- Bilans de séance
- Statistiques
- Aide

Matériel supplémentaire 3

Echelle ABACUS (*extrait de McKay et al., 2019*)

Scale: item number and question	Definition	Example or further information
1. Knowledge and information		
1.1 Does the app have the ability to customize and personalize some features?	Elements of the app can be personalized through specific tools or functions that are specific to the individual using the app.	<ul style="list-style-type: none"> • To select a disease type from among several available and then to follow a specific path or set of tools or systems. • To select to receive emails or texts of a specific nature. • To choose “yes” or “no” to a specific capability of the app would be considered personalization. • To create a personalized exercise plan.
1.2 Was the app created with expertise and/or Does the app provide information that is consistent with national guidelines?	This would be found in the about section or generally in the app.	<ul style="list-style-type: none"> • Does the app suggest 30 min of exercise each day? • Does it recommend 5 veg and 3 fruit? • Does it seek to build resilience and promote help seeking? • Is there any evidence that the app was created by an expert? (doctor/professional body/university)
1.3 Does the app ask for baseline information?	This includes BMI ^a , weight, smoking rate, exercise, or drinking behaviors	<ul style="list-style-type: none"> • This might be at the set-up phase or in a profile setting.
1.4 Does the app provide instruction on how to perform the behavior?	The app is clear in telling the person how to perform a behavior or preparatory behaviors, either verbally, through video, or in written form. NB: the behavior that is seeking to be changed, not information on how to use the app	<ul style="list-style-type: none"> • This could include showing person how to use gym equipment, sharing sample plans for action, instruction on suitable clothing, recipes, and general tips.
1.5 Does the app provide information about the consequences of continuing and/or discontinuing behavior?	The app gives the user information about the consequences of behavior in general, this includes information about the relationship between the behavior and its possible or likely consequences in the general case. This information can be general or personalized.	<ul style="list-style-type: none"> • Consequences may include health, feelings, or cost consequences.
2. Goals and planning		
2.1 Does the app ask for willingness for behavior change?	Is there a feature during setup where you describe how ready you are for behavior change?	<ul style="list-style-type: none"> • This may be in the form of a scale of readiness or in a question that asks the user to describe how ready you are.
2.2 Does the app allow for the setting of goals?	The person is encouraged to make a behavioral resolution. The person is encouraged to set a general goal that can be achieved by behavioral means. This includes subgoals or preparatory behaviors and/or specific contexts in which the behavior will be performed. The behavior in this technique will be directly related to or be a necessary condition for the target behavior.	<ul style="list-style-type: none"> • This is the explicit noting of a goal or choosing a goal from one provided within the app.

Scale: item number and question	Definition	Example or further information
2.3 Does the app have the ability to review goals, update, and change when necessary?	Involves a review or analysis of the extent to which previously set behavioral goals (regardless of short or long) were achieved.	<ul style="list-style-type: none"> This is where a goal can be changed. This allows people to act on previously set goals and then revise or adjust where needed.
3. Feedback and monitoring		
3.1 Does the app give the user the ability to quickly and easily understand the difference between current action and future goals?	Allows user to see how they are tracking against a goal and to see the difference between what they want to do and what they are currently doing. This will give some feedback on where they are at and what they need to change to get to where they want to be.	<ul style="list-style-type: none"> This could be in the form of a graph or some other visual describing how close the user is to meeting their goals.
3.2 Does the app have the ability to allow the user to easily self-monitor behavior?	The app allows for a regular monitoring of the activity.	<ul style="list-style-type: none"> Connects with watch that records daily steps that can be reviewed. Allows for easy logging of exercise or meditation? Allows for tracking of weight loss. Allows logging of daily alcoholic drinks or cigarettes.
3.3 Does the app have the ability to share behaviors with others (including social media or forums) and/or allow for social comparison?	The app allows the person to share his or her behaviors on social media or in forums. This could also include a <i>buddy</i> system or a leaderboard.	<ul style="list-style-type: none"> Share with Facebook or other socials Tell the user that they are doing x and at this time, other people like them are doing y
3.4 Does the app have the ability to give the user feedback—either from a person or automatically?	The app is able to provide the person with feedback, comments, or data about their own recorded behavior. This might be automatic or could be personal.	<ul style="list-style-type: none"> Does the app have a <i>coach</i> function?
3.5 Does the app have the ability to export data from app?	The app allows for the export of information and progress to an external user.	<ul style="list-style-type: none"> Export to a computer or to another user such as a doctor or fitness expert. Sharing to Facebook does not count.
3.6 Does the app provide a material or social reward or incentive?	App provides rewards for attempts at achieving a behavioral goal. This might include efforts made toward achieving the behavior or progress made in preparatory steps toward the behavior or in achieving a goal.	<ul style="list-style-type: none"> Financial, either in returning money that was not spent on, for example, cigarettes or in paying someone to engage in a specific activity. Social or public, for example, congratulating the person for each day that he or she meets his or her exercise target.
3.7 Does the app provide general encouragement?	The app provides general encouragement and positive reinforcement on actions leading to the goal.	<ul style="list-style-type: none"> This could include achievement badges or telling the user that they are a certain percentage closer to their goal.

Scale: item number and question	Definition	Example or further information
4. Actions		
4.1 Does the app have reminders and/or prompts or cues for activity?	The app prompts the user to engage in the activity. The app has the ability to give notifications or reminders to cue the behavior.	<ul style="list-style-type: none"> • This could be like the apple watch reminding you to stand or a meditation app telling you to meditate now.
4.2 Does the app encourage positive habit formation?	The app prompts explicit rehearsal and repetition of the behavior—not just tracking or logging.	<ul style="list-style-type: none"> • An example of this are the couch to 5 km apps that provide a training schedule.
4.3 Does the app allow or encourage for practice or rehearsal, in addition to daily activities?	App does not have a lock on activities or a number that you cannot exceed daily.	<ul style="list-style-type: none"> • This would include allowing the user to undertake extra activities in a single day.
4.4 Does the app provide opportunity to plan for barriers?	The app encourages the person to think about potential barriers and identify ways of overcoming them.	<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol app might give strategies for a night out that would normally be a big night.
4.5 Does the app assist with or suggest restructuring the physical or social environment?	The app prompts the person to alter the environment in ways so that it is more supportive of the target behavior.	<ul style="list-style-type: none"> • Might suggest locking up or throw away or their high-calorie snacks or take their running shoes to work.
4.6 Does the app assists with distraction or avoidance?	The app gives suggestions and advice on how the person can avoid situations or distract themselves when trying to reach their goal.	<ul style="list-style-type: none"> • For example, a smoking cessation app may suggest that the user not drink coffee if this is typically combined with smoking behaviors that they are trying to cease.

Synthèse de l'étude 5

Parmi les technologies disponibles sur le marché français, deux technologies spécifiquement adaptées à la promotion de l'activité physique dans le contexte de la chirurgie bariatrique, ont été identifiées dans le cadre de l'étude 5 : (a) la plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient*, et (b) la plateforme *Mooven*, proposant un programme d'activité physique adaptée en visioconférence. L'objectif de cette étude était de caractériser la propension de ces deux technologies à générer du changement de comportement, par l'identification des techniques fondées théoriquement qu'elles mobilisent.

Le questionnaire *App Behavior Change Scale* (ABACUS) (McKay, Slykerman, et al., 2019), composé de 21 items a été utilisé dans sa version originale anglaise par deux codeurs. Chaque item a été évalué sur deux échelles : de 0 à 1 pour évaluer la présence ou l'absence d'une technique, et une version adaptée de 0 à 4 pour évaluer le degré de présence d'une technique.

La plateforme de e-santé *MyBody* proposée par *BePatient* a obtenu un score de 16/21 ou 39/84 à l'échelle ABACUS. Les catégories les plus mobilisées par la technologie étaient les connaissances et informations et les objectifs et planification. La plateforme *Mooven* a obtenu un score de 18/21 ou 52/84 à l'échelle ABACUS. Les catégories les plus mobilisées par la technologie étaient le retour d'information et suivi, les connaissances et informations, et les objectifs et la planification. Les scores obtenus par ces deux technologies étaient supérieurs aux scores moyens obtenus par des applications de promotion de l'activité physique disponibles au téléchargement (i.e., score moyen de 7,6/21) (McKay, Wright, et al., 2019).

Les résultats ont permis de montrer que ces deux technologies présentaient une forte propension à générer un changement de comportement. Cependant, bien que ces technologies aient le potentiel de générer un fort engagement dans l'activité physique, cette mesure ne reflète pas l'efficacité de la technologie. L'étude 6 avait ainsi pour objectif de proposer le protocole d'essai interventionnel randomisé contrôlé OCAPAS afin d'évaluer les effets des technologies *BePatient* et *Mooven*.

Etude 6.

Effects of technology-based physical activity interventions for women after bariatric surgery: *Study protocol for a three-arm randomized control trial*¹

¹ Ce protocole a fait l'objet d'une publication :

Hayotte, M.*, Iannelli, A.*, Nègre, V., Pradier, C., Théroutanne, P., Fuch, A., Diagana, O., Garbarino, J.-M., Vuillemin, A., Colson, S. S., Chevalier, N.*, & d'Arripe-Longueville, F*. (2021). Effects of technology-based physical activity interventions for women after bariatric surgery: Study protocol for a three-arm randomized control trial. *BMJ Open*. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-046184>

L'étude 6

Open access

Protocol

BMJ Open Effects of technology-based physical activity interventions for women after bariatric surgery: study protocol for a three-arm randomised controlled trial

Meggy Hayotte ,¹ Antonio Iannelli,² Véronique Nègre,² Christian Pradier,³ Pierre Théroutane,⁴ Alain Fuch,⁵ Odile Diagana,⁵ Jean-Marie Garbarino,¹ Anne Vuillemin,¹ Serge S Colson,¹ Nicolas Chevalier,² Fabienne d'Arripe-Longueville¹

To cite: Hayotte M, Iannelli A, Nègre V, *et al.* Effects of technology-based physical activity interventions for women after bariatric surgery: study protocol for a three-arm randomised controlled trial. *BMJ Open* 2021;**11**:e046184. doi:10.1136/bmjopen-2020-046184

► Prepublication history and additional online supplemental material for this paper are available online.

Received 22 October 2020
Accepted 17 June 2021



© Author(s) (or their employer(s)) 2021. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

For numbered affiliations see end of article.

Correspondence to
Meggy Hayotte;
meggy.hayotte@univ-cotedazur.fr

ABSTRACT

Introduction A recent meta-analysis provided proof of efficacy for mobile technology to increase physical activity or weight loss in the short term. Videoconferencing may also be effective, especially as it reduces the barriers related to face-to-face physical activity interventions. Both technologies seem particularly interesting for bariatric surgery management, but their long-term effects on physical activity maintenance are unknown. Moreover, the mechanisms underlying their effectiveness, such as technology acceptability and motivational processes, have not been examined.

The objectives of this study are to determine the effects of two technology-based (mobile technology and videoconferencing) physical activity programmes after bariatric surgery compared with standard care and to assess the contribution of acceptability and motivational mechanisms in explaining these effects on physical activity, physiological measures and health indicators.

Methods and analysis One hundred and twenty young women who have undergone bariatric surgery in the last 3–6 months will be included. The volunteers will be randomly assigned to one of three arms: CONTROL (standard care), ACTI-MOBIL (mobile technology) or ACTI-VISIO (videoconferencing). The primary outcome is the distance travelled during a 6 min walk test relativised according to Capadaglio's theoretical distance. Secondary outcomes are behavioural measures of physical activity, physiological measures, health indicators, technology acceptability and motivational concepts. Data will be collected at baseline (T0), 3 months (T3) and 6 months (T6). The technology groups will receive a physical activity programme for 12 weeks (between T0 and T3). A mixed model approach will be used to analyse the change in outcomes over time for each group.

Ethics and dissemination This study protocol was reviewed and approved by the French East 1 Protection of Persons Ethics Committee (number: 2020.A00172-37) and the French National Commission for Information Technology and Civil Liberties (number: UCA-R20-034). The results will be disseminated through conference presentations and peer-reviewed publications.

Trial registration number NCT04478331.

Strengths and limitations of this study

- Mobile technology and videoconferencing may improve the outcomes of bariatric surgery by promoting physical activity.
- Comparisons of the effects of two technology-based physical activity programmes after bariatric surgery will lead to new recommendations for patients.
- This study will also provide a better understanding of the technology acceptability and motivational constructs in mediating the effects of the two technology-based physical activity programmes.
- One potential challenge of this trial may include low compliance rates, especially towards physical activity recommendations, in bariatric surgery patients.

INTRODUCTION

Background

Bariatric surgery (BS) is currently the most effective treatment for severe obesity.¹ However, BS alone is insufficient to maintain weight loss and must be combined with physical activity (PA) lifestyle interventions.^{2–3} Women are more concerned than men by physical inactivity and sedentary behaviours, both in the general population⁴ and in obesity.⁵ Therefore, promotion of PA is essential in the obesity management among women. Despite a multidisciplinary approach, long-term monitoring of BS recipients is poor, and this can lead to health complications. One year after BS, between 10% and 40% of patients are lost to follow-up, and young age is a main predictor of poor 5-year follow-up.⁶ PA is the area with the lowest compliance rate, and new strategies that improve PA maintenance might help to sustain monitoring.⁷ Technology-based PA promotion programmes have been shown to be relevant for this aim,^{8–9} and several technologies for



use in vulnerable populations have been investigated in recent years. Among them, active video games,^{10,11} virtual reality,¹² connected devices,¹³ mobile applications,¹⁴ internet-based and social media^{15,16} and videoconferencing¹⁷ have been shown to increase the PA level in the short term, but the medium-term and long-term effects of these technologies are not well known. These technologies may be relevant for promoting post-BS PA but low-cost and widely used technologies such as smartphones should be preferred.¹⁸ To classify potentially useful technologies, the Coventry, Aberdeen & London—Refined' taxonomy could be used to group them according to the behavioural change techniques they incorporate.¹⁹

According to this taxonomy, mobile applications, internet-based platforms and devices like activity bracelets activate the main behavioural strategies like goal-setting, self-monitoring and personal feedback.²⁰ Recent meta-analyses have provided proof of efficacy for mobile technology compared with control condition²¹ or offline interventions²⁰ to increase PA or decrease weight in the short term, but the long-term effects have been insufficiently studied.^{20,21} Another review identified self-monitoring, feedback, goal setting and shaping knowledge as key components of effective eHealth interventions for weight loss maintenance.²² Based on these data, we assume that mobile technology will have long-term positive effects on PA in patients with BS.

Furthermore, videoconferencing for PA includes monitoring by a professional, social support, teaching motivational strategies, use of communication skills and goal setting.²³ These features are part of both videoconferencing and face-to-face PA interventions,²⁴ which may explain the lack of outcome differences between these two types of interaction.²⁵ Videoconferencing seems to be effective after BS, especially as it reduces some of the barriers of face-to-face PA interventions (eg, travel time, distance of offers). Despite a limited sample size, videoconferencing proved to be effective in improving the physical fitness of women waiting for BS.¹⁷

Mobile technology and videoconferencing are not based on the same behavioural strategies. Mobile applications incorporate strategies with technological regulations (eg, self-monitoring, feedback, goal setting and shaping knowledge), while videoconferencing incorporates strategies with human regulations from both professional and other participants (eg, social support, motivation strategies, communication skills and goal setting). The use of mobile applications is completely autonomous, while videoconferencing is regulated by predetermined meetings. Both types of technology seem promising in BS, but their long-term effects on PA maintenance are unknown.

In addition, the mechanisms underlying the adoption or rejection of technologies in healthcare remain insufficiently studied. Indeed, acceptability is often reduced to a measure of satisfaction,^{26,27} which does not take into account the mechanisms underlying the adoption or rejection of a given technology. For this purpose, it is necessary to use models like the Unified Theory of

Acceptance and Use of Technology 2,²⁸ which is the most comprehensive and parsimonious model²⁹ to measure acceptability in the early stages of use. As some technologies are better accepted than others, we can assume that the effects of these technologies may be mediated by their acceptability.

Furthermore, the effectiveness of PA interventions can be explained by motivation processes.³⁰ The role of motivational constructs in PA behaviour in the field of obesity has been studied through self-determination theory.^{31,32} Self-determination theory is a macrotheory that notably highlights the types of motivation (ie, intrinsic, extrinsic, amotivation) along a continuum,³³ the needs that individuals attempt to satisfy (ie, autonomy, competence, relatedness)³⁴ and the individual differences in motivation orientation (ie, autonomy, control, impersonal).³⁵ A systematic review of obesity studies showed that higher autonomous motivation, self-efficacy and self-regulation skills are predictors of increased PA.³¹ Moreover, the use of motivational strategies can lead individuals to practice PA regularly and build habits.³⁶ To become a habit, a positive behaviour must be integrated into the natural environment, disrupting old environmental cues and establishing new ones.³⁷ The changes associated with BS make this period ideal for the creation of new habits. The technologies we have selected (mobile technology and videoconferencing) are not based on the same behavioural strategies, but both have the potential to lead to habit development, and we assume that they will be more suitable depending on motivational characteristics. Few randomised control trials have measured motivational concepts, and yet doing so might explain why some technologies are more effective for some people than for others.

The study aims

This study aims to investigate (1) the effects of two technology-based PA programmes (mobile technology and videoconferencing) after BS compared with standard care and (2) the contribution of acceptability and motivational mechanisms in explaining these effects.

The main objective is to evaluate the effects of the two technology-based PA programmes on the walking capacity of young women after BS. We expect that the technology groups (ACTI-MOBIL and ACTI-VISIO) will report a higher level of walking capacity at the end of the interventions (T3) compared with the control group, and that this effect will be sustained 3 months later (T6). We do not hypothesise the superiority of one technology over the other, because to our knowledge, no study has yet compared them after BS.

The secondary objectives are (1) to evaluate the effects on behavioural measures of PA, physiological measures and health indicators in the technology groups compared with the control group and (2) to explore the role of acceptability and motivational mechanisms in explaining these effects. We expect that participants in the technology groups (ACTI-MOBIL and ACTI-VISIO) compared with

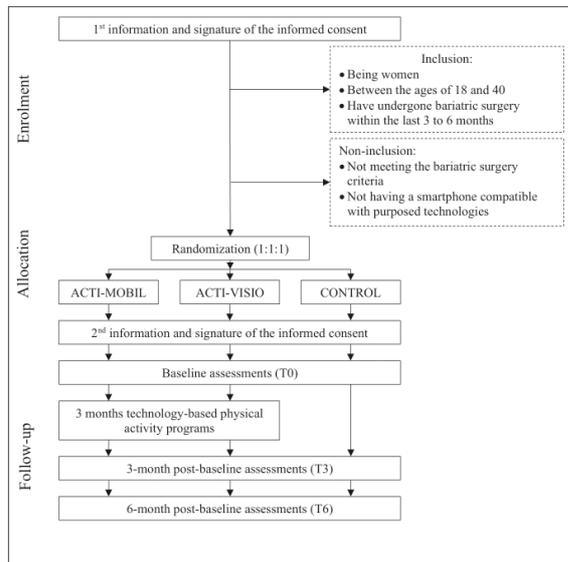


Figure 1 Flow diagram of study protocol.

the control group will show an improvement on the PA behavioural measures, an improvement on physiological measures and better health indicators. We also expect that these effects will be sustained 3 months later (T6). Technology acceptability based on theoretical models is not usually measured in randomised control trials,^{38 39} and acceptability as assessed by the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 model has never been measured for technology-based PA interventions in the context of BS. In addition, few randomised control trials have measured motivational concepts. We assume that technology acceptability and motivational concepts may mediate the effects of technology-based interventions on PA behavioural measures, physiological measures or health indicators.

METHODS AND ANALYSIS

Design

Participants will be randomly assigned to one of three groups: an eHealth platform associated with the Fitbit Inspire activity bracelet (ACTI-MOBIL group), a PA programme delivered via videoconferencing (ACTI-VISIO group) or standard care (control group) (figure 1). Outcomes will be assessed at baseline (T0), 3 months (T3) and 6 months later (T6). The technology groups will receive a PA programme for 12 weeks (between T0 and T3). Each participant will be included for a period of 6 months, on average 3–6 months after the BS. Approximately 8 months of recruitment will be required to reach the target sample size. Thus, the total expected duration of the study is 14 months.

Participants

To be eligible for the study, individuals must be women between 18 and 40 years old and have undergone BS 3–6 months earlier at a tertiary referral centre for BS (Nice University Hospital, France) with respect to the national recommendations.⁴⁰ Participants will not be included if they have a smartphone incompatible with the proposed technologies. They will be excluded from the study in cases of serious adverse events, withdrawal of informed consent or violation of the protocol. A serious adverse event reporting form, validated for research and a classification of serious and nonserious adverse events will be made available to those involved in the research protocol to assist them in managing adverse events (for more details on the management of adverse events, see online supplemental additional file 1). Participants may participate in another research protocol if it does not involve new technologies and does not impact PA levels or fitness measurement.

Patient and public involvement

Patients were not involved in the development of the research question, the design, the recruitment or the conduct of the study. Results will be reported individually through a personal report of their measurements and a summary of the overall research findings on request to the principal investigator. For this study, the burden will not be directly assessed by patients. However, measurements will be performed during routine care or according to patient availability.

Recruitment and randomisation

Participants will be recruited by the clinicians at the Nice University Hospital in the south of France. Clinicians will give a general explanation of the study to potentially eligible patients, along with written information, and the participants can ask any questions before signing a written informed consent form (online supplemental additional file 2). Individuals will then undergo all baseline measurements, supplemented by information on their professional occupation, education level, marital status and a description of their PA in the last 5 years. They will then be assigned by the last author to one of the three arms using MinimPy software⁴¹ in a 1:1:1 ratio. The minimisation randomisation method will be used to avoid any imbalance between the three groups. We will stratify on age (≤ 30 years; > 30 years) and the type of BS (sleeve gastrectomy, gastric bypass, other). After randomisation, participants will receive a second written information form with details on their allocation group and will be invited to sign a second informed consent form (online supplemental additional file 2). This procedure of two times consent⁴² will be used to avoid deceiving the participants about their allocation and preserve the validity and blinded aspect of the trial.⁴³ Recruitment began on 19 November 2020.

Outcome measurements

Table 1 provides a summary of the measures to be collected. Outcomes will be assessed at baseline (T0), 3

Open access

**Table 1** Summary of measures to be collected

Outcomes	Instrument	Time of measurement
Primary outcome		
Walking capacity	6 min walk test distance ^{45 47}	T0, T3 and T6
Secondary outcomes		
<i>Behavioural measures</i>		
Physical activity level	Global physical activity questionnaire ⁴⁸ 7 days AX3 physical activity monitoring ^{49 50}	T0, T3 and T6
Stage of change	Stage of change ⁵²	T0, T3 and T6
<i>Physiological measures</i>		
Energetic expenditure	Oxygen uptake, minute ventilation, carbon dioxide output, respiratory exchange ratio, heart rate measured using Cosmed K5 system ⁵⁴	T0, T3 and T6
Muscle strength	Maximal isometric knee extensor muscles strength (Newton) measured with MicroFET2 ⁵⁵	T0, T3 and T6
<i>Health indicators</i>		
Quality of life	EuroQoL-5-Dimensions and EuroQoL-visual analogue scale ⁵⁶	T0, T3 and T6
Body mass index	Height	T0
	Body mass	T0, T3 and T6
Body composition	Muscle mass, fat mass, bone mineral content and their theoretical gap with reference values measured with Biody Xpert	T0, T3 and T6
Other measures		
Technology acceptability	eHealth acceptability scale ⁵⁸	T0, T3 and T6 except for control group
Programme compliance	Rate of participation and rate of perceived exertion	T3 except for control group
Motivation for PA	Motivation scale for health-oriented physical activity ⁵⁹	T0, T3 and T6
General causality orientation for PA	General causality orientation scale ⁶⁰	T0, T3 and T6
Basic psychological needs	Basic psychological needs ⁶¹	T0, T3 and T6

PA, physical activity.

months (T3) and 6 months later (T6) in conjunction with routine care in these same follow-up periods. An outpatient visit will be scheduled to perform physical assessments with a professional unaware of the allocation and hypotheses of the study. Self-report questionnaires will be completed directly by the participants online using LimeSurvey CE, V.2.06+ or with paper-and-pencil. A reminder will be made by phone to schedule another visit in case of absence.

Primary outcome

The primary outcome is walking capacity assessed by distance travelled during a 6 min walk test (6MWT) associated with measures of energy expenditure (eg, heart rate, oxygen uptake) described in the secondary outcomes. The 6MWT, highly reproducible in obesity,⁴⁴ will be performed according to guidelines.⁴⁵ Due to weight loss during BS follow-up regardless of PA, the distance travelled in 6MWT increases after BS.⁴⁶ Therefore, we will use Capodaglio's formula including age, sex and body mass index to relativise the walking distance.⁴⁷

Secondary outcomes

Behavioural measures of PA

PA level. PA will be measured using the Global PA Questionnaire validated in the French language.⁴⁸ This scale comprises 16 items to assess the frequency and duration of PA during work, transportation, leisure time and time spent sitting in a typical week. The items are used to calculate the energy expenditure score in metabolic equivalent tasks (METs), where 150 min/week of moderate to vigorous PA corresponds to 600 MET-min/week. This self-reported measure will be complemented by an objective evaluation using the Axivity AX3 triaxial accelerometer (AX3, Axivity, Newcastle, UK) worn on the wrist. The sensor will be set to begin recording at midnight the day after the appointment over a 7-day period at 100 Hz with a dynamic range of $\pm 8g$. The AX3 data will be downloaded, resampled, calibrated and analysed using open-source AX3 OmGui software (OmGui V.1.0.0.43, Open Movement, Newcastle University, UK). The AX3 sensor and its wrist location were chosen for their ease of use,



reliability, accuracy and validity, including in the field of obesity.^{49,50}

Stage of Change for PA. The stage of change for PA and exercise related to the transtheoretical model⁵¹ will be measured using the French version⁵² of the Stages of Change questionnaire.⁵³ Regular PA and exercise are defined as 'at least 30 min per session, at least 5 days per week of moderate to vigorous PA'. This questionnaire includes five items with an 'yes' or 'no' answer, transformed to attribute a score to each participant according to her stage (precontemplation=1, contemplation=2, preparation=3, action=4 or maintenance stage=5).

Physiological measures

Energetic expenditure. Oxygen uptake, minute ventilation, carbon dioxide output, respiratory exchange ratio and heart rate will be measured during the 6MWT. These parameters will be measured using the Cosmed K5 system (Cosmed K5, Rome, Italy), which consists of a mask and a portable unit. This equipment was chosen for its validity and reproducibility.⁵⁴

Muscle strength. The maximal isometric knee extensor muscle strength of the left and right lower limbs will be measured with the MicroFET2 (Hoggan Scientific, LLC, Salt Lake City, Utah). Women will be seated in a chair with the assessed limb placed at a knee angle of 90°. They will be asked to push as hard as possible for 5 s against the dynamometer held by a strap attached to the chair. The highest value in Newton (N) of three measurements will be recorded, and the average of both limb results will be used for analysis. A similar measurement protocol has already been used in an obesity study.⁵⁵

Health indicators

Quality of life. Quality of life will be assessed with the French version of the EuroQoL-5-dimensions and a EuroQoL-visual analogue scale.⁵⁶ The EuroQoL-5-dimensions comprises five items measuring quality of life along five dimensions: mobility, self-care, usual activities, pain/discomfort and anxiety/depression. For each dimension, participants have five response options ranging from 'no problems' to 'unable'. The EuroQoL-visual analogue scale has a single item for which the women will be asked to rate their current health on a scale from 0: 'worst imaginable' to 100: 'best imaginable'. This generic scale, which has previously been used in a BS study,⁵⁷ was chosen to ensure consistency in the measurement of quality of life throughout weight loss.

Body mass index. Height (m) and body mass (kg) will be measured and used to calculate the body mass index (kg/m^2).

Body composition. Body composition will be measured by bioimpedance using the Biody Xpert (Aminogram, France): muscle mass (kg), fat mass (kg) and bone mineral content (kg). For the analyses, these measures will be converted to percentages. In addition, the theoretical gap with the reference values (derivative variables based on age, sex, weight and height provided by the

French company, Aminogram) will be measured to obtain estimations for muscle mass (kg), fat mass (kg) and bone mineral content (kg).

Other measures

Technology acceptability. The acceptability of technologies (ACTI-MOBIL and ACTI-VISIO groups) will be assessed by the French eHealth acceptability scale,⁵⁸ including 25 items divided into eight subscales: performance expectancy, effort expectancy, social influence, facilitating conditions, hedonic motivation, price value, habit and behavioural intention. Women will rate each item on a 7-point scale ranging from 1 'strongly disagree' to 7 'strongly agree'. This measure will not be assessed in the control group to avoid bias by giving individuals the idea of using a technology, disappointing participants without technology or potentially removing blinding to the group assignment.

Programme compliance. To measure technology-based programme compliance, companies will be asked to report the presence or absence of women and their rate of perceived exertion at each session in a register (reported by the PA professional for ACTI-VISIO; completion, content consultation and validation statistics; PA level and number of days the activity bracelet is worn for ACTI-MOBIL).

Motivation for PA. The motivation for health-oriented PA will be measured with a French motivation scale for health-oriented PA.⁵⁹ This scale comprises 18 items, distributed across the six motivational constructs of the self-determination theory³³: intrinsic motivation, integrated regulation, identified regulation, introjected regulation, external regulation and amotivation. Participants will respond on a 7-point Likert scale ranging from 1 'strongly disagree' to 7 'strongly agree'.

General Causality Orientations Scale for PA. Causality orientations will be measured using an adaptation of the General Causality Orientations Scale⁶⁰ to assess the strength of three motivational orientations (ie, autonomy, control and impersonal) in the context of PA in a medical environment. The scale comprises seven vignettes and 21 items. Each vignette describes a situation and is followed by three items, one per motivational orientation, to which participants respond on a 7-point scale ranging from 1 'strongly disagree' to 7 'strongly agree'.

Basic psychological needs. Basic psychological needs will be measured using a French scale validated in the sports context,⁶¹ for which we replaced 'sport' by 'physical activity'. This scale comprises 15 items distributed across the three needs: autonomy, competence and relatedness. Participants will respond on a 7-point Likert scale ranging from 1 'strongly disagree' to 7 'strongly agree'.

Interventions

All interventions are similar in terms of the recommended PA level: at least 150 min per week, with a goal of 300 min per week of moderate to vigorous PA including muscle strengthening exercises 2–3 times per week.³ The

Open access



technology groups will receive similar PA programmes two times a week for 12 weeks (between T0 and T3), combined with advice and counselling about walking activities to achieve the recommendations.

Control group

The control group will receive the usual care (also provided to the ACTI-VISIO and ACTI-MOBIL groups) that includes two individual motivational interviews with a PA professional and a group workshop during the first year following BS to help participants achieve the PA recommendations. No face-to-face PA sessions will be offered as part of the usual care.

ACTI-VISIO group

The PA sessions will be delivered via a videoconferencing system developed by Mooven. The PA programme consists of tailored adapted PA sessions led by a professional specialised in adapted PA. These sessions were specifically designed to be appropriate for the population and to ensure standardisation of the recommended volume of PA. The PA sessions will be given live, individually at the beginning and then in groups of four women. During sessions, all participants are able to see and interact with each other and with the professional. The execution of the exercises will be monitored and adapted live by the professional. The interactions between participants may constitute a form of peer support. To ensure the safety of the PA, a rating of perceived exertion will be requested after each session on a 10-point scale. If the rating exceeds 7, the professional specialised in adapted PA will adjust the training load. In addition, the sessions will also include advice and tips for reaching the recommended PA level. After randomisation, the women will receive registration details to create a personal account. Participants will then have to select practice times for two sessions per week. Technical assistance will be provided in cases of configuration difficulties. For participants who are absent from a scheduled session, a reminder will be made by phone for the next session.

ACTI-MOBIL group

The PA sessions will be delivered by an eHealth platform associated with the Fitbit Inspire activity bracelet. The eHealth platform is a bariatric online module developed by BePatient in collaboration with the authors to enrich PA content and ensure standardisation of the recommended volume of PA. The module used in the present trial consists of tips for reaching the PA level, PA questionnaires, PA feedback measured by the activity bracelet and a video demonstration of PA sessions performed by a peer. To ensure the safety of the PA, the sessions were designed to be appropriate for this population, and the rating of perceived exertion will be measured after each session on a 10-point scale. If the rating exceeds seven for three consecutive sessions, the training load will be adjusted. The platform will also include a variety of content, including dietary tips, obesity-related facts,

information about surgery and frequently asked questions. After randomisation, the women will receive registration details to create a personal account, and their activity bracelets will be synchronised with the platform to visualise their PA. Technical support will be provided in cases of configuration or synchronisation difficulties. For the women whose activities have not been detected on the platform 1 week after the start of the programme, a reminder will be given by phone.

Data analysis and management

Sample size

Sample size for the study is based on the distance travelled during a 6MWT relativised with age, sex and body mass index.⁴⁷ A recent meta-analysis showed an overall effect $Z=2.52$ ($p=0.01$) of change in walking distance after BS in an exercise group compared with a control group.⁶² An overall effect $Z=2.52$ corresponds to $f=0.20$.⁶³ However, this effect size is probably minimised because it has not been relativised according to body mass index. Furthermore, eHealth PA programmes for obese or sedentary individuals have an effect size of $d=0.37$,⁶⁴ corresponding to $f=0.19$.⁶³ However, only 45% of eHealth interventions are based on theoretical models,⁶⁵ which reduces their effectiveness. Given these limitations, a slightly larger effect size of $f=0.25$ is considered. A total of 108 participants will be necessary to keep a power of 80% and alpha of 5%.⁶⁶ We anticipate that 10% of the participants will be lost to follow-up, drop out of testing, withdraw informed consent or be excluded from the study. Thus, with 120 women, 40 in each group, we consider our study to be sufficiently powered.

Data management

The recruiting clinicians will keep a register with a study number and all identifiable data (name, phone number, pseudonymisation code and allocation group) for use during the follow-up. This register will be locked up with access only available to project investigators. Other data collected will be stored on a secured server with pseudonymisation codes and no other personally identifiable information. The Department of Technology Systems at the University in collaboration with the Public Health Department of the University Hospital will handle the data management. To ensure the quality of the research, an audit may be carried out at any time by the Public Health Department of the University Hospital.

Data analysis

The level of significance for all statistical analyses will be set at 0.05 under the bilateral hypothesis. Missing data patterns will be analysed and described. Less than 5% missing data are usually considered inconsequential,⁶⁷ and simple methods will be used (eg, last observation carried forward, mean, median). If more than 5% of the data are missing, these data will be handled by multiple imputation or maximum likelihood imputation.^{67 68} The planning, implementation, analyses and final writing



of the results will follow the recommendations of the CONSORT statements.⁶⁹

The normality of quantitative data will be assessed using a graphical method and a Shapiro test.⁷⁰ Simple mathematical transformations can be used if necessary to normalise non-normal data. The dimensional consistency of the subjective data will be calculated using Cronbach's alpha coefficient. Baseline differences between groups (eg, age, type of surgery, forms of motivation) will be tested prior to hypothesis testing. To test the hypotheses, a mixed model procedure will be used. It should be noted that mixed models are highly recommended for repeated measurement analyses to take into account the nonindependence of the repeated measures.^{71 72} Moreover, the mixed models can be used to analyse longitudinal mediated data.⁷³ The repeated measures will be considered as a longitudinal fixed factor. The condition (ACTI-MOBIL, ACTI-VISIO, CONTROL) representing the criterion of the analysis (the independent variable) will be considered as a fixed effect in the model. The intercept will be defined as a random factor that can vary for each participant. The acceptability of technologies and motivational constructs will be the mediating variables added to the mixed model.

ETHICS AND DISSEMINATION

This study was reviewed and approved by the French East I Protection of Persons Ethics Committee (number: 2020.A00172-37) and the French National Commission for Information Technology and Civil Liberties (number: UCA-R20-034). This study was registered with ClinicalTrials.gov Identifier (Registered 15 July 2020). The protocol (V.3, 15 October 2020) conforms to the principles of Good Clinical Practice and the Declaration of Helsinki and will be reported according to the 2013 SPIRIT statement⁷⁴ (online supplemental additional file 3). Any modification of the research protocol must be subjected to an authorisation agreement from the Ethics Committee.

The data sets generated during the current study will be available from the corresponding author on reasonable request and archived for a period of 15 years.

A final scientific report of the research project, including the results and clinical outcomes of the study, will be written by the principal investigator and sent to the Ethics Committees within 1 year of the research conclusion. Research summary results will be available to participants in accordance with the terms described in the information documents. The results of this trial will be disseminated through conference presentations and in peer-reviewed journals.

DISCUSSION

This study will provide insight into the effects of two technology-based PA programmes (mobile technology and videoconferencing) post-BS. This study will also

provide a better understanding of the acceptability and motivational constructs in mediating the effects of these technologies. Based on the results, strategies to individually promote technology-based PA interventions and recommendations for implementing these programmes will be developed.

Author affiliations

¹Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé (LAMHESS), Université Côte d'Azur, Nice, France

²Centre Spécialisé Obésité PACA Est, Centre Hospitalier Universitaire de Nice Pole Digestif Addictologie Réanimation chirurgicale Endocrinologie, Nice, France

³Département de Santé Publique, Centre Hospitalier Universitaire de Nice, Nice, France

⁴Laboratoire d'Anthropologie et de Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales (LAPCOS), Université Côte d'Azur, Nice, France

⁵Association Azur Sport Santé, Nice, France

Twitter Meggy Hayotte @HayotteMeggy

Acknowledgements We sincerely thank Juni Grip and David Fuente for their valuable assistance in developing the content and their collaboration with the companies. We express our gratitude to Be Patient and Mooven for their involvement in this trial (content of the interventions can be shared on request from the companies, without guaranteeing the absence of fees).

Contributors Fd'A-L, MH and VN conceived the project and procured the project funding. NC, AI, CP, SSC, AF and PT contributed to the trial protocol. OD, J-MG, AV, SSC and MH conceptualised the interventions, developed the contents, and worked with the companies. Fd'A-L is leading the coordination of the trial. NC and AI are managing the trial including recruitment and data collection with the assistance of VN and MH. CP, Fd'AL, and MH developed the plan for statistical analysis. MH and Fd'AL drafted the manuscript and coordinated the revisions. All other authors reviewed, edited and approved the final manuscript.

Funding This work was supported by the French government, managed by the 'Agence Nationale de la Recherche' as part of the UCAJEDI Future Investments project, reference number ANR-15-IDEX-01. The UCAJEDI Future Investments project had a role neither in the design of the study, data collection, analysis and interpretation of the data nor in writing this manuscript or the decision to publish the manuscript. MH is supported by a PhD grant from the Région Sud Provence-Alpes Côte d'Azur, France and co-supported by the association 'Azur Sport Santé'. The Région Sud Provence-Alpes Côte d'Azur had a role neither in the design of the study, data collection, analysis and interpretation of the data nor in writing this manuscript or the decision to publish the manuscript. The association 'Azur Sport Santé' is a non-profit entity that had no financial interest in this study. Based on their previous experience in clinical trials, the association contributed to the trial protocol, but they had a role neither in the collection, analysis and interpretation of data nor in the decision to publish the manuscript.

Competing interests None declared.

Patient consent for publication Not required.

Provenance and peer review Not commissioned; externally peer reviewed.

Supplemental material This content has been supplied by the author(s). It has not been vetted by BMJ Publishing Group Limited (BMJ) and may not have been peer-reviewed. Any opinions or recommendations discussed are solely those of the author(s) and are not endorsed by BMJ. BMJ disclaims all liability and responsibility arising from any reliance placed on the content. Where the content includes any translated material, BMJ does not warrant the accuracy and reliability of the translations (including but not limited to local regulations, clinical guidelines, terminology, drug names and drug dosages), and is not responsible for any error and/or omissions arising from translation and adaptation or otherwise.

Open access This is an open access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited, appropriate credit is given, any changes made indicated, and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Open access



ORCID iD

Meggy Hayotte <http://orcid.org/0000-0003-3418-3485>

REFERENCES

- 1 Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, *et al.* Effects of bariatric surgery on mortality in Swedish obese subjects. *N Engl J Med* 2007;357:741–52.
- 2 Coen PM, Carnero EA, Goodpaster BH. Exercise and bariatric surgery: an effective therapeutic strategy. *Exerc Sport Sci Rev* 2018;46:262–70.
- 3 Busetto L, Dicker D, Azran C, *et al.* Practical recommendations of the obesity management Task force of the European association for the study of obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obes Facts* 2017;10:597–632.
- 4 Guthold R, Stevens GA, Riley LM, *et al.* Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health* 2018;6:e1077–86.
- 5 Baruth M, Sharpe PA, Hutto B, *et al.* Patterns of sedentary behavior in overweight and obese women. *Ethn Dis* 2013;23:336–42.
- 6 Thereaux J, Lesuffleur T, Païta M. Long-Term follow-up after bariatric surgery in a national cohort: long-term follow-up after bariatric surgery. *Brit J Surg* 2017;104:1362–71.
- 7 Hood MM, Corsica J, Bradley L, *et al.* Managing severe obesity: understanding and improving treatment adherence in bariatric surgery. *J Behav Med* 2016;39:1092–103.
- 8 Cotie LM, Prince SA, Elliott CG, *et al.* The effectiveness of eHealth interventions on physical activity and measures of obesity among working-age women: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2018;19:1340–58.
- 9 Petroni ML, Caletti MT, Calugi S, *et al.* Long-Term treatment of severe obesity: are lifestyle interventions still an option? *Expert Rev Endocrinol Metab* 2017;12:391–400.
- 10 Höchsmann C, Schüpbach M, Schmidt-Trucksäss A. Effects of exergaming on physical activity in overweight individuals. *Sports Med* 2016;46:845–60.
- 11 Sween J, Wallington SF, Sheppard V, *et al.* The role of exergaming in improving physical activity: a review. *J Phys Act Health* 2014;11:864–70.
- 12 Baños RM, Escobar P, Cebolla A, *et al.* Using virtual reality to distract overweight children from bodily sensations during exercise. *Cyberpsychol Behav Soc Netw* 2016;19:115–9.
- 13 Coughlin SS, Stewart J. Use of consumer wearable devices to promote physical activity: a review of health intervention studies. *JEHS* 2016;2:1–6.
- 14 Coughlin SS, Whitehead M, Sheats JQ, *et al.* A review of smartphone applications for promoting physical activity. *Jacobs J Community Med* 2016;2:021.
- 15 Jee H. Review of researches on smartphone applications for physical activity promotion in healthy adults. *J Exerc Rehabil* 2017;13:3–11.
- 16 Waring ME, Jake-Schoffman DE, Holovatska MM, *et al.* Social media and obesity in adults: a review of recent research and future directions. *Curr Diab Rep* 2018;18:34.
- 17 Baillot A, Boissy P, Tousignant M, *et al.* Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *J Telemed Telecare* 2017;23:529–35.
- 18 Gao Z, Lee JE. Emerging technology in promoting physical activity and health: challenges and opportunities. *J Clin Med* 2019;8:1830.
- 19 Michie S, Ashford S, Sniehotta FF, *et al.* A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: the CALO-RE taxonomy. *Psychol Health* 2011;26:1479–98.
- 20 Beleigoli AM, Andrade AQ, Cançado AG, *et al.* Web-Based digital health interventions for weight loss and lifestyle habit changes in overweight and obese adults: systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res* 2019;21:e298.
- 21 Romeo A, Edney S, Plotnikoff R, *et al.* Can smartphone apps increase physical activity? Systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res* 2019;21:e12053.
- 22 Asbjørnsen RA, Smedsrod ML, Solberg Nes L, *et al.* Persuasive system design principles and behavior change techniques to stimulate motivation and adherence in electronic health interventions to support weight loss maintenance: Scoping review. *J Med Internet Res* 2019;21:e14265.
- 23 Hinman RS, Lawford BJ, Bennell KL. Harnessing technology to deliver care by physical therapists for people with persistent joint pain: telephone and video-conferencing service models. *J Appl Biobehav Res* 2019;24.
- 24 Santarossa S, Kane D, Senn CY, *et al.* Exploring the role of in-person components for online health behavior change interventions: can a digital person-to-person component suffice? *J Med Internet Res* 2018;20:e144.
- 25 Hakala S, Rintala A, Immonen J, *et al.* Effectiveness of physical activity promoting technology-based distance interventions compared to usual care. systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017;53:953–67.
- 26 Joseph RP, Dutton GR, Cherrington A, *et al.* Feasibility, acceptability, and characteristics associated with adherence and completion of a culturally relevant internet-enhanced physical activity pilot intervention for overweight and obese young adult African American women enrolled in college. *BMC Res Notes* 2015;8.
- 27 Gomersall SR, Skinner TL, Winkler E, *et al.* Feasibility, acceptability and efficacy of a text message-enhanced clinical exercise rehabilitation intervention for increasing 'whole-of-day' activity in people living with and beyond cancer. *BMC Public Health* 2019;19.
- 28 Venkatesh V, Thong JYL, Xu X. Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly* 2012;36:157–78.
- 29 Alkhwaldi M, Kamala M. Why do users accept innovative technologies? A critical review of technology acceptance models and theories. *J Multidiscip Eng Sci* 2017;4:7962–71.
- 30 Fortier MS, Wiseman E, Sweet SN, *et al.* A moderated mediation of motivation on physical activity in the context of the physical activity counseling randomized control trial. *Psychol Sport Exerc* 2011;12:71–8.
- 31 Teixeira PJ, Carraça EV, Marques MM, *et al.* Successful behavior change in obesity interventions in adults: a systematic review of self-regulation mediators. *BMC Med* 2015;13:84.
- 32 Teixeira PJ, Marques MM. Health behavior change for obesity management. *Obes Facts* 2017;10:666–73.
- 33 Deci EL, Ryan RM. *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior.* Springer Science & Business Media, 1985.
- 34 Deci EL, Ryan RM. The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychol Inq* 2000;11:227–68.
- 35 Deci EL, Ryan RM. The general causality orientations scale: Self-determination in personality. *J Res Pers* 1985;19:109–34.
- 36 Hagger MS. Habit and physical activity: theoretical advances, practical implications, and agenda for future research. *Psychol Sport Exerc* 2019;42:118–29.
- 37 Verplanken B, Wood W. Interventions to break and create consumer habits. *Journal of Public Policy & Marketing* 2006;25:90–103.
- 38 Direito A, Jiang Y, Whittaker R, *et al.* Apps for improving fitness and increasing physical activity among young people: the AIMFIT pragmatic randomized controlled trial. *J Med Internet Res* 2015;17:e210.
- 39 Kolt GS, Rosenkranz RR, Savage TN, *et al.* WALK 2.0 - Using Web 2.0 applications to promote health-related physical activity: A randomised controlled trial protocol. *BMC Public Health* 2013;13.
- 40 Laville M, Romon M, Chavrier G, *et al.* Recommendations regarding obesity surgery. *Obes Surg* 2005;15:1476–80.
- 41 Saghaei M, Saghaei S. Implementation of an open-source customizable minimization program for allocation of patients to parallel groups in clinical trials. *J Biomed Sci Eng* 2011;04:734–9.
- 42 Zelen M. A new design for randomized clinical trials. *N Engl J Med* 1979;300:1242–5.
- 43 Adamson J, Cockayne S, Puffer S, *et al.* Review of randomised trials using the post-randomised consent (Zelen's) design. *Contemp Clin Trials* 2006;27:305–19.
- 44 Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, *et al.* Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med* 2009;30:725–7.
- 45 ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. Ats statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:1117–7.
- 46 de Souza SAF, Faintuch J, Fabris SM, *et al.* Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2009;5:540–3.
- 47 Capodaglio P, De Souza SA, Parisio C, *et al.* Reference values for the 6-Min walking test in obese subjects. *Disabil Rehabil* 2013;35:1199–203.
- 48 Rivière F, Widad FZ, Speyer E, *et al.* Reliability and validity of the French version of the global physical activity questionnaire. *J Sport Health Sci* 2018;7:339–45.
- 49 Innerd P, Harrison R, Coulson M. Using open source accelerometer analysis to assess physical activity and sedentary behaviour in overweight and obese adults. *BMC Public Health* 2018;18:543.
- 50 Doherty A, Jackson D, Hammerla N, *et al.* Large scale population assessment of physical activity using wrist worn accelerometers: the UK Biobank study. *PLoS One* 2017;12:e0169649.

BMJ Open: first published as 10.1136/bmjopen-2020-046184 on 30 July 2021. Downloaded from <http://bmjopen.bmj.com/> on July 30, 2021 by guest. Protected by copyright.



- 51 Prochaska JO, DiClemente CC. Stages and processes of self-change of smoking: toward an integrative model of change. *J Consult Clin Psychol* 1983;51:390–5.
- 52 Romain AJ, Bernard P, Attalin V, et al. Health-Related quality of life and stages of behavioural change for exercise in overweight/obese individuals. *Diabetes Metab* 2012;38:352–8.
- 53 Marcus BH, Lewis BA. Physical activity and the stages of motivational readiness for change model. *Pres Counc Phys Fit Sports Res Dig* 2003;4:1–8.
- 54 Guidetti L, Meucci M, Bolletta F, et al. Validity, reliability and minimum detectable change of COSMED K5 portable gas exchange system in breath-by-breath mode. *PLoS One* 2018;13:e0209925.
- 55 Baillot A, Baillargeon J-P, Brown C, et al. The 6-min walk test reflects functional capacity in primary care and obese patients. *Int J Sports Med* 2015;36:503–9.
- 56 Janssen MF, Pickard AS, Golicki D, et al. Measurement properties of the EQ-5D-5L compared to the EQ-5D-3L across eight patient groups: a multi-country study. *Qual Life Res* 2013;22:1717–27.
- 57 Ribaric G, Buchwald JN, d'Orsay G, d'Orsay G, et al. 3-Year real-world outcomes with the Swedish adjustable gastric band™ in France. *Obes Surg* 2013;23:184–96.
- 58 Hayotte M, Théroutte P, Gray L, et al. The French eHealth acceptability scale using the unified theory of acceptance and use of technology 2 model: instrument validation study. *J Med Internet Res* 2020;22:e16520.
- 59 Boiché J, Gourlan M, Trouilloud D. 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. *J Health Psychol* 2016;135910531667662.
- 60 Vallerand RJ, Blais MR, Lacouture Y, et al. L'Échelle des orientations Générales à la Causalité: validation canadienne Française Du General causality orientations scale. *Can J Behav Sci* 1987;19:1–15.
- 61 Gillet N, Rosnet E, Vallerand RJ. Développement d'une échelle de satisfaction des besoins fondamentaux en contexte sportif. *Can J Behav Sci* 2008;40:230–7.
- 62 Bellicha A, Ciangura C, Poitou C. Effectiveness of exercise training after bariatric surgery—a systematic literature review and meta-analysis: exercise training and bariatric surgery. *Obes Rev* 2018;19:1544–56.
- 63 Lenhard W, Lenhard A. *Calculation of effect sizes*. Dettelbach (Germany), 2016.
- 64 Davies CA, Spence JC, Vandelanotte C, et al. Meta-Analysis of internet-delivered interventions to increase physical activity levels. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012;9:52.
- 65 Orji R, Moffatt K. Persuasive technology for health and wellness: state-of-the-art and emerging trends. *Health Informatics J* 2018;24:66–91.
- 66 Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, et al. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007;39:175–91.
- 67 Schafer JL. Multiple imputation: a primer. *Stat Methods Med Res* 1999;8:3–15.
- 68 Schafer JL, Graham JW. Missing data: our view of the state of the art. *Psychol Methods* 2002;7:147–77.
- 69 Schulz KF, Altman DG, Moher D, et al. Consort 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ* 2010;340:c332.
- 70 Ghasemi A, Zahediasl S. Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *Int J Endocrinol Metab* 2012;10:486–9.
- 71 Skene AM, Wakefield JC. Hierarchical models for multicentre binary response studies. *Stat Med* 1990;9:919–29.
- 72 Zheng LU, Zelen M. Multi-Center clinical trials: randomization and ancillary statistics. *Ann Appl Stat* 2008;2:582–600.
- 73 Blood EA, Cheng DM. The use of mixed models for the analysis of mediated data with time-dependent predictors. *J Environ Public Health* 2011;2011:1–12.
- 74 Chan A-W, Tetzlaff JM, Altman DG, et al. Spirit 2013 statement: defining standard protocol items for clinical trials. *Ann Intern Med* 2013;158:200.

Additional file 1. Management of adverse events

1. Definition

Adverse event (AE) (article R1123-46 of the public health code): Any harmful event occurring in a person who undergoes research, whether or not this event is related to the research or the product on which this research is based.

Serious Adverse Event / Effect (SAE) (article R1123-46 of the public health code and ICH E2B guide): Any adverse event that:

- Leads to death.
- Endangers the life of the person undergoing the research.
- Leads to hospitalization or prolongation of hospitalization.
- Leads to significant or lasting disability or handicap.
- Results in a congenital anomaly or malformation.
- Does not meet the qualifications listed above but may be considered "potentially serious" (certain biological abnormalities), is considered a relevant drug in the judgment of the investigator, and requires medical intervention to prevent progression to a precipitous condition.

The term "life-threatening" is reserved for an immediate life-threatening situation at the time of the adverse event, regardless of the consequences of corrective or palliative therapy.

Unexpected Adverse Reaction (UAR): Any adverse reaction whose nature, severity or course is not consistent with the information contained in the guidelines recognized by the authorities.

Suspected Unexpected Severe Adverse Reaction (SUSAR): An adverse reaction whose nature, severity/intensity or course is not consistent with the information contained in Investigator's Brochure or Protocol.

Expected Serious Adverse Effect (EIGA): Any effect defined in the protocol as expected.

New fact (article R1123-46 of the public health code): Any new data that may lead to a reassessment of the benefit/risk ratio of the product under investigation, to changes in the use of this product, in the conduct of the research, or in the documents relating to the research, or to the suspension or interruption or modification of the research protocol or similar research.

The following will NOT be considered as an SAE:

- An event resulting in a transient move to a hospital consultation, door-to-door service, or day hospital.
- Hospitalizations (more than one night on site) or prolongations of hospitalizations for the following reasons:
 - Scheduled hospitalization for routine procedures or treatments that are part of a pre-defined monitoring or therapy program.
 - Hospitalization or intervention required by protocol.
 - Hospitalization for comfort or for a social reason (e.g., hospitalization of an elderly person in a relationship of dependence with a spouse who has just been hospitalized).
 - Elective hospitalization not associated with a worsening of the clinical condition and not related to the objective of the clinical study and taking place during the clinical study (e.g., cosmetic surgery).
 - Infectious complications treated on an outpatient basis and not leading to hospitalization.

2. Types of adverse events

Risks related to bariatric surgery:

In the event of too much stress during physical activity due to the very reduced food intake and rapid weight loss, vagal discomfort, benign dizziness, and functional hypoglycemia may rarely occur.

Dumping syndrome, a discomfort specifically linked to bariatric surgery, could potentially occur during physical activity without any direct link with it.

Expected risks related to the study procedures:

Muscle contractures may occur during the physical activity program or during the 6-minute walk test.

3. Behavior to be observed

In order to avoid the occurrence of an adverse event, patients are asked not to carry out the exercises alone, to always have someone close to them available in case of an adverse event and, especially if discomfort has already occurred, to be attentive to the first signs in order to adopt the appropriate course of action.

The action to be taken for each adverse event is:

Vagal malaise or functional hypoglycemia: the patient becomes pale during exercise and more often during recovery, may complain of nausea and lightheadedness, may present sweating and hot flashes, and describes sudden fatigue.

1. Stop the effort.
2. Lie flat with legs elevated or bent.
3. Notify a doctor (call 15).

Dumping syndrome: the patient becomes pale, has hot flashes, sweats, palpitations and tachycardia, and complains of abdominal pain or gagging.

1. Stop the effort.
2. Lie flat with legs raised or bent.
3. In conjunction with the health care team, adapt dietary and behavioral measures (e.g., increase time allocated to eating, avoid foods identified as triggers, limit simple sugars in favor of complex sugars (Di Vetta et al., 2017)).

4. Procedures for recording and reporting adverse events

Any non-serious adverse event, as defined above, observed during the research and its aftermath must be reported in the observation book in the section provided for this purpose. Only one event should be reported per item. The event may correspond to a symptom, a diagnosis or a result of a complementary examination deemed significant. All clinical or paraclinical elements that best describe the corresponding event must be reported.

A form for reporting a serious adverse event, validated for research, and a classification grid for serious and non-serious adverse events will be made available to the persons involved in the research protocol to help them manage adverse events (i.e., to help them differentiate between events according to their seriousness and their expected nature). The grid will be drawn up and validated by all those involved in the research. It may be modified during the course of the research, depending on the reports received by the sponsor.

The sponsor, informed by the intervener, is obliged to notify the Steering Committee immediately of all serious adverse events except those listed in the grid as not requiring immediate notification. For each serious adverse event, the Steering Committee must issue an opinion on the causal link of the event with any experimental element of the research, whether it concerns the procedures performed or the products used. Obtaining information relating to the description and evaluation of an adverse event may not be possible within the time allowed for the initial report. Therefore, the clinical course, as well as the results of any clinical check-ups and diagnostic and/or laboratory examinations, or any other information allowing an adequate analysis of the causal link, will be reported:

- Either on the initial report of the SAE if they are immediately available.
- Or subsequently and as quickly as possible, by sending a new completed SAE report by fax (and specifying that it is a follow-up to a declared SAE and the follow-up number).

All reports made by investigators should identify each subject participating in the research by a unique code number assigned to each subject.

In the event of a notified death of a research subject, the investigator should provide the sponsor with any additional information requested (e.g., hospital report, autopsy results).

Any new fact occurring in the research or in the context of the research, from data in the literature or from ongoing research, must be notified to the sponsor.

5. Reporting of adverse events to the Health Authorities

All suspected serious unexpected adverse events will be reported by the sponsor to the competent authorities within the legal deadlines.

In the event of a serious unexpected adverse reaction due to an experimental element of the research, whether it concerns the procedures performed or the products used, the competent authorities, the Personal Protection Committee and the research investigators must be informed.

6. Follow-up procedures for individuals following the occurrence of adverse events

Any patient presenting an adverse event should be followed up until the event is resolved or stabilized. If the event is not serious, the progress of the event should be noted on the relevant page of the case report form in the section provided for this purpose.



Information notice – pre-registration phase (all) – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37



Research title: “OCAPAS” Scientific study

Trial sponsor: Côte d'Azur University

Head of research: Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport Santé [Laboratory of Human Motricity, Expertise, Sport, and Health] (EA 6312), Côte d'Azur University

Principal investigators: Prof. Nicolas Chevalier, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital; Prof. Antonio Iannelli, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital

Madam,

We would like to offer you the opportunity to participate in a clinical research study because you are undergoing a bariatric surgery procedure.

This information notice will tell you more about the study.

You have a 7-day reflection period during which you can take the time to read and understand this information, reflect on your participation, and ask the principal investigators of the study to explain what you did not understand.

PURPOSE OF THE STUDY

The “OCAPAS” scientific study is conducted in partnership with the Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport, Santé (LAMHESS) of Côte d'Azur University, the Specialised Obesity Center of the Provence Alpes Côte d'Azur East, the DARE [Digestive-Anesthesia-Resuscitation-Endocrinology] pole of the Nice University Hospital, the Public Health Department of the Nice University Hospital, Azur Sport Santé, the Laboratoire d'Anthropologie, Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales (LAPCOS) [Laboratory of Anthropology, Clinical, Cognitive and Social Psychology] of Côte d'Azur University, and the companies *Be Patient* and *Mooven*.

Its main objective is to study patient engagement in physical activity during bariatric surgery follow-up.

The secondary objectives are to study the impact of your physical activity practice on different engagement and health indicators. Your perception of various mechanisms which could help to strengthen your commitment to physical activity will also be measured.



Information notice – pre-registration phase (all) – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

ANTICIPATED BENEFIT(S)

This study, through the physical activity that will be recommended to you, should help improve your health, quality of life and well-being.

CONDUCTING THE STUDY

You will be monitored through physical and psychological assessments. You will be included in a group at random. This random selection will be made by the person in charge of the study as soon as you return this information letter and the signed consent form. In order to guarantee the scientific validity of the study, you will then receive the information corresponding to the group in which you are assigned.

Assessments will take place upon inclusion in a group (T0), then at 3 months (T3), and 6 months (T6) after inclusion. Only the physical assessments requiring a measurement will be required to take place at the Archet 2 University Hospital in Nice.

Physical assessments will be based on a 6-minute walking test (carried out under standardised conditions), a strength test, and the wearing of an accelerometer for 7 days positioned at the time of the assessments (and returned at the end of the 7-day period by post with a stamped envelope provided). Height, weight and impedance measurements will be carried out by a doctor or nurse as part of the standard monitoring.

The questionnaires to which you will be submitted can be filled in online on the *LimeSurvey* platform. You will receive an e-mail with the link to the questionnaire and a reminder of your anonymity number. If you have difficulty completing the questionnaires on the *LimeSurvey* platform, you can also complete them on paper during the physical assessments. The questionnaires will be used to evaluate:

- Self-reported physical activity level
- Observance and motivation:
 - o The number, duration and type of physical activity sessions per week according to international recommendations.
 - o Physical exercise habits and history
 - o The stage of engagement in practice
 - o Motivation for physical activity, how you feel during physical activity, and your reactions to various situations.
- Your perception of the solution to strengthen your commitment to physical activity
- Quality of life and health.

POTENTIAL RISKS

The respect of the protocol and contra-indications, the specific training of the adapted physical activity professional, as well as the carrying out of the evaluations at the Archet 2 Nice University Hospital, will guarantee your safety during the evaluations.

The risks that may arise during these assessments are those of possible and classic discomforts during the sessions (vaso-vagal episode, drop in blood pressure, shortness of breath, dizziness)



Information notice – pre-registration phase (all) – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

for which the assessors are trained and which are the same as those related to practising physical or sports activities of daily life.

However, the scientific committee reserves the right to terminate the experiment in case of poor adaptation or intolerance.

CONSTRAINTS

You are free to participate in another research protocol, provided it does not involve new technologies and does not have an impact on physical activity levels or fitness measurement.

FINANCIAL PARTICIPATION

Your collaboration in this research protocol will not involve any financial participation on your part.

All costs (medical, supervision, equipment, insurance, etc.) related to the study will be covered by the researchers.

Only an uncashed cheque used as a security deposit for the loan of the equipment will be requested from you and then destroyed upon the return of the equipment.

LEGISLATION - CONFIDENTIALITY

In accordance with Articles L. 1121-1 et seq. of the French Public Health Code, the Committee on Human Research studied this research project and issued a favourable opinion on 01/04/2020.

An insurance policy, number 146 177 524, was taken out by the sponsor of the trial, the Côte d'Azur University - 20 avenue Valrose - BP 2135 - 06103 Nice Cedex 2, with the company MMA Entreprise, to cover the risks linked to this research.

Any information about you collected during this trial will be treated confidentially.

Only those responsible for the study and possibly the health authorities will have access to this data. With the exception of these people - who will treat the information in the strictest respect of medical secrecy - your anonymity will be preserved. The publication of the results of the study will not include any individual results.

The data recorded over the course of this study will be subject to computerised processing by the sponsor. As this is personal data, you have the right of access, rectification, portability, deletion or limitation in the processing of data concerning you at any time by contacting the Data Protection Officer, Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University and those in charge of the study. As regards information of a medical nature, this right is exercised through the intermediary of Professor Nicolas Chevalier at the University Hospital of Nice, in accordance with France's law on Information Technology, Data Files and Civil Liberties, No. 78-17 of 6 January 1978, amended by law No. 94-548 of the 1st of July 1994, and Regulation 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). The project received a



Information notice – pre-registration phase (all) – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

notification of compliance with reference to methodology, and an analysis of the impact on privacy delivered by the Data Protection Officer of the Côte d'Azur University on 28/04/2020. In accordance with Article L. 1122-1, as amended, of the French Public Health Code (law of March 2002 on patients' rights), the overall results of the study can be communicated to you if you wish.

If you have any questions during your participation in this study, you may contact the principal investigators of this study:

- Prof. Nicolas Chevalier, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice
- Prof. Antonio Iannelli, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice

Or the scientific head of research:

- Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, phone: 04.89.15.39.55 at the LAMHESS of the Côte d'Azur University.

Or the Data Protection Officer:

- Mr. Didier Martin, phone: 04.89.15.11.99 at the Côte d'Azur University

You are free to accept or refuse to participate in this study. This will in no way affect the quality or the level of care you will receive, which will be the same as it has been thus far. During the course of the study, you may also decide to discontinue your participation without having to justify your decision.

Thank you for taking the time to read this newsletter. If you agree to participate in this research study, we invite you to sign the attached consent form.



Consent – Pre-registration phase (all) – V3 (04/03/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

CONSENT FORM
FOR PARTICIPATION IN THE OCAPAS STUDY
Study on Physical Activity and Bariatric Surgery



Research title: “OCAPAS” Scientific study

I the undersigned (Last name and first name of the volunteer), accept to participate in the “OCAPAS” study.

The objectives and terms of the study were clearly explained to me by Prof. Nicolas Chevalier and Prof. Antonio Iannelli.

I have read and understood the information sheet given to me.

I accept that the documents in my medical file that relate to the study may be accessible to those responsible for the study and possibly to the health authorities. With the exception of these persons, who will treat the information in the strictest respect of medical confidentiality, my anonymity will be preserved.

I accept that my personal data collected during this study may be subject to automated processing by the research organisers. I may exercise my right of access, rectification, portability, deletion or limitation of the processing of data concerning me by contacting the data protection representative Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University, and as regards information of a medical nature by contacting Professor Nicolas Chevalier at the Nice University Hospital.

I understand that my participation in the study is voluntary.

I am free to accept or refuse to participate, and I am free to stop my participation at any time during the course of the study. This will not affect the quality of care I will receive.

My consent does not relieve the organisers of this study of their responsibilities. I retain all my rights under the law.

Having discussed it and having obtained the answers to all my questions, I freely and voluntarily agree to participate in the research study proposed to me.

Prepared in Nice, on __/__/____

Name and signature of the investigator

Signature of the volunteer



Information notice – ACTI-MOBIL Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

**INFORMATION NOTICE FOR PATIENTS
FOR PARTICIPATION IN THE OCAPAS STUDY**

OCAPAS 

Study of Physical Activity and Bariatric Surgery

Research title: “OCAPAS” Scientific study

Trial sponsor: Côte d'Azur University

Head of research: Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport Santé [Laboratory of Human Motricity, Expertise, Sport, and Health] (EA 6312), Côte d'Azur University

Principal investigators: Prof. Nicolas Chevalier, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital; Prof. Antonio Iannelli, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital

Madam,

We would like to offer you the opportunity to participate in a clinical research study because you are undergoing a bariatric surgery procedure.

This information notice will tell you more about the study.

You have a 7-day reflection period during which you can take the time to read and understand this information, reflect on your participation, and ask the principal investigators of the study to explain what you did not understand.

PURPOSE OF THE STUDY

The “OCAPAS” scientific study is conducted in partnership with the Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport, Santé (LAMHESS) of Côte d'Azur University, the Specialised Obesity Center of the Provence Alpes Côte d'Azur East, the DARE [Digestive-Anesthesia-Resuscitation-Endocrinology] pole of the Nice University Hospital, the Public Health Department of the Nice University Hospital, Azur Sport Santé, the Laboratoire d'Anthropologie, Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales (LAPCOS) [Laboratory of Anthropology, Clinical, Cognitive and Social Psychology] of Côte d'Azur University, and the companies *Be Patient* and *Mooven*.

Its main objective is to study patient engagement in physical activity during bariatric surgery follow-up. To support your commitment to physical activity, the *MyBody* mobile application proposed by *Be Patient* will be made available to you.

The secondary objectives are to study the impact of your physical activity practice on different engagement and health indicators. Your perception of various mechanisms which could help to strengthen your commitment to physical activity will also be measured.



Information notice – ACTI-MOBIL Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

ANTICIPATED BENEFIT(S)

This study, through the physical activity that will be recommended to you, should help improve your health, quality of life and well-being.

CONDUCTING THE STUDY

To support your commitment to physical activity, you will benefit from the *MyBody* mobile application proposed by *Be Patient* and a connected watch that will allow you to view the number of steps you've taken each day, week and month. The mobile application is composed of advice sheets with quizzes, and a guided adapted physical activity program to be begun between the 3rd and 6th month following bariatric surgery. The adapted physical activity programme will respect international recommendations, i.e. it will accompany you in achieving 150 minutes per week with the goal of reaching 300 minutes per week. On the mobile application, you will be proposed two sessions per week, lasting from 30 to 50 minutes, consisting of endurance exercises and resistance strength-conditioning exercises in the form of a training circuit which will evolve progressively over the course of the programme. In addition, you will also be encouraged to walk regularly so as to reach the recommendations. After each session, you will record your participation on the application and evaluate your rating of perceived exertion on a scale from 0 to 10.

You will be monitored through physical and psychological assessments in the form of questionnaires. Assessments will take place at the beginning of inclusion (T0), then at 3 months (T3), and 6 months (T6) after inclusion. Only the physical assessments requiring a measurement will be required to take place at the Archet 2 University Hospital in Nice.

Physical assessments will be based on a 6-minute walking test (carried out under standardised conditions), a strength test, and the wearing of an accelerometer for 7 days positioned at the time of the assessments (and returned at the end of the 7-day period by post with a stamped envelope provided). Height, weight and impedance measurements will be carried out by a doctor or nurse as part of the standard monitoring.

The questionnaires to which you will be submitted can be filled in online on the *LimeSurvey* platform. You will receive an e-mail with the link to the questionnaire and a reminder of your anonymity number. If you have difficulty completing the questionnaires on the *LimeSurvey* platform, you can also complete them on paper during the physical assessments. The questionnaires will be used to evaluate:

- Self-reported physical activity level
- Observance and motivation:
 - The number, duration and type of physical activity sessions per week according to international recommendations.
 - Physical exercise habits and history
 - The stage of engagement in practice
 - Motivation for physical activity, how you feel during physical activity, and your reactions to various situations.



Information notice – ACTI-MOBIL Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

- Your perception of the solution to strengthen your commitment to physical activity
- Quality of life and health.

POTENTIAL RISKS

The respect of the protocol and contra-indications, the specific training of the adapted physical activity professional, as well as the carrying out of the evaluations at the Archet 2 Nice University Hospital, will guarantee your safety during the evaluations.

The risks that may arise during these assessments are those of possible and classic discomforts during the sessions (vaso-vagal episode, drop in blood pressure, shortness of breath, dizziness) for which the assessors are trained and which are the same as those related to practising physical or sports activities of daily life.

When carrying out the physical activities guided by the mobile application, the recommended perceived intensity must be strictly respected so as to avoid any risk during the practice (vaso-vagal episode, drop in blood pressure, shortness of breath...). Even if the risk of occurrence is low, it is advisable to always have a trusted person nearby to be able to react in the event of an undesirable event.

However, the scientific committee reserves the right to terminate the experiment in case of poor adaptation or intolerance.

CONSTRAINTS

You are free to participate in another research protocol, provided it does not involve new technologies and does not have an impact on physical activity levels or fitness measurement.

FINANCIAL PARTICIPATION

Your collaboration in this research protocol will not involve any financial participation on your part.

All costs (medical, supervision, equipment, insurance, etc.) related to the study will be covered by the researchers.

Only an uncashed cheque used as a security deposit for the loan of the equipment will be requested from you and then destroyed upon the return of the equipment.

LEGISLATION - CONFIDENTIALITY

In accordance with Articles L. 1121-1 et seq. of the French Public Health Code, the Committee on Human Research studied this research project and issued a favourable opinion on 01/04/2020.

An insurance policy, number 146 177 524, was taken out by the sponsor of the trial, the Côte d'Azur University - 20 avenue Valrose - BP 2135 - 06103 Nice Cedex 2, with the company MMA Entreprise, to cover the risks linked to this research.

Any information about you collected during this trial will be treated confidentially.

Only those responsible for the study and possibly the health authorities will have access to this data. With the exception of these people - who will treat the information in the strictest



Information notice – ACTI-MOBIL Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

respect of medical secrecy - your anonymity will be preserved. The publication of the results of the study will not include any individual results.

The data recorded over the course of this study will be subject to computerised processing by the sponsor. As this is personal data, you have the right of access, rectification, portability, deletion or limitation in the processing of data concerning you at any time by contacting the Data Protection Officer, Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University and those in charge of the study. As regards information of a medical nature, this right is exercised through the intermediary of Professor Nicolas Chevalier at the University Hospital of Nice, in accordance with France's law on Information Technology, Data Files and Civil Liberties, No. 78-17 of 6 January 1978, amended by law No. 94-548 of the 1st of July 1994, and Regulation 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). The project received a notification of compliance with reference to methodology, and an analysis of the impact on privacy delivered by the Data Protection Officer of the Côte d'Azur University on 28/04/2020. In accordance with Article L. 1122-1, as amended, of the French Public Health Code (law of March 2002 on patients' rights), the overall results of the study can be communicated to you if you wish.

If you have any questions during your participation in this study, you may contact the principal investigators of this study:

- Prof. Nicolas Chevalier, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice
- Prof. Antonio Iannelli, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice

Or the scientific head of research:

- Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, phone: 04.89.15.39.55 at the LAMHESS of the Côte d'Azur University.

Or the Data Protection Officer:

- Mr. Didier Martin, phone: 04.89.15.11.99 at the Côte d'Azur University

You are free to accept or refuse to participate in this study. This will in no way affect the quality or the level of care you will receive, which will be the same as it has been thus far. During the course of the study, you may also decide to discontinue your participation without having to justify your decision.

Thank you for taking the time to read this newsletter. If you agree to participate in this research study, we invite you to sign the attached consent form.



Consent –ACTI-MOBIL Group – V3 (04/03/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

CONSENT FORM
FOR PARTICIPATION IN THE OCAPAS STUDY
Study on Physical Activity and Bariatric Surgery



Research title: “OCAPAS” Scientific study

I the undersigned (*Last name and first name of the volunteer*), accept to participate in the “OCAPAS” study.

The objectives and terms of the study were clearly explained to me by Prof. Nicolas Chevalier and Prof. Antonio Iannelli.

I have read and understood the information sheet given to me.

I accept that the documents in my medical file that relate to the study may be accessible to those responsible for the study and possibly to the health authorities. With the exception of these persons, who will treat the information in the strictest respect of medical confidentiality, my anonymity will be preserved.

I accept that my personal data collected during this study may be subject to automated processing by the research organisers. I may exercise my right of access, rectification, portability, deletion or limitation of the processing of data concerning me by contacting the data protection representative Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University, and as regards information of a medical nature by contacting Professor Nicolas Chevalier at the Nice University Hospital.

I understand that my participation in the study is voluntary.

I am free to accept or refuse to participate, and I am free to stop my participation at any time during the course of the study. This will not affect the quality of care I will receive.

My consent does not relieve the organisers of this study of their responsibilities. I retain all my rights under the law.

Having discussed it and having obtained the answers to all my questions, I freely and voluntarily agree to participate in the research study proposed to me.

Prepared in Nice, on __/__/____

Name and signature of the investigator

Signature of the volunteer



Information notice – ACTI-VISIO Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

**INFORMATION NOTICE FOR PATIENTS
FOR PARTICIPATION IN THE OCAPAS STUDY**

OCAPAS 

Study of Physical Activity and Bariatric Surgery

Research title: “OCAPAS” Scientific study

Trial sponsor: Côte d'Azur University

Head of research: Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport Santé [Laboratory of Human Motricity, Expertise, Sport, and Health] (EA 6312), Côte d'Azur University

Principal investigators: Prof. Nicolas Chevalier, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital; Prof. Antonio Iannelli, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital

Madam,

We would like to offer you the opportunity to participate in a clinical research study because you are undergoing a bariatric surgery procedure.

This information notice will tell you more about the study.

You have a 7-day reflection period during which you can take the time to read and understand this information, reflect on your participation, and ask the principal investigators of the study to explain what you did not understand.

PURPOSE OF THE STUDY

The “OCAPAS” scientific study is conducted in partnership with the Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport, Santé (LAMHESS) of Côte d'Azur University, the Specialised Obesity Center of the Provence Alpes Côte d'Azur East, the DARE [Digestive-Anesthesia-Resuscitation-Endocrinology] pole of the Nice University Hospital, the Public Health Department of the Nice University Hospital, Azur Sport Santé, the Laboratoire d'Anthropologie, Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales (LAPCOS) [Laboratory of Anthropology, Clinical, Cognitive and Social Psychology] of Côte d'Azur University, and the companies *Be Patient* and *Mooven*.

Its main objective is to study patient engagement in physical activity during bariatric surgery follow-up. To support your commitment to physical activity, adapted physical activity sessions by videoconference will be made available to you.

The secondary objectives are to study the impact of your physical activity practice on different engagement and health indicators. Your perception of various mechanisms which could help to strengthen your commitment to physical activity will also be measured.



Information notice – ACTI-VISIO Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

ANTICIPATED BENEFIT(S)

This study, through the physical activity that will be recommended to you, should help improve your health, quality of life and well-being.

CONDUCTING THE STUDY

To support your commitment to physical activity, following your bariatric surgery, you will benefit from an adapted physical activity program delivered via videoconferencing by a trained professional. Initially, you will have one-on-one videoconferences with an adapted physical activity professional, and then you will be given the opportunity to participate in group sessions with a group of young women included in this study like you. This group will be composed of a maximum of 4 people. The adapted physical activity program carried out by videoconference will comply with international recommendations, i.e. it will accompany you in achieving 150 minutes per week with the goal of reaching 300 minutes per week. You will be proposed two videoconference sessions per week, lasting from 30 to 50 minutes, consisting of endurance exercises and resistance strength-conditioning exercises in the form of a training circuit which will evolve progressively over the course of the programme. For each exercise, the professional will show you the exercise and explain it to you, and then you will carry out the number of repetitions planned together. As the sessions will be carried out live, the professional will be able to correct your posture and give you advice. In addition, he will encourage you to walk regularly so as to reach the recommendations. After each session, the professional will record your participation on a monitoring form and will ask you to evaluate your rating of perceived exertion on a scale from 0 to 10.

You will be monitored through physical and psychological assessments in the form of questionnaires. Assessments will take place at the beginning of inclusion (T0), then at 3 months (T3), and 6 months (T6) after inclusion. Only the physical assessments requiring a measurement will be required to take place at the Archet 2 University Hospital in Nice.

Physical assessments will be based on a 6-minute walking test (carried out under standardised conditions), a strength test, and the wearing of an accelerometer for 7 days positioned at the time of the assessments (and returned at the end of the 7-day period by post with a stamped envelope provided). Height, weight and impedance measurements will be carried out by a doctor or nurse as part of the standard monitoring.

The questionnaires to which you will be submitted can be filled in online on the *LimeSurvey* platform. You will receive an e-mail with the link to the questionnaire and a reminder of your anonymity number. If you have difficulty completing the questionnaires on the *LimeSurvey* platform, you can also complete them on paper during the physical assessments. The questionnaires will be used to evaluate:

- Self-reported physical activity level
- Observance and motivation:
 - o The number, duration and type of physical activity sessions per week according to international recommendations.



Information notice – ACTI-VISIO Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

- Physical exercise habits and history
- The stage of engagement in practice
- Motivation for physical activity, how you feel during physical activity, and your reactions to various situations.
- Your perception of the solution to strengthen your commitment to physical activity
- Quality of life and health.

POTENTIAL RISKS

The respect of the protocol and contra-indications, the specific training of the adapted physical activity professional, as well as the carrying out of the evaluations at the Archet 2 Nice University Hospital, will guarantee your safety during the evaluations.

The risks that may arise during these assessments are those of possible and classic discomforts during the sessions (vaso-vagal episode, drop in blood pressure, shortness of breath, dizziness) for which the assessors are trained and which are the same as those related to practising physical or sports activities of daily life.

When carrying out the physical activities guided by the adapted physical activity professional by videoconference, the recommended perceived intensity must be strictly respected so as to avoid any risk during the session (vaso-vagal episode, drop in blood pressure, shortness of breath...). Even if the risk of occurrence is low, it is advisable to always have a trusted person nearby to be able to react in the event of an undesirable event.

However, the scientific committee reserves the right to terminate the experiment in case of poor adaptation or intolerance.

CONSTRAINTS

You are free to participate in another research protocol, provided it does not involve new technologies and does not have an impact on physical activity levels or fitness measurement.

FINANCIAL PARTICIPATION

Your collaboration in this research protocol will not involve any financial participation on your part.

All costs (medical, supervision, equipment, insurance, etc.) related to the study will be covered by the researchers.

Only an uncashed cheque used as a security deposit for the loan of the equipment will be requested from you and then destroyed upon the return of the equipment.

LEGISLATION - CONFIDENTIALITY

In accordance with Articles L. 1121-1 et seq. of the French Public Health Code, the Committee on Human Research studied this research project and issued a favourable opinion on 01/04/2020.



Information notice – ACTI-VISIO Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

An insurance policy, number 146 177 524, was taken out by the sponsor of the trial, the Côte d'Azur University - 20 avenue Valrose - BP 2135 - 06103 Nice Cedex 2, with the company MMA Entreprise, to cover the risks linked to this research.

Any information about you collected during this trial will be treated confidentially.

Only those responsible for the study and possibly the health authorities will have access to this data. With the exception of these people - who will treat the information in the strictest respect of medical secrecy - your anonymity will be preserved. The publication of the results of the study will not include any individual results.

The data recorded over the course of this study will be subject to computerised processing by the sponsor. As this is personal data, you have the right of access, rectification, portability, deletion or limitation in the processing of data concerning you at any time by contacting the Data Protection Officer, Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University and those in charge of the study. As regards information of a medical nature, this right is exercised through the intermediary of Professor Nicolas Chevalier at the University Hospital of Nice, in accordance with France's law on Information Technology, Data Files and Civil Liberties, No. 78-17 of 6 January 1978, amended by law No. 94-548 of the 1st of July 1994, and Regulation 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). The project received a notification of compliance with reference to methodology, and an analysis of the impact on privacy delivered by the Data Protection Officer of the Côte d'Azur University on 28/04/2020. In accordance with Article L. 1122-1, as amended, of the French Public Health Code (law of March 2002 on patients' rights), the overall results of the study can be communicated to you if you wish.

If you have any questions during your participation in this study, you may contact the principal investigators of this study:

- Prof. Nicolas Chevalier, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice
- Prof. Antonio Iannelli, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice

Or the scientific head of research:

- Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, phone: 04.89.15.39.55 at the LAMHESS of the Côte d'Azur University.

Or the Data Protection Officer:

- Mr. Didier Martin, phone: 04.89.15.11.99 at the Côte d'Azur University

You are free to accept or refuse to participate in this study. This will in no way affect the quality or the level of care you will receive, which will be the same as it has been thus far. During the



Information notice – ACTI-VISIO Group – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

course of the study, you may also decide to discontinue your participation without having to justify your decision.

Thank you for taking the time to read this newsletter. If you agree to participate in this research study, we invite you to sign the attached consent form.



Consent – ACTI-VISIO Group – V3 (04/03/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

CONSENT FORM
FOR PARTICIPATION IN THE OCAPAS STUDY
Study on Physical Activity and Bariatric Surgery



Research title: “OCAPAS” Scientific study

I the undersigned (*Last name and first name of the volunteer*), accept to participate in the “OCAPAS” study.

The objectives and terms of the study were clearly explained to me by Prof. Nicolas Chevalier and Prof. Antonio Iannelli.

I have read and understood the information sheet given to me.

I accept that the documents in my medical file that relate to the study may be accessible to those responsible for the study and possibly to the health authorities. With the exception of these persons, who will treat the information in the strictest respect of medical confidentiality, my anonymity will be preserved.

I accept that my personal data collected during this study may be subject to automated processing by the research organisers. I may exercise my right of access, rectification, portability, deletion or limitation of the processing of data concerning me by contacting the data protection representative Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University, and as regards information of a medical nature by contacting Professor Nicolas Chevalier at the Nice University Hospital.

I understand that my participation in the study is voluntary.

I am free to accept or refuse to participate, and I am free to stop my participation at any time during the course of the study. This will not affect the quality of care I will receive.

My consent does not relieve the organisers of this study of their responsibilities. I retain all my rights under the law.

Having discussed it and having obtained the answers to all my questions, I freely and voluntarily agree to participate in the research study proposed to me.

Prepared in Nice, on __/__/____

Name and signature of the investigator

Signature of the volunteer



Information notice – Group C – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

INFORMATION NOTICE FOR PATIENTS FOR PARTICIPATION IN THE OCAPAS STUDY



Study of Physical Activity and Bariatric Surgery

Research title: “OCAPAS” Scientific study

Trial sponsor: Côte d'Azur University

Head of research: Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport Santé [Laboratory of Human Motricity, Expertise, Sport, and Health] (EA 6312), Côte d'Azur University

Principal investigators: Prof. Nicolas Chevalier, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital; Prof. Antonio Iannelli, University Professor – Hospital Practitioner at the Nice University Hospital

Madam,

We would like to offer you the opportunity to participate in a clinical research study because you are undergoing a bariatric surgery procedure.

This information notice will tell you more about the study.

You have a 7-day reflection period during which you can take the time to read and understand this information, reflect on your participation, and ask the principal investigators of the study to explain what you did not understand.

PURPOSE OF THE STUDY

The “OCAPAS” scientific study is conducted in partnership with the Laboratoire Motricité Humaine, Expertise, Sport, Santé (LAMHESS) of Côte d'Azur University, the Specialised Obesity Center of the Provence Alpes Côte d'Azur East, the DARE [Digestive-Anesthesia-Resuscitation-Endocrinology] pole of the Nice University Hospital, the Public Health Department of the Nice University Hospital, Azur Sport Santé, the Laboratoire d'Anthropologie, Psychologie Cliniques, Cognitives et Sociales (LAPCOS) [Laboratory of Anthropology, Clinical, Cognitive and Social Psychology] of Côte d'Azur University, and the companies *Be Patient* and *Mooven*.

Its main objective is to study patient engagement in physical activity during bariatric surgery follow-up. To support your commitment to physical activity, you will be monitored and receive advice from the adapted physical activity professional from the bariatric surgery service.

The secondary objectives are to study the impact of your physical activity practice on different engagement and health indicators. Your perception of various mechanisms which could help to strengthen your commitment to physical activity will also be measured.



Information notice – Group C – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

ANTICIPATED BENEFIT(S)

This study, through the physical activity that will be recommended to you, should help improve your health, quality of life and well-being.

CONDUCTING THE STUDY

To support your commitment to physical activity, you will be monitored and receive advice to help you achieve 150 minutes per week of physical activity with the goal of reaching 300 minutes per week. This advice and recommendations will be given to you by the adapted physical activity professional from the bariatric surgery service. You will be encouraged to walk regularly in order to reach the recommendations and to carry out two sessions per week dedicated to physical activity including muscle strengthening exercises adapted to the bariatric surgery course.

You will be monitored through physical and psychological assessments in the form of questionnaires. Assessments will take place at the beginning of inclusion (T0), then at 3 months (T3), and 6 months (T6) after inclusion. Only the physical assessments requiring a measurement will be required to take place at the Archet 2 University Hospital in Nice.

Physical assessments will be based on a 6-minute walking test (carried out under standardised conditions), a strength test, and the wearing of an accelerometer for 7 days positioned at the time of the assessments (and returned at the end of the 7-day period by post with a stamped envelope provided). Height, weight and impedance measurements will be carried out by a doctor or nurse as part of the standard monitoring.

The questionnaires to which you will be submitted can be filled in online on the *LimeSurvey* platform. You will receive an e-mail with the link to the questionnaire and a reminder of your anonymity number. If you have difficulty completing the questionnaires on the *LimeSurvey* platform, you can also complete them on paper during the physical assessments. The questionnaires will be used to evaluate:

- Self-reported physical activity level
- Observance and motivation:
 - o The number, duration and type of physical activity sessions per week according to international recommendations.
 - o Physical exercise habits and history
 - o The stage of engagement in practice
 - o Motivation for physical activity, how you feel during physical activity, and your reactions to various situations.
- Your perception of the solution to strengthen your commitment to physical activity
- Quality of life and health.



Information notice – Group C – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

POTENTIAL RISKS

The respect of the protocol and contra-indications, the specific training of the adapted physical activity professional, as well as the carrying out of the evaluations at the Archet 2 Nice University Hospital, will guarantee your safety during the evaluations.

The risks that may arise during these assessments are those of possible and classic discomforts during the sessions (vaso-vagal episode, drop in blood pressure, shortness of breath, dizziness) for which the assessors are trained and which are the same as those related to practising physical or sports activities of daily life.

When carrying out the recommended physical activities, the recommended perceived intensity must be strictly respected so as to avoid any risk during the practice (vaso-vagal episode, drop in blood pressure, shortness of breath...).

However, the scientific committee reserves the right to terminate the experiment in case of poor adaptation or intolerance.

CONSTRAINTS

You are free to participate in another research protocol, provided it does not involve new technologies and does not have an impact on physical activity levels or fitness measurement.

FINANCIAL PARTICIPATION

Your collaboration in this research protocol will not involve any financial participation on your part.

All costs (medical, supervision, equipment, insurance, etc.) related to the study will be covered by the researchers.

Only an uncashed cheque used as a security deposit for the loan of the equipment will be requested from you and then destroyed upon the return of the equipment.

LEGISLATION - CONFIDENTIALITY

In accordance with Articles L. 1121-1 et seq. of the French Public Health Code, the Committee on Human Research studied this research project and issued a favourable opinion on 01/04/2020.

An insurance policy, number 146 177 524, was taken out by the sponsor of the trial, the Côte d'Azur University - 20 avenue Valrose - BP 2135 - 06103 Nice Cedex 2, with the company MMA Entreprise, to cover the risks linked to this research.

Any information about you collected during this trial will be treated confidentially.

Only those responsible for the study and possibly the health authorities will have access to this data. With the exception of these people - who will treat the information in the strictest respect of medical secrecy - your anonymity will be preserved. The publication of the results of the study will not include any individual results.

The data recorded over the course of this study will be subject to computerised processing by the sponsor. As this is personal data, you have the right of access, rectification, portability, deletion or limitation in the processing of data concerning you at any time by contacting the



Information notice – Group C – V4 (15/10/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37

Data Protection Officer, Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University and those in charge of the study. As regards information of a medical nature, this right is exercised through the intermediary of Professor Nicolas Chevalier at the University Hospital of Nice, in accordance with France's law on Information Technology, Data Files and Civil Liberties, No. 78-17 of 6 January 1978, amended by law No. 94-548 of the 1st of July 1994, and Regulation 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation). The project received a notification of compliance with reference to methodology, and an analysis of the impact on privacy delivered by the Data Protection Officer of the Côte d'Azur University on 28/04/2020. In accordance with Article L. 1122-1, as amended, of the French Public Health Code (law of March 2002 on patients' rights), the overall results of the study can be communicated to you if you wish.

If you have any questions during your participation in this study, you may contact the principal investigators of this study:

- Prof. Nicolas Chevalier, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice
- Prof. Antonio Iannelli, phone: 04.92.03.55.19 at the Archet 2 University Hospital of Nice

Or the scientific head of research:

- Prof. Fabienne d'Arripe-Longueville, phone: 04.89.15.39.55 at the LAMHES of the Côte d'Azur University.

Or the Data Protection Officer:

- Mr. Didier Martin, phone: 04.89.15.11.99 at the Côte d'Azur University

You are free to accept or refuse to participate in this study. This will in no way affect the quality or the level of care you will receive, which will be the same as it has been thus far. During the course of the study, you may also decide to discontinue your participation without having to justify your decision.

Thank you for taking the time to read this newsletter. If you agree to participate in this research study, we invite you to sign the attached consent form.



Consent – Group C – V3 (04/03/2020)
ID No. – RCB: 2020-A00172-37



Research title: "OCAPAS" Scientific study

I the undersigned (Last name and first name of the volunteer), accept to participate in the "OCAPAS" study.

The objectives and terms of the study were clearly explained to me by Prof. Nicolas Chevalier and Prof. Antonio Iannelli.

I have read and understood the information sheet given to me.

I accept that the documents in my medical file that relate to the study may be accessible to those responsible for the study and possibly to the health authorities. With the exception of these persons, who will treat the information in the strictest respect of medical confidentiality, my anonymity will be preserved.

I accept that my personal data collected during this study may be subject to automated processing by the research organisers. I may exercise my right of access, rectification, portability, deletion or limitation of the processing of data concerning me by contacting the data protection representative Mr. Didier Martin at the Côte d'Azur University, and as regards information of a medical nature by contacting Professor Nicolas Chevalier at the Nice University Hospital.

I understand that my participation in the study is voluntary.

I am free to accept or refuse to participate, and I am free to stop my participation at any time during the course of the study. This will not affect the quality of care I will receive.

My consent does not relieve the organisers of this study of their responsibilities. I retain all my rights under the law.

Having discussed it and having obtained the answers to all my questions, I freely and voluntarily agree to participate in the research study proposed to me.

Prepared in Nice, on __/__/____

Name and signature of the investigator

Signature of the volunteer



SPIRIT 2013 Checklist: Recommended items to address in a clinical trial protocol and related documents*

Section/item	Item No	Description	Addressed on page number
Administrative information			
Title	1	Descriptive title identifying the study design, population, interventions, and, if applicable, trial acronym	1
Trial registration	2a	Trial identifier and registry name. If not yet registered, name of intended registry	2
	2b	All items from the World Health Organization Trial Registration Data Set	16
Protocol version	3	Date and version identifier	16
Funding	4	Sources and types of financial, material, and other support	17
Roles and responsibilities	5a	Names, affiliations, and roles of protocol contributors	1; 17-18
	5b	Name and contact information for the trial sponsor	18
	5c	Role of study sponsor and funders, if any, in study design; collection, management, analysis, and interpretation of data; writing of the report; and the decision to submit the report for publication, including whether they will have ultimate authority over any of these activities	17-18
	5d	Composition, roles, and responsibilities of the coordinating centre, steering committee, endpoint adjudication committee, data management team, and other individuals or groups overseeing the trial, if applicable (see Item 21a for data monitoring committee)	15; 17-18

1

Hayotte M, et al. *BMJ Open* 2021; 11:e046184. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046184**Introduction**

Background and rationale	6a	Description of research question and justification for undertaking the trial, including summary of relevant studies (published and unpublished) examining benefits and harms for each intervention	4-6
	6b	Explanation for choice of comparators	10-12
Objectives	7	Specific objectives or hypotheses	6-7
Trial design	8	Description of trial design including type of trial (eg, parallel group, crossover, factorial, single group), allocation ratio, and framework (eg, superiority, equivalence, noninferiority, exploratory)	7

Methods: Participants, interventions, and outcomes

Study setting	9	Description of study settings (eg, community clinic, academic hospital) and list of countries where data will be collected. Reference to where list of study sites can be obtained	7
Eligibility criteria	10	Inclusion and exclusion criteria for participants. If applicable, eligibility criteria for study centres and individuals who will perform the interventions (eg, surgeons, psychotherapists)	7-8
Interventions	11a	Interventions for each group with sufficient detail to allow replication, including how and when they will be administered	13-14
	11b	Criteria for discontinuing or modifying allocated interventions for a given trial participant (eg, drug dose change in response to harms, participant request, or improving/worsening disease)	7-8
	11c	Strategies to improve adherence to intervention protocols, and any procedures for monitoring adherence (eg, drug tablet return, laboratory tests)	13-14
	11d	Relevant concomitant care and interventions that are permitted or prohibited during the trial	7-8
Outcomes	12	Primary, secondary, and other outcomes, including the specific measurement variable (eg, systolic blood pressure), analysis metric (eg, change from baseline, final value, time to event), method of aggregation (eg, median, proportion), and time point for each outcome. Explanation of the clinical relevance of chosen efficacy and harm outcomes is strongly recommended	8-12
Participant timeline	13	Time schedule of enrolment, interventions (including any run-ins and washouts), assessments, and visits for participants. A schematic diagram is highly recommended (see Figure)	7

2

Hayotte M, et al. *BMJ Open* 2021; 11:e046184. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046184

Sample size	14	Estimated number of participants needed to achieve study objectives and how it was determined, including clinical and statistical assumptions supporting any sample size calculations	14-15
Recruitment	15	Strategies for achieving adequate participant enrolment to reach target sample size	8
Methods: Assignment of interventions (for controlled trials)			
Allocation:			
Sequence generation	16a	Method of generating the allocation sequence (eg, computer-generated random numbers), and list of any factors for stratification. To reduce predictability of a random sequence, details of any planned restriction (eg, blocking) should be provided in a separate document that is unavailable to those who enrol participants or assign interventions	8
Allocation concealment mechanism	16b	Mechanism of implementing the allocation sequence (eg, central telephone; sequentially numbered, opaque, sealed envelopes), describing any steps to conceal the sequence until interventions are assigned	8
Implementation	16c	Who will generate the allocation sequence, who will enrol participants, and who will assign participants to interventions	8
Blinding (masking)	17a	Who will be blinded after assignment to interventions (eg, trial participants, care providers, outcome assessors, data analysts), and how	8-9
	17b	If blinded, circumstances under which unblinding is permissible, and procedure for revealing a participant's allocated intervention during the trial	N/A, blinding cannot be strictly guaranteed in this study, only strategies to limit potential bias were taken.

3

Hayotte M, et al. *BMJ Open* 2021; 11:e046184. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046184**Methods: Data collection, management, and analysis**

Data collection methods	18a	Plans for assessment and collection of outcome, baseline, and other trial data, including any related processes to promote data quality (eg, duplicate measurements, training of assessors) and a description of study instruments (eg, questionnaires, laboratory tests) along with their reliability and validity, if known. Reference to where data collection forms can be found, if not in the protocol	8-12
	18b	Plans to promote participant retention and complete follow-up, including list of any outcome data to be collected for participants who discontinue or deviate from intervention protocols	13-14
Data management	19	Plans for data entry, coding, security, and storage, including any related processes to promote data quality (eg, double data entry; range checks for data values). Reference to where details of data management procedures can be found, if not in the protocol	15
Statistical methods	20a	Statistical methods for analysing primary and secondary outcomes. Reference to where other details of the statistical analysis plan can be found, if not in the protocol	15-16
	20b	Methods for any additional analyses (eg, subgroup and adjusted analyses)	15-16
	20c	Definition of analysis population relating to protocol non-adherence (eg, as randomised analysis), and any statistical methods to handle missing data (eg, multiple imputation)	15-16

Methods: Monitoring

Data monitoring	21a	Composition of data monitoring committee (DMC); summary of its role and reporting structure; statement of whether it is independent from the sponsor and competing interests; and reference to where further details about its charter can be found, if not in the protocol. Alternatively, an explanation of why a DMC is not needed	15
	21b	Description of any interim analyses and stopping guidelines, including who will have access to these interim results and make the final decision to terminate the trial	N/A, no interim analyses have been planned
Harms	22	Plans for collecting, assessing, reporting, and managing solicited and spontaneously reported adverse events and other unintended effects of trial interventions or trial conduct	7-8

4

Hayotte M, et al. *BMJ Open* 2021; 11:e046184. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046184

Auditing	23	Frequency and procedures for auditing trial conduct, if any, and whether the process will be independent from investigators and the sponsor	15
Ethics and dissemination			
Research ethics approval	24	Plans for seeking research ethics committee/institutional review board (REC/IRB) approval	16
Protocol amendments	25	Plans for communicating important protocol modifications (eg, changes to eligibility criteria, outcomes, analyses) to relevant parties (eg, investigators, REC/IRBs, trial participants, trial registries, journals, regulators)	16
Consent or assent	26a	Who will obtain informed consent or assent from potential trial participants or authorised surrogates, and how (see Item 32)	8, 17-18
	26b	Additional consent provisions for collection and use of participant data and biological specimens in ancillary studies, if applicable	N/A, no ancillary studies are planned
Confidentiality	27	How personal information about potential and enrolled participants will be collected, shared, and maintained in order to protect confidentiality before, during, and after the trial	15
Declaration of interests	28	Financial and other competing interests for principal investigators for the overall trial and each study site	17
Access to data	29	Statement of who will have access to the final trial dataset, and disclosure of contractual agreements that limit such access for investigators	16-18
Ancillary and post-trial care	30	Provisions, if any, for ancillary and post-trial care, and for compensation to those who suffer harm from trial participation	N/A, no ancillary studies or post-trial care are planned
Dissemination policy	31a	Plans for investigators and sponsor to communicate trial results to participants, healthcare professionals, the public, and other relevant groups (eg, via publication, reporting in results databases, or other data sharing arrangements), including any publication restrictions	8, 16
	31b	Authorship eligibility guidelines and any intended use of professional writers	17-18

5

Hayotte M, et al. *BMJ Open* 2021; 11:e046184. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046184

	31c	Plans, if any, for granting public access to the full protocol, participant-level dataset, and statistical code	16
Appendices			
Informed consent materials	32	Model consent form and other related documentation given to participants and authorised surrogates	Translated consent forms are provided as a supplementary file.
Biological specimens	33	Plans for collection, laboratory evaluation, and storage of biological specimens for genetic or molecular analysis in the current trial and for future use in ancillary studies, if applicable	N/A no biological specimens were collected as part of this trial

*It is strongly recommended that this checklist be read in conjunction with the SPIRIT 2013 Explanation & Elaboration for important clarification on the items. Amendments to the protocol should be tracked and dated. The SPIRIT checklist is copyrighted by the SPIRIT Group under the Creative Commons ["Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported"](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/) license.

6

Hayotte M, et al. *BMJ Open* 2021; 11:e046184. doi: 10.1136/bmjopen-2020-046184

Synthèse de l'étude 6

Après avoir analysé dans l'étude 5, le potentiel des technologies proposées par *BePatient* et *Mooven* à générer un changement de comportement, l'étude 6 avait pour objectif de proposer le protocole d'essai interventionnel randomisé contrôlé OCAPAS afin d'en évaluer les effets. Les objectifs de l'essai interventionnel étaient : (a) de déterminer les effets de deux technologies de promotion de l'activité physique, en comparaison à la prise en charge classique, chez des jeunes femmes opérées d'une chirurgie bariatrique, et (b) d'évaluer la contribution de l'acceptabilité et des mécanismes motivationnels reliés pour expliquer ces effets sur l'activité physique, des mesures physiologiques et des indicateurs de santé.

Cent vingt jeunes femmes volontaires, opérées d'une chirurgie bariatrique au cours des 3 à 6 derniers mois, seront incluses. Elles seront assignées au hasard à l'un des trois bras suivants : CONTROL (prise en charge classique avec recommandations d'activité physique), ACTI-MOBIL (accès à la plateforme *MyBody* de *BePatient* associée à la montre connectée *FitBit Inspire*), ou ACTI-VISIO (programme d'activité physique adaptée proposé par *Mooven*). Le volume d'activité physique recommandé dans les trois groupes a été standardisé sur la base des recommandations internationales (Bull et al., 2020). Le critère d'étude principal est la distance parcourue lors d'un test de marche de 6 minutes, relativisée selon la distance théorique (Capodaglio et al., 2013). Les critères d'études secondaires sont des mesures comportementales de l'activité physique, des mesures physiologiques, des indicateurs de santé, l'acceptabilité de la technologie et les concepts de motivation reliés (e.g., orientations générales à la causalité, motivation). Les données seront recueillies au début (T0), à 3 mois (T3) et à 6 mois (T6). Les groupes ACTI-MOBIL et ACTI-VISIO recevront un programme d'activité physique pendant 12 semaines (entre T0 et T3). Une approche de modèle mixte sera utilisée pour analyser l'évolution des résultats dans le temps pour chaque groupe.

Ce protocole d'étude a été examiné et approuvé par le Comité de Protection des Personnes de l'Est 1 (IDRCB : 2020-A00172-37). Il a également fait l'objet d'un enregistrement au registre des traitements de l'Université Côte d'Azur (UCA-R20-034), auprès du délégué à la protection des données de l'Université Côte d'Azur, au regard de sa conformité à la méthodologie de référence MR01, et de l'analyse d'impact sur la vie privée faisant ressortir un niveau de risque acceptable au regard des mesures techniques et organisationnelles mises en place.

Les inclusions ont débuté le 26/10/2020. A la date du 18/08/2021, 39 participantes ont été incluses (i.e., 14 ACTI-MOBIL, 13 ACTI-VISIO, 12 CONTROL). Les résultats de l'essai interventionnel, retardés par le contexte de la crise sanitaire, ne seront pas présentés dans le cadre de ce programme de recherche doctoral. Ils contribueront, à terme, à enrichir l'étude des conditions d'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique.

Discussion Générale

Ce travail doctoral avait pour objectif de contribuer à l'identification des mécanismes qui sous-tendent l'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère. Nous avons principalement focalisé nos travaux sur les mécanismes d'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique chez ce public (i.e., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence). Sur la base de travaux récents (e.g., Alkhwaldi & Kamala, 2017; Khan et al., 2018; Lee et al., 2015; Nikou & Economides, 2017), nous avons fait l'hypothèse que le modèle de l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2* (UTAUT2) (Venkatesh et al., 2012), associé à certains concepts de la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2017), constituerait un cadre théorique pertinent pour l'étude des mécanismes d'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique. Secondairement, nous avons focalisé nos travaux sur la propension de certaines technologies (i.e., plateforme *MyBody* de *BePatient*, et plateforme *Mooven*) à générer un changement de comportement. En nous appuyant sur des travaux récents ayant mis en évidence un lien entre l'efficacité des technologies et certaines de leurs caractéristiques (Carraça et al., 2021; Y. Yang & Koenigstorfer, 2021), nous avons postulé qu'il est nécessaire d'identifier des techniques de changement de comportement fondées théoriquement dans les technologies afin de présager de leurs effets.

Les objectifs de ce travail doctoral découlent naturellement de l'étude systématique de la littérature (Etude 1), que nous avons réalisée, montrant le manque actuel de connaissances sur les mécanismes qui sous-tendent l'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique utilisées en contexte de chirurgie bariatrique. Bien que certaines des études intégrées dans cette revue aient mesuré des concepts d'acceptabilité des technologies (Baillot et al., 2016; Bradley et al., 2017; Mundi et al., 2015; Murphy et al., 2020; Voils et al., 2020), les mesures ne s'appuyaient que rarement sur des modèles théoriques reconnus tels que l'UTAUT2. De plus, les techniques du changement de comportement mobilisées par les technologies n'ont été étudiées que dans une seule des études (Murphy et al., 2020). Or, il est maintenant admis que les interventions dans le domaine de l'activité physique sont plus efficaces lorsqu'elles sont théoriquement fondées (e.g., Gourlan et al., 2016; Raaijmakers et al., 2015). Ces constats, identifiés dans le contexte de la chirurgie bariatrique grâce à l'étude 1, sont également partagés dans le contexte de l'obésité et plus généralement dans le contexte de la promotion de l'activité physique (e.g., Lewis et al., 2017; Petit & Cambon, 2016).

Notre programme de recherche visait à répondre à trois questions encore non explorées dans la littérature. Pour chacune des questions posées, nous présenterons les principaux résultats issus des études que nous avons conduites, et discuterons de leurs limites et perspectives.

1. Quel est le niveau d'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique (e.g., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence) par les jeunes femmes en obésité sévère ?

Afin de répondre à cette première question, les études 2, 3, et 4 ont été réalisées. L'étude 2 a permis la validation d'un outil de mesure en langue française fondé théoriquement. Le modèle théorique mobilisé était l'UTAUT2 au regard de son caractère parcimonieux et intégratif (Alkhwaldi & Kamala, 2017; Chang, 2012). De plus, l'UTAUT2 est spécifiquement centré sur l'utilisateur en tant que consommateur de la technologie (Venkatesh et al., 2012), ce qui semblait être en phase avec le contexte d'utilisation des jeunes femmes en obésité sévère en tant que patientes. Nous avons commencé par adapter l'outil au contexte de la e-santé afin de disposer d'un outil plus générique pour les études à venir, puis l'avons traduit, avant d'examiner ses qualités psychométriques. Le questionnaire d'acceptabilité de la e-santé validé est composé de 22 items regroupés en sept sous-échelles : (a) la performance attendue (3 items), (b) l'effort attendu (4 items), (c) l'influence sociale (3 items), (d) les conditions facilitatrices (3 items), (e) la motivation hédonique (3 items), (f) la valeur marchande (3 items), et (g) les habitudes (3 items). Nous avons également traduit avec la même méthodologie le construit d'intention comportementale (3 items). Nous pouvons attribuer, au moins en partie, le manque d'études menées en France sur l'acceptabilité des technologies (Orji & Moffatt, 2018; Rahimi et al., 2018), au manque d'outils disponibles en langue française. L'étude 2 vient pallier ce manque, et ouvre de nouvelles perspectives de recherche. L'une des perspectives est l'étude du niveau d'acceptabilité de différentes technologies. Cela revêt des enjeux à la fois en termes de marketing pour évaluer de nouveaux produits avant ou au début de leur commercialisation, mais également en termes cliniques pour s'assurer d'un minimum d'acceptabilité de la technologie avant sa diffusion à large échelle. Une deuxième perspective concerne l'étude des corrélats psychologiques de l'acceptabilité des technologies. De nombreux modèles théoriques permettent de mieux appréhender le comportement d'activité physique (Hagger, Cameron, et al., 2020; Rhodes et al., 2019); nous pouvons donc nous interroger sur leurs relations avec le modèle de l'UTAUT2 dans le contexte des technologies de promotion de l'activité physique. Une troisième perspective de recherche concerne l'étude dynamique de l'acceptabilité des technologies, ses relations avec l'usage réel, et les théories plus situées comme le modèle de la symbiose humain-technologie-organisation (Brangier & Hammes, 2006).

Les études 3 et 4, avec les approches quantitatives et qualitatives qu'elles ont mobilisées, permettent de conclure que les différentes technologies étudiées (i.e., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence) ont un niveau d'acceptabilité par les jeunes femmes en obésité sévère plutôt élevé. Pour les trois technologies, de nombreuses perceptions positives ont été rapportées dans l'étude 3. De plus, l'étude 4 a mis en évidence que seuls 8,0%

des personnes interrogées avait un faible niveau d'acceptabilité de toutes les technologies. Ainsi, même si certaines technologies sont préférées à d'autres, l'ensemble des technologies est relativement accepté par la population cible. Parmi les différences mises en évidence, nous pouvons noter que l'application mobile est, dans les deux études, la technologie la plus acceptée, suivie par le jeu vidéo actif, puis l'activité physique en visioconférence. Nous pouvons mettre en relation ces niveaux d'acceptabilité élevés avec d'autres travaux retrouvés dans la littérature. Selon Voils et al. (2020), l'adhésion à un programme technologique d'activité physique est une mesure de l'acceptabilité de la technologie. Or, dans l'étude 1, nous avons montré que les niveaux d'adhésion aux programmes technologiques étaient assez élevés, corroborant ainsi nos résultats.

Au-delà du niveau d'acceptabilité plutôt élevé retrouvé pour chacune des technologies, certaines sous-échelles présentaient des scores variables en fonction des technologies (e.g., le jeu vidéo actif présentait un score plus élevé que les deux autres technologies dans la sous-échelle de motivation hédonique). Certaines caractéristiques propres à la technologie semblent ainsi modifier sa perception, et son acceptabilité. De futures études seront nécessaires afin d'explorer la modification du niveau d'acceptabilité de la technologie en fonction de ses caractéristiques.

Malgré ces résultats et les perspectives de recherche qui en découlent, ces études ne sont pas exemptes de certaines limites. Tout d'abord, la méthodologie employée ne permet pas d'examiner la dynamique de l'acceptabilité des technologies. Ainsi, la reproductibilité de ces résultats est questionnable en raison de l'évolution du contexte sociétal. Pour ces trois études, les données ont été collectées avant la pandémie de covid-19. Or, la crise sanitaire a créé des conditions particulières qui ont poussé les individus à avoir recours de manière massive aux technologies. Ce recours a ainsi pu faire évoluer les représentations.

Une deuxième limite concerne l'usage de *scenarii* hypothétiques. L'usage de ces *scenarii* a permis de contrôler les informations données sur chacune des technologies afin qu'elles puissent être comparables. Cependant, cela a également limité les conclusions pouvant être tirées de ces études. Etant donné que les *scenarii* étaient hypothétiques, des études complémentaires seraient nécessaires pour confirmer ces résultats avec des technologies disponibles sur le marché.

Ensuite, une troisième limite de ces études concerne le paradigme théorique sur lequel s'appuie l'UTAUT2. En effet, ce modèle étant un modèle socio-cognitif, il présente la limite de l'« *intention-behavior gap* » (Sheeran & Webb, 2016), c'est-à-dire l'écart qui existe entre la formulation d'une intention et la réalisation effective d'un comportement. Le modèle de l'UTAUT2 permet d'expliquer 74% de la variance de l'intention comportementale, et seulement 52% de la variance du comportement d'usage (Venkatesh et al., 2012), cet écart illustre l'« *intention-behavior gap* ». Par conséquent, bien que nous ayons mis en évidence des niveaux élevés d'acceptabilité des technologies, et que cela encourage l'utilisation de ces technologies dans la prise en charge de l'obésité, cela ne garantit pas leurs usages réels futurs par les patients. Une

perspective de recherche en réponse aux limitations induites par le paradigme théorique sur lequel s'appuie l'UTAUT2, serait de considérer l'influence des attitudes implicites envers les technologies. Nos travaux n'ayant porté que sur des attitudes explicites, cela constitue une autre limite. Or, dans le contexte de l'obésité, des études ont permis de montrer que les attitudes implicites contribuent à l'explication du comportement d'activité physique (Chevance et al., 2017). De plus, l'auto-stigmatisation liée au poids semble, selon les auteurs, influencer le comportement d'activité physique au travers de processus automatiques (Cheng et al., 2019). Or, à notre connaissance aucune étude ne s'est intéressée à l'acceptabilité des technologies selon des processus automatiques. L'intégration de tels processus constitue ainsi une piste de recherche prometteuse en lien avec les modèles théoriques duaux. Les attitudes implicites envers les technologies pourraient conditionner l'acceptabilité des technologies par deux types d'acteurs de la santé, les patients, mais également les professionnels de santé en tant que prescripteurs de ces technologies.

Bien que ces travaux présentent certaines limites, nous pouvons tout de même conclure que les différents types de technologies de promotion de l'activité physique étudiés sont plutôt acceptés par les jeunes femmes en obésité sévère. Si le rôle modérateur de certaines variables sociodémographiques (e.g., âge, genre, expérience) dans l'acceptabilité des technologies a été étudié dans le cadre de l'UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012), le rôle des caractéristiques psychologiques individuelles, et notamment de la motivation, restait peu exploré.

2. Quels sont les facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité des différents types de technologies par les jeunes femmes en obésité sévère ?

Les études 3 et 4 ont contribué à répondre à cette deuxième question. De manière exploratoire, nous avons cherché à identifier dans l'étude 3, quels étaient les facteurs reliés à l'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère. Les participantes ont mentionné des facteurs motivationnels tels que le besoin d'affiliation, les objectifs de performance, et la motivation extrinsèque, comme étant des facteurs explicatifs de leur degré d'acceptabilité des technologies.

Dans la littérature, plusieurs facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité des technologies ont été mis en évidence. À l'origine de la conception des modèles d'acceptabilité des technologies, Davis et al. (1992) ont appliqué une partie de la théorie de l'autodétermination à l'acceptabilité des technologies, et ont montré que la motivation intrinsèque et extrinsèque étaient des prédicteurs de l'intention d'usage. Ensuite, dans le modèle de l'UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012), la motivation intrinsèque a été ajoutée au modèle en tant que motivation hédoniste, et la motivation extrinsèque intégrée dans le concept de performance attendue. Plus récemment, des travaux ont mis en relation les besoins psychologiques fondamentaux de la théorie de

l'autodétermination, avec des modèles d'acceptabilité des technologies. Les besoins psychologiques fondamentaux (i.e., compétence, autonomie, affiliation) ont ainsi été reliés positivement à l'intention d'usage (Khan et al., 2018), à l'utilité perçue et à la facilité d'utilisation perçue (Nikou & Economides, 2017), ainsi qu'à la performance attendue (Lee et al., 2015). Ces études ont examiné des technologies existantes pour lesquelles les utilisateurs ont eu une réelle confrontation avec la technologie. Selon la méthodologie employée dans les études 3 et 4, nous avons étudié l'acceptabilité *a priori* à partir de l'utilisation de *scenarii* hypothétiques ne donnant que peu d'informations sur les caractéristiques exactes des technologies, et ne permettant pas une réelle confrontation ou usage de ces technologies. Au regard de cet aspect méthodologique, le lien entre l'acceptabilité des technologies et les besoins psychologiques fondamentaux semblait complexe à investiguer, et potentiellement lié à des biais d'interprétation des *scenarii*. Par conséquent, nous avons exploré les relations avec des construits moins spécifiques de la théorie de l'autodétermination, que sont les orientations générales à la causalité, également appelées orientations de la personnalité (Deci & Ryan, 1985). Ces orientations de la personnalité reflètent des caractéristiques plus dispositionnelles de l'individu que les besoins fondamentaux, tout en étant reliées de manière similaire aux différents types de motivation (Ryan & Deci, 2017). Au regard de ces éléments, nous avons supposé que les orientations générales à la causalité pouvaient être reliées à l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique.

L'étude 4 a permis de mettre en évidence des relations entre le profil motivationnel des jeunes femmes en obésité sévère en termes d'orientations générales à la causalité, et l'acceptabilité des différents types de technologies. Les profils d'acceptabilité des trois technologies correspondaient à des profils d'orientations générales à la causalité spécifiques. Pour la visioconférence, les jeunes femmes qui acceptaient le plus cette technologie percevaient que leur comportement était initié et régulé au-delà de leur contrôle intentionnel (i.e., forte orientation impersonnelle). Pour le jeu vidéo actif, celles qui l'acceptaient le plus percevaient que leur comportement était initié et régulé par des stimuli internes ou externes contrôlants (i.e., forte orientation de contrôle). Pour l'application mobile, celles qui l'acceptaient le plus ne percevaient pas que leur comportement était initié et régulé au-delà de leur contrôle intentionnel (i.e., faible orientation impersonnelle), mais elles percevaient qu'il était initié et régulé par des stimuli internes ou externes contrôlants (i.e., forte orientation de contrôle). Il semblerait ainsi que les caractéristiques de la technologie peuvent être plus ou moins en phase avec le profil de l'individu, conduisant ainsi à différents degrés d'acceptabilité de la technologie.

Ces travaux présentent plusieurs limites. Bien que ces études aient identifié des facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité des différents types de technologies par les jeunes femmes en obésité sévère, certaines relations entre la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2017) et l'UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012) n'ont pas été explorées. En particulier, les relations avec les

besoins psychologiques fondamentaux n'ont pas été examinées, et de futures études mobilisant des technologies disponibles sur le marché seraient nécessaires. De plus, les travaux de Mascret et al. (2020) montrant des relations entre les types de buts et l'acceptabilité, nous pouvons supposer que les buts et aspirations de vie de la théorie de l'autodétermination (Ryan & Deci, 2017) pourraient également être reliés à l'acceptabilité. De futures études permettraient ainsi d'explorer ces relations entre la théorie de l'autodétermination et l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique.

Nous pouvons également penser que d'autres caractéristiques propres à l'individu pourraient influencer leur acceptabilité des technologies. Au regard des liens ayant déjà été montrés entre le *Technology Acceptance Model* et le *Big Five* (Svendsen et al., 2013), de futures études pourraient explorer les relations entre l'UTAUT2 et les traits de personnalité. De plus, au regard des spécificités des technologies de promotion de l'activité physique étudiées, nous pouvons supposer que des marqueurs biologiques ou physiologiques de l'activité physique pourraient également être reliés à l'acceptabilité de ces technologies. En ce sens, Lunney et al. (2016) ont mis en évidence des relations entre l'usage des technologies mobiles de fitness, et le mode de vie actif et l'entraînement physique. Même si le mode de vie et l'entraînement physique ont été mesurés dans cette étude de manière subjective, cette étude ouvre la voie à de futurs travaux examinant les relations entre les marqueurs biologiques et physiologiques de l'activité physique, et l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique.

Bien que l'étude 4 ait positionné les orientations générales à la causalité en tant qu'antécédent des profils d'acceptabilité des technologies, le design transversal de l'étude limite la démonstration de causalité entre les variables. Ainsi, des études longitudinales ou expérimentales pourraient être envisagées afin de tester les liens de causalité entre les variables. Ces perspectives de recherche permettraient de dépasser les limites liées au design transversal, identifiées dans la littérature comme une limite majeure de ce type d'étude (e.g., Heino et al., 2021; Sempos et al., 1999).

Pour conclure, nous pouvons dire que les orientations générales à la causalité sont reliées aux profils d'acceptabilité des technologies (i.e., application mobile, jeu vidéo actif, activité physique en visioconférence) chez les jeunes femmes en obésité sévère. Toutefois, l'acceptabilité ne reflétant pas l'efficacité des technologies, il convient de s'interroger sur les effets des technologies de promotion de l'activité physique, et leurs relations avec l'acceptabilité et les facteurs motivationnels reliés.

3. Dans quelle mesure l'acceptabilité de technologies de promotion de l'activité physique présentant un fort potentiel de changement de comportement, et les facteurs motivationnels reliés, contribuent à l'explication des effets durables de ces technologies chez des jeunes femmes opérées d'une chirurgie bariatrique ?

Les études 5 et 6 ont contribué à répondre partiellement à cette troisième question. L'étude 5 a permis de sélectionner deux technologies de promotion de l'activité physique, adaptées au contexte de la chirurgie bariatrique, présentant un fort potentiel de changement de comportement (i.e., technologies proposées par *BePatient* et par *Mooven*). L'analyse de la propension des technologies à générer un changement de comportement a été réalisée à l'aide du questionnaire *App Behavior Change Scale (ABACUS)* (McKay, Slykerman, et al., 2019). Cependant, bien que ces caractéristiques soient présentes dans les technologies, nous ne savons pas si ces caractéristiques sont réellement perçues par les utilisateurs. De plus, certaines des caractéristiques identifiées (e.g., suivi et quantification du comportement) sont susceptibles d'être reliées négativement aux effets de ces technologies (Carraça et al., 2021). L'identification de ces caractéristiques, ne permet donc pas de conclure à leur efficacité. Pour cela, l'étude 6 a proposé un protocole d'essai interventionnel randomisé contrôlé. Ce protocole a pour objectifs : (a) de déterminer les effets des technologies *Mooven* et *BePatient*, en comparaison à la prise en charge classique, chez des jeunes femmes opérées d'une chirurgie bariatrique, et (b) d'évaluer la contribution de l'acceptabilité et des mécanismes motivationnels reliés pour expliquer ces effets sur l'activité physique, des mesures physiologiques, et des indicateurs de santé. Compte tenu du contexte sanitaire, nous sommes dans l'attente des résultats de l'essai interventionnel toujours en cours. La chirurgie bariatrique n'étant pas considérée comme une chirurgie prioritaire, la Fédération Internationale pour la chirurgie de l'obésité et des troubles métaboliques avait émis des recommandations strictes invitant au report des chirurgies bariatriques durant la pandémie (W. Yang et al., 2020). Ces restrictions ont conduit à une limitation drastique du nombre de personnes incluses dans l'essai interventionnel. Ainsi, nous ne pouvons pas, à ce stade, répondre à cette question. En revanche, l'aboutissement de cette étude en 2022 contribuera à enrichir l'étude des conditions d'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère.

Les résultats obtenus au cours des études menées dans ce travail doctoral nous conduisent à envisager un certain nombre de perspectives et d'implications.

Perspectives théoriques

Tout d'abord, sur le plan théorique, les études empiriques menées nous invitent à nous questionner sur la pertinence de l'UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012), en tant que cadre théorique de référence, pour l'étude de l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique, dans le contexte de l'obésité sévère. L'étude 3 a permis de montrer l'application de l'UTAUT2 aux technologies de promotion de l'activité physique. En effet, les construits de performance attendue, d'effort attendu, d'influence sociale, de conditions facilitatrices, de motivation hédonique, de valeur marchande et d'habitudes ont été spécifiés grâce à l'identification de sous-catégories au sein de ces construits (e.g., la performance attendue a été spécifiée par les sous-catégories de qualité de l'activité physique, maintien dans l'activité physique et d'aide à la gestion de l'activité physique). Ainsi, le choix de ce modèle s'est avéré heuristique.

Cependant, bien que l'UTAUT2 soit un modèle intégratif, d'autres mécanismes ont également été mis en évidence. L'étude 4 a mis en évidence des relations entre le profil motivationnel des jeunes femmes en obésité sévère (i.e., orientations générales à la causalité), et leurs profils d'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique. Ces résultats nous invitent à considérer une extension de l'UTAUT2 intégrant des variables motivationnelles. Ces variables motivationnelles peuvent être considérées comme des caractéristiques psychologiques liées à l'individu. Les besoins psychologiques fondamentaux, étant donné leurs relations avec l'acceptabilité des technologies (Khan et al., 2018; Lee et al., 2015; Nikou & Economides, 2017), peuvent également entrer dans cette catégorie, tout comme les traits de personnalité (Svendsen et al., 2013), les buts d'accomplissement ou l'auto-efficacité (Mascret et al., 2020). Au regard du contexte spécifique des technologies de promotion de l'activité physique, et sur la base des travaux de Lunney et al. (2016), nous pourrions également considérer une extension de l'UTAUT2 intégrant des caractéristiques individuelles physiologiques ou biologiques. Enfin, l'intégration de facteurs sociologiques pourrait être considérée au regard de la modération de l'acceptabilité selon le pays d'origine des études (Tao et al., 2020), reflétant l'influence de la culture de l'individu ou son niveau d'éducation. Ainsi, la première extension de l'UTAUT2 que nous proposons concerne l'intégration de caractéristiques liées à l'individu.

Par ailleurs, l'étude 5 a montré des différences entre les technologies de promotion de l'activité physique selon les techniques de changement de comportement qu'elles intègrent. Ces techniques reflètent la propension des technologies à générer un changement de comportement et donc à présager de leur efficacité. Si ces caractéristiques sont perçues par les utilisateurs, nous pouvons supposer qu'elles vont influencer leur acceptabilité de la technologie par le biais du

construit de performance attendue. En ce sens, Yang et Koenigstorfer (2021) ont mis en évidence un effet modérateur des caractéristiques des applications (i.e., caractéristiques liées à l'éducation c'est-à-dire qui intègrent des instructions, du coaching, et de l'apprentissage ; caractéristiques liées à la motivation, c'est-à-dire qui intègrent un suivi, des feedback, du soutien social, la fixation d'objectifs et des récompenses), en particulier sur la relation entre la performance attendue et l'intention d'utiliser des applications de fitness. De plus, d'autres caractéristiques de la technologie comme son utilisabilité peuvent également influencer l'acceptabilité par le biais du construit d'effort attendu. Au regard du peu d'études sur ces mécanismes dans la littérature, ces hypothèses restent à ce stade spéculatives. Toutefois, le modèle du TAM3 (Venkatesh & Bala, 2008) montrait déjà l'influence de caractéristiques propres à la technologie comme l'utilisabilité objective sur la facilité d'utilisation perçue (intégrée dans le construit d'effort attendu dans l'UTAUT2). D'autres études ont également mis en évidence des différences d'acceptabilité selon le type de technologie (i.e., les technologies mobiles étaient plus acceptées) (Tao et al., 2020). L'ensemble de ces résultats nous invite ainsi à considérer une deuxième extension de l'UTAUT2 intégrant des caractéristiques liées à la technologie.

Un troisième axe d'extension du modèle concerne l'intégration de caractéristiques environnementales. Il est reconnu, dans le domaine de l'activité physique, que le comportement est influencé par différents niveaux de déterminants, allant du niveau intra-individuel au niveau politique, selon l'approche socio-écologique (Bauman et al., 2012). Des liens ont ainsi été montrés entre le niveau d'activité physique du professionnel de santé, et la fréquence à laquelle il recommande la pratique d'une activité physique à ses patients (McFadden et al., 2019). Nous pouvons donc supposer que les professionnels de santé qui utilisent des technologies de promotion de l'activité physique seraient plus enclins à les recommander à leurs patients. Beglaryan et al. (2017) ont proposé un modèle théorique de l'acceptabilité des technologies du point de vue du professionnel de santé intégrant l'influence du patient. Nous pouvons supposer que la relation inverse existe également, dans laquelle l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique par le patient serait également influencée par le professionnel de santé. De manière plus générale, nous pouvons aussi supposer que l'accessibilité aux technologies en termes de connexion ou de matériel informatique, et les politiques incitatives en matière d'activité physique et de technologies pourraient constituer des facteurs environnementaux influençant l'acceptabilité des technologies.

Au regard de l'ensemble de ces éléments, nous proposons une extension de l'UTAUT2 (Figure 9) intégrant trois niveaux de facteurs : (a) les caractéristiques liées à l'individu (e.g., variables socio-démographiques, caractéristiques psychologiques, caractéristiques physiologiques et biologiques liées à l'activité physique, caractéristiques sociologiques), (b) les caractéristiques liées à la technologie (e.g., type de technologie, techniques de changement de

comportement intégrées, fonctionnalités des technologies, utilisabilité) et (c) les caractéristiques environnementales (e.g., influence des professionnels de santé, accessibilité aux technologies, politiques incitatives). Conceptualisé ainsi, nous pouvons considérer que l'acceptabilité d'une technologie dépend des caractéristiques liées à la technologie, des caractéristiques liées à l'individu, des caractéristiques liées à l'environnement, et du jugement de l'adéquation entre ces trois types de caractéristiques (i.e., acceptabilité de la technologie), conduisant ainsi au comportement d'usage. Nous pouvons également considérer que ces interactions entre plusieurs niveaux de caractéristiques se rapprochent du modèle de la symbiose humain-technologie-organisation (Brangier & Hammes, 2006).

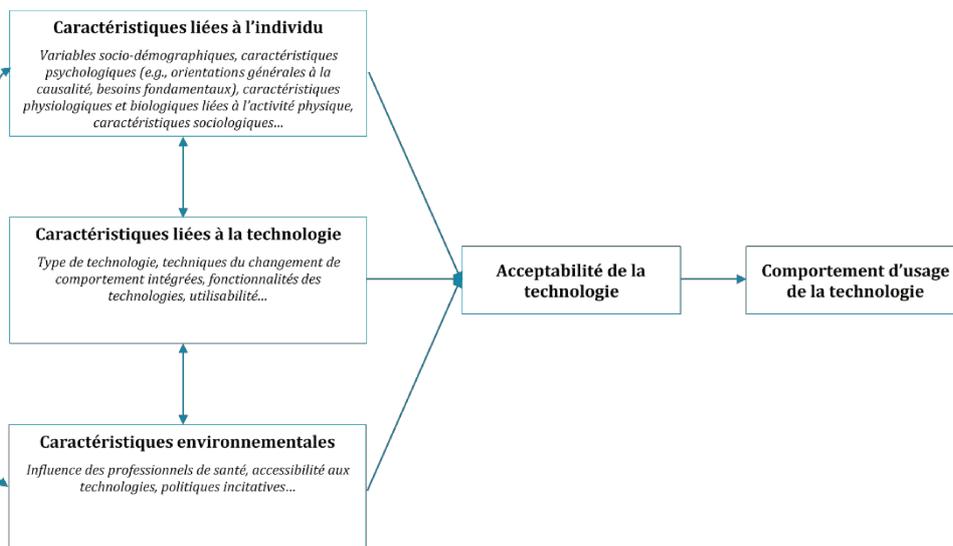


Figure 9. Extension de l'UTAUT2 dans le contexte de la promotion de l'activité physique : modèle théorique intégratif hypothétique

Cette proposition de modèle théorique intégratif n'a pas été testée et de futures études en ce sens seraient nécessaires. De plus, nous pensons que les réponses aux perspectives soulevées par nos questions de recherche contribueront également à ses futures évolutions, et ce d'autant plus que ce champ de recherche est en pleine expansion (i.e., seuls 9 articles publiés depuis 2015 sont intégrés dans la revue systématique – voir Etude 1).

Perspectives cliniques

Sur le plan clinique, les résultats obtenus au cours des études présentées dans ce travail doctoral permettent d'ores et déjà d'envisager certaines perspectives et implications cliniques. Tout d'abord, les niveaux élevés d'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique démontrés dans les études 3 et 4, permettent d'un point de vue clinique, d'encourager leur usage auprès des patientes. Nous pensons que le recours aux technologies constitue effectivement une perspective intéressante pour renforcer la prise en charge en activité physique adaptée de l'obésité sévère. L'utilisation de technologies de promotion de l'activité, en dehors du

cadre de soin habituel, pourrait permettre de limiter le taux de perdus de vue en maintenant un contact étroit entre les patientes et leur équipe de soin, limitant ainsi les risques de reprise pondérale.

Ensuite, les relations montrées entre les orientations générales à la causalité et les profils d'acceptabilité élevée des technologies peuvent se traduire par des recommandations ciblées de technologies selon le profil motivationnel des patientes. Pour commencer, nous avons montré une relation positive entre un niveau élevé d'orientation impersonnelle et une acceptabilité élevée de la visioconférence. Ainsi, les jeunes femmes peu motivées par l'activité physique car elles se sentent incompetentes, pourraient être orientées vers une activité physique en visioconférence. En raison de la prescription de cette technologie, l'initiation et la régulation du comportement d'activité physique serait externe au contrôle intentionnel. Pour le jeu vidéo actif, nous avons montré une relation positive entre une forte orientation de contrôle et une acceptabilité élevée de cette technologie. Le jeu vidéo actif pourrait ainsi être recommandé aux jeunes femmes ayant un profil de forte orientation de contrôle, en raison de la présence dans le jeu vidéo actif de récompenses et d'encouragements agissant comme des stimuli externes contrôlants. Pour les mêmes raisons, nous pourrions également recommander à ces jeunes femmes une application mobile en raison de la relation positive entre une forte orientation de contrôle et une forte acceptabilité de l'application mobile. Cependant, une relation entre une faible orientation impersonnelle et une acceptabilité élevée de l'application mobile a également été montrée dans nos travaux. En effet, l'application mobile nécessite un certain degré d'autonomie pour être utilisée ; il est donc nécessaire que la personne présente une faible orientation impersonnelle, afin de se sentir capable de faire de l'activité physique. Enfin, nous pensons que pour celles présentant une forte orientation autonome, il n'est pas nécessaire de leur proposer une activité physique basée sur l'utilisation de technologies, mais plutôt d'encourager le renforcement de leur activité physique actuelle, ou de les orienter vers des offres classiques d'activité physique. L'efficacité de ces orientations préférentielles sera étudiée dans l'essai interventionnel OCAPAS qui permettra d'examiner dans quelle mesure ces facteurs motivationnels contribuent à l'explication des effets durables des technologies. Même si nous n'en connaissons pas encore les effets, la prise en considération du profil motivationnel des patientes pourrait permettre une meilleure individualisation de la prise en charge en activité physique, et donc une meilleure adhésion au programme technologique d'activité physique.

Enfin, le choix des technologies pouvant être recommandées aux patientes devrait être conditionné par un examen préalable des stratégies de changement de comportement qu'elles intègrent. En effet, cet examen permettrait de proposer des technologies présentant une forte propension à générer un changement de comportement, et ainsi une probable meilleure efficacité.

En conclusion, les technologies de promotion de l'activité physique recommandées dans le contexte de l'obésité, et plus spécifiquement de la chirurgie bariatrique, pourraient favoriser une prise en charge plus individualisée. Elles permettraient également une probable meilleure efficacité des interventions de promotion de l'activité physique en dépassant certaines barrières à l'activité physique perçues par les jeunes femmes. Les technologies de promotion de l'activité physique ont ainsi le potentiel d'accompagner les jeunes femmes en obésité sévère vers un mode de vie physiquement actif.

Conclusion

Ce travail doctoral aura contribué à l'identification de mécanismes qui sous-tendent l'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique en contexte d'obésité et plus spécifiquement de chirurgie bariatrique. Des différences ont été démontrées entre les technologies de promotion de l'activité physique en termes : (a) de niveau et de profil d'acceptabilité de chaque technologie, (b) de caractéristiques motivationnelles en termes d'orientations générales à la causalité, et (c) de caractéristiques liées à la technologie en termes de techniques de changement de comportement mobilisées. Au regard de ces résultats, nous avons proposé une extension du modèle théorique de l'UTAUT2 en intégrant des caractéristiques liées à l'individu, des caractéristiques liées à la technologie, et des caractéristiques liées à l'environnement. Ce travail défend une approche intégratrice de l'acceptabilité des technologies appliquée aux technologies de promotion de l'activité physique dans le contexte de l'obésité sévère. Des implications cliniques ont pu être proposées, et les résultats de l'essai interventionnel OCAPAS viendront enrichir ces recommandations et l'étude des conditions d'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique. Des recherches futures visant à tester l'extension de l'UTAUT2 dans le contexte de la promotion de l'activité physique (Figure 9) seront nécessaires pour alimenter ce champ de recherche émergent.

Bibliographie

- Abraham, C., & Michie, S. (2008). A taxonomy of behavior change techniques used in interventions. *Health Psychology, 27*(3), 379-387. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.27.3.379>
- Adell, E., Varhalyi, A., & Nilsson, L. (2018). The definition of Acceptance and Acceptability. In *Driver Acceptance of New Technology: Theory, Measurement and Optimisation* (p. 11-21). <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781317147947>
- Ahmad, M. H., Salleh, R., Mohamad Nor, N. S., Baharuddin, A., Rodzlan Hasani, W. S., Omar, A., Jamil, A. T., Appukutty, M., Wan Muda, W. A. M., & Aris, T. (2018). Comparison between self-reported physical activity (IPAQ-SF) and pedometer among overweight and obese women in the MyBFF@home study. *BMC Women's Health, 18*(S1), 100. <https://doi.org/10.1186/s12905-018-0599-8>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ajzen, I., & Schmidt, P. (2020). Changing behavior using the theory of planned behavior. In M. S. Hagger, L. D. Cameron, K. Hamilton, N. Hankonen, & T. Lintunen (Éds.), *The Handbook of Behavior Change* (1^{re} éd., p. 17-31). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108677318.002>
- Alexandre, B., Reynaud, E., Osiurak, F., & Navarro, J. (2018). Acceptance and acceptability criteria : A literature review. *Cognition, Technology & Work, 20*(2), 165-177. <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0459-1>
- Alkhwaldi, M., & Kamala, M. (2017). Why do users accept innovative technologies? A critical review of technology acceptance models and theories. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, 4*(8), 7962-7971.
- Althoff, T., Sosič, R., Hicks, J. L., King, A. C., Delp, S. L., & Leskovec, J. (2017). Large-scale physical activity data reveal worldwide activity inequality. *Nature, 547*, 336.
- Angosto, S., García-Fernández, J., Valantine, I., & Grimaldi-Puyana, M. (2020). The intention to use fitness and physical activity apps: A systematic review. *Sustainability, 12*(16), 6641. <https://doi.org/10.3390/su12166641>
- Aromatario, O. (2017). E-santé et prévention santé: Quelle évaluation pour quels types d'intervention? *Annales des Mines - Réalités industrielles, Mai 2017*(2), 42. <https://doi.org/10.3917/rindu1.172.0042>

- Aromatario, O., Charles, C., Moysan, P., Alla, F., & Cambon, L. (2021). Prise en compte des inégalités sociales de santé dans l'évaluation de programmes en visioconférence destinés à promouvoir l'activité physique des patients en cours de traitement d'un cancer. *Global Health Promotion*, 28(1_suppl), 56-58. <https://doi.org/10.1177/1757975920987381>
- Aromatario, O., Van Hoyer, A., Vuillemin, A., Foucaut, A.-M., Crozet, C., Pommier, J., & Cambon, L. (2019). How do mobile health applications support behaviour changes? A scoping review of mobile health applications relating to physical activity and eating behaviours. *Public Health*, 175, 8-18. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2019.06.011>
- Aromatario, O., Van Hoyer, A., Vuillemin, A., Foucaut, A.-M., Pommier, J., & Cambon, L. (2019). Using theory of change to develop an intervention theory for designing and evaluating behavior change SDApps for healthy eating and physical exercise : The OCAPREV theory. *BMC Public Health*, 19(1), 1435. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7828-4>
- Bagherniya, M., Taghipour, A., Sharma, M., Sahebkar, A., Contento, I. R., Keshavarz, S. A., Mostafavi Darani, F., & Safarian, M. (2018). Obesity intervention programs among adolescents using social cognitive theory : A systematic literature review. *Health Education Research*, 33(1), 26-39. <https://doi.org/10.1093/her/cyx079>
- Baillot, A., Boissy, P., Tousignant, M., & Langlois, M.-F. (2016). Feasibility and effect of in-home physical exercise training delivered via telehealth before bariatric surgery. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 23(5), 529-535. <https://doi.org/10.1177/1357633X16653511>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy : Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action : A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy : The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Bandura, A. (2004). Health promotion by social cognitive means. *Health Education & Behavior*, 31(2), 143-164. <https://doi.org/10.1177/1090198104263660>
- Baranowski, T., Cullen, K. W., Nicklas, T., Thompson, D., & Baranowski, J. (2003). Are current health behavioral change models helpful in guiding prevention of weight gain efforts? *Obesity Research*, 11(S10), 23S-43S. <https://doi.org/10.1038/oby.2003.222>
- Basdevant, A. (2011). *Traité médecine et chirurgie de l'obésité*. Médecine Sciences Publications - Lavoisier.
- Bauman, A. E., Phongsavan, P., Waqanivalu, T., Puloka, V., World Health Organization, World Health Organization, & Regional Office for the Western Pacific. (2008). *Pacific physical*

- activity guidelines for adults : Framework for accelerating the communication of physical activity guidelines.* <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143636/>
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J., & Martin, B. W. (2012). Correlates of physical activity : Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 380(9838), 258-271. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60735-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60735-1)
- Beglaryan, M., Petrosyan, V., & Bunker, E. (2017). Development of a tripolar model of technology acceptance : Hospital-based physicians' perspective on EHR. *International Journal of Medical Informatics*, 102, 50-61. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.02.013>
- Berglind, D., Willmer, M., Tynelius, P., Ghaderi, A., Näslund, E., & Rasmussen, F. (2016). Accelerometer-measured versus self-reported physical activity levels and sedentary behavior in women before and 9 months after Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obesity Surgery*, 26(7), 1463-1470. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1971-5>
- Bernard, P., Boiché, J., Chevance, G., Haas, M., Héraud, N., Latrille, C., Lucas, C., Molinier, V., Roux, M., & Romain, A. J. (2019). *Traduction française de la taxonomie des techniques de changement de comportement (v1 ; Michie et al., 2013)*. <http://guillaumechevance.com/2019/06/07/traduction-francaise-de-la-taxonomie-v1-des-techniques-de-changement-de-comportement>
- Binyamin, S. S., & Zafar, B. A. (2021). Proposing a mobile apps acceptance model for users in the health area : A systematic literature review and meta-analysis. *Health Informatics Journal*, 27(1), 146045822097673. <https://doi.org/10.1177/1460458220976737>
- Boateng, G. O., Neilands, T. B., Frongillo, E. A., Melgar-Quinonez, H. R., & Young, S. L. (2018). Best practices for developing and validating scales for health, social, and behavioral research : A primer. *Frontiers in Public Health*, 6, 149. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00149>
- Bobillier Chaumon, M. E. (2016). The situated acceptance of ICT in/for the activity : Towards a clinical use. *Psychologie du Travail et des Organisations*, 22(1), 4-21. <https://doi.org/10.1016/j.pto.2016.01.001>
- Boddu, R., Wilson, E., Snyder, B., & Wilson, T. (2012). Optimizing weight loss outcomes for bariatric surgery patients : The role of physical activity. *BMC Proceedings*, 6(S4). <https://doi.org/10.1186/1753-6561-6-S4-01>
- Bond, D. S., Thomas, J. G., Ryder, B. A., Vithiananthan, S., Pohl, D., & Wing, R. R. (2013). Ecological momentary assessment of the relationship between intention and physical activity behavior in bariatric surgery patients. *International Journal of Behavioral Medicine*, 20(1), 82-87. <https://doi.org/10.1007/s12529-011-9214-1>
- Bort-Roig, J., Gilson, N. D., Puig-Ribera, A., Contreras, R. S., & Trost, S. G. (2014). Measuring and influencing physical activity with smartphone technology : A systematic review. *Sports Medicine*, 44(5), 671-686. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0142-5>

- Bradley, L. E., Forman, E. M., Kerrigan, S. G., Goldstein, S. P., Butryn, M. L., Thomas, J. G., Herbert, J. D., & Sarwer, D. B. (2017). Project HELP : A remotely delivered behavioral intervention for weight regain after bariatric surgery. *Obesity Surgery*, 27(3), 586-598. <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2337-3>
- Brangier, É., & Hammes, S. (2006). How to measure the human-technology-organization relationship? In *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* (p. 71-78). Estia Innovation éditeur. <https://doi.org/10.4000/pistes.2959>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Burgess, E., Hassmén, P., Welvaert, M., & Pumpa, K. L. (2017). Behavioural treatment strategies improve adherence to lifestyle intervention programmes in adults with obesity: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Obesity*, 7(2), 105-114. <https://doi.org/10.1111/cob.12180>
- Busetto, L., Dicker, D., Azran, C., Batterham, R. L., Farpour-Lambert, N., Fried, M., Hjelmæsæth, J., Kinzl, J., Leitner, D. R., Makaronidis, J. M., Schindler, K., Toplak, H., & Yumuk, V. (2017). Practical recommendations of the obesity management task force of the european association for the study of obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obesity Facts*, 10(6), 597-632. <https://doi.org/10.1159/000481825>
- Capodaglio, P., De Souza, S. A., Parisio, C., Precilios, H., Vismara, L., Cimolin, V., & Brunani, A. (2013). Reference values for the 6-Min walking test in obese subjects. *Disability and Rehabilitation*, 35(14), 1199-1203. <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.726313>
- Carraça, E., Encantado, J., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J., Busetto, L., Baak, M., Dicker, D., Ermolao, A., Farpour-Lambert, N., Pramono, A., Woodward, E., Bellicha, A., & Oppert, J. (2021). Effective behavior change techniques to promote physical activity in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. <https://doi.org/10.1111/obr.13258>
- Catenacci, V. A., & Wyatt, H. R. (2007). The role of physical activity in producing and maintaining weight loss. *Nature Clinical Practice Endocrinology & Metabolism*, 3(7), 518-529. <https://doi.org/10.1038/ncpendmet0554>
- Chaddha, A., Jackson, E. A., Richardson, C. R., & Franklin, B. A. (2017). Technology to help promote physical activity. *The American Journal of Cardiology*, 119(1), 149-152. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2016.09.025>

- Chang, A. (2012). UTAUT and UTAUT 2 : A review and agenda for future research. *Journal The Winners*, 13(2), 106-114. <https://doi.org/10.21512/tw.v13i2.656>
- Cheng, O. Y., Yam, C. L. Y., Cheung, N. S., Lee, P. L. P., Ngai, M. C., & Lin, C.-Y. (2019). Extended theory of planned behavior on eating and physical activity. *American Journal of Health Behavior*, 43(3), 569-581. <https://doi.org/10.5993/AJHB.43.3.11>
- Chevance, G., Caudroit, J., Romain, A. J., & Boiché, J. (2017). The adoption of physical activity and eating behaviors among persons with obesity and in the general population : The role of implicit attitudes within the Theory of Planned Behavior. *Psychology, Health & Medicine*, 22(3), 319-324. <https://doi.org/10.1080/13548506.2016.1159705>
- Chia, G. L. C., Anderson, A., & McLean, L. A. (2019). Behavior change techniques incorporated in fitness trackers : Content analysis. *JMIR MHealth and UHealth*, 7(7), e12768. <https://doi.org/10.2196/12768>
- Chin, S.-H., Kahathuduwa, C. N., & Binks, M. (2016). Physical activity and obesity : What we know and what we need to know. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 17(12), 1226-1244. <https://doi.org/10.1111/obr.12460>
- Coen, P. M., Carnero, E. A., & Goodpaster, B. H. (2018). Exercise and bariatric surgery : An effective therapeutic strategy. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 46(4), 262-270. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000168>
- Compeau, D. R., & Higgins, C. A. (1995). Computer self-efficacy : Development of a measure and initial test. *MIS Quarterly*, 19(2), 189-211. <https://doi.org/10.2307/249688>
- Cotie, L. M., Prince, S. A., Elliott, C. G., Ziss, M. C., McDonnell, L. A., Mullen, K. A., Hiremath, S., Pipe, A. L., Reid, R. D., & Reed, J. L. (2018). The effectiveness of eHealth interventions on physical activity and measures of obesity among working-age women : A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 19(10), 1340-1358. <https://doi.org/10.1111/obr.12700>
- Creel, D. B., Schuh, L. M., Reed, C. A., Gomez, A. R., Hurst, L. A., Stote, J., & Cacucci, B. M. (2016). A randomized trial comparing two interventions to increase physical activity among patients undergoing bariatric surgery : Physical activity and bariatric surgery. *Obesity*, 24(8), 1660-1668. <https://doi.org/10.1002/oby.21548>
- Czernichow, S., Bain, S. C., Capehorn, M., Bøgelund, M., Madsen, M. E., Yssing, C., McMillan, A. C., Cancino, A., & Panton, U. H. (2021). Costs of the COVID-19 pandemic associated with obesity in Europe : A health-care cost model. *Clinical Obesity*, 11(2). <https://doi.org/10.1111/cob.12442>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>

- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology : A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111-1132. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1992.tb00945.x>
- Davis, F. D., & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model : Three experiments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(1), 19-45. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1996.0040>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). The general causality orientations scale : Self-determination in personality. *Journal of Research in Personality*, 19(2), 109-134. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(85\)90023-6](https://doi.org/10.1016/0092-6566(85)90023-6)
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness : Defining « gamification ». *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11*, 9. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Detournay, B. (2021). Le coût de l'obésité en France. *Médecine des Maladies Métaboliques*, S195725572100081X. <https://doi.org/10.1016/j.mmm.2021.03.002>
- de Vries, H. J., Kooiman, T. J. M., van Ittersum, M. W., van Brussel, M., & de Groot, M. (2016). Do activity monitors increase physical activity in adults with overweight or obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity*, 24(10), 2078-2091. <https://doi.org/10.1002/oby.21619>
- DGOS-DGS-CNAM, & Contribution Haute Autorité de Santé. (2019). *Feuille de route—Prise en charge des personnes en situation d'obésité 2019-2022*. https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/feuille_de_route_obesite_2019-2022.pdf
- Direito, A., Carraça, E., Rawstorn, J., Whittaker, R., & Maddison, R. (2017). mHealth technologies to influence physical activity and sedentary behaviors : Behavior change techniques, systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Annals of Behavioral Medicine*, 51(2), 226-239. <https://doi.org/10.1007/s12160-016-9846-0>
- Donnachie, C., Wyke, S., Mutrie, N., & Hunt, K. (2017). 'It's like a personal motivator that you carried around wi' you' : Utilising self-determination theory to understand men's experiences of using pedometers to increase physical activity in a weight management programme. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0505-z>
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W., & Smith, B. K. (2009). Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of

- weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(2), 459-471. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181949333>
- Düking, P., Tafler, M., Wallmann-Sperlich, B., Sperlich, B., & Kleih, S. (2020). Behavior change techniques in wrist-worn wearables to promote physical activity : Content analysis. *JMIR MHealth and UHealth*, 8(11), e20820. <https://doi.org/10.2196/20820>
- El Ansari, W., & Elhag, W. (2021). Weight regain and insufficient weight loss after bariatric surgery : Definitions, prevalence, mechanisms, predictors, prevention and management strategies, and knowledge gaps—a scoping review. *Obesity Surgery*, 31(4), 1755-1766. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-05160-5>
- Emm-Collison, L. G., Sebire, S. J., Salway, R., Thompson, J. L., & Jago, R. (2020). Multidimensional motivation for exercise : A latent profile and transition analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, 47, 101619. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101619>
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention and behavior : An introduction to theory and research*. Addison-Wesley.
- Flores Mateo, G., Granado-Font, E., Ferré-Grau, C., & Montaña-Carreras, X. (2015). Mobile phone apps to promote weight loss and increase physical activity : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 17(11), e253. <https://doi.org/10.2196/jmir.4836>
- Freire, R. H., Borges, M. C., Alvarez-Leite, J. I., & Correia, M. I. T. D. (2012). Food quality, physical activity, and nutritional follow-up as determinant of weight regain after Roux-en-Y gastric bypass. *Nutrition*, 28(1), 53-58. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.01.011>
- Fulton, C., Sheppard, C., Birch, D., Karmali, S., & de Gara, C. (2017). A comparison of revisional and primary bariatric surgery. *Canadian Journal of Surgery*, 60(3), 205-211. <https://doi.org/10.1503/cjs.006116>
- Gao, Z. (2019). *Technology in physical activity and health promotion* (Routledge). Taylor & Francis Group.
- Geidl, W., Schlesinger, S., Mino, E., Miranda, L., & Pfeifer, K. (2020). Dose–response relationship between physical activity and mortality in adults with noncommunicable diseases : A systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 109. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01007-5>
- Giger, J.-C. (2008). Examen critique du caractère prédictif, causal et falsifiable de deux théories de la relation attitude-comportement : La théorie de l'action raisonnée et la théorie du comportement planifié. *L'Année Psychologique*, 108(01), 107. <https://doi.org/10.4074/S000350330800105X>

- González-Cutre, D., Megías, Á., Beltrán-Carrillo, V. J., Cervelló, E., & Spray, C. M. (2018). Effects of a physical activity program on post-bariatric patients : A qualitative study from a self-determination theory perspective. *Journal of Health Psychology*, 135910531877072. <https://doi.org/10.1177/1359105318770729>
- Gourlan, M. J., Bernard, P., Bortolon, C., Romain, A. J., Lareyre, O., Carayol, M., Ninot, G., & Boiché, J. (2016). Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychology Review*, 10(1), 50-66. <https://doi.org/10.1080/17437199.2014.981777>
- Gourlan, M. J., Trouilloud, D. O., & Sarrazin, P. (2011). Interventions promoting physical activity among obese populations : A meta-analysis considering global effect, long-term maintenance, physical activity indicators and dose characteristics. *Obesity Reviews*, 12(7), e633-e645. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00874.x>
- Gourlan, M. J., Trouilloud, D., & Sarrazin, P. (2013). Motivational characteristics of obese adolescents toward physical activity : Contribution of self-determination theory. *European Review of Applied Psychology*, 63(4), 209-218. <https://doi.org/10.1016/j.erap.2013.02.001>
- Griffiths, F., Lindenmeyer, A., Powell, J., Lowe, P., & Thorogood, M. (2006). Why are health care interventions delivered over the internet? A systematic review of the published literature. *Journal of Medical Internet Research*, 8(2), e10. <https://doi.org/10.2196/jmir.8.2.e10>
- Gücin, N. Ö., & Berk, Ö. S. (2015). Technology acceptance in health care : An integrative review of predictive factors and intervention programs. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 1698-1704. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.263>
- Guthold, R., Stevens, G. 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. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7)
- Hagger, M. S., Cameron, L. D., Hamilton, K., Hankonen, N., & Lintunen, T. (Éds.). (2020). *The Handbook of Behavior Change* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108677318>
- Hagger, M. S., & Hamilton, K. (2020). General causality orientations in self-determination theory : Meta-analysis and test of a process model. *European Journal of Personality*, 0890207020962330. <https://doi.org/10.1177/0890207020962330>
- Hagger, M. S., Hankonen, N., Chatzisarantis, N. L. D., & Ryan, R. M. (2020). Changing behavior using self-determination theory. In M. S. Hagger, L. D. Cameron, K. Hamilton, N. Hankonen, & T. Lintunen (Éds.), *The Handbook of Behavior Change* (1^{re} éd., p. 104-119). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108677318.008>

- Hakala, S., Rintala, A., Immonen, J., Karvanen, J., Heinonen, A., & Sjögren, T. (2017). Effectiveness of physical activity promoting technology-based distance interventions compared to usual care. Systematic review, meta-analysis and meta-regression. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(6), 953-967. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04585-3>
- Halimi, S. (2019). Chirurgie bariatrique : État des lieux en France en 2019. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 13(8), 677-686. [https://doi.org/10.1016/S1957-2557\(19\)30210-X](https://doi.org/10.1016/S1957-2557(19)30210-X)
- Hansen, D., Decroix, L., Devos, Y., Nocca, D., Cornelissen, V., Dillemans, B., & Lannoo, M. (2020). Towards optimized care after bariatric surgery by physical activity and exercise intervention : A review. *Obesity Surgery*, 30(3), 1118-1125. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04390-x>
- Haute Autorité de Santé. (2009). *Obesity surgery in adults: Guidelines*. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-11/obesity_surgery_-_guidelines.pdf
- Haute Autorité de Santé. (2011). *Surpoids et obésité de l'adulte : Prise en charge médicale de premier recours—Recommandations pour la pratique clinique*. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-09/2011_09_30_obesite_adulte_argumentaire.pdf
- Haute Autorité de Santé. (2018). *Prescription d'activité physique et sportive : Surpoids et obésité de l'adulte*. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/ref_aps_surpoids_obesite_vf.pdf
- Hayotte, M., Nègre, V., Gray, L., Sadoul, J.-L., & d'Arripe-Longueville, F. (2020). The transtheoretical model (TTM) to gain insight into young women's long-term physical activity after bariatric surgery : A qualitative study. *Obesity Surgery*, 30(2), 595-602. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04220-9>
- Heino, M. T. J., Knittle, K., Noone, C., Hasselman, F., & Hankonen, N. (2021). Studying behaviour change mechanisms under complexity. *Behavioral Sciences*, 11(5), 77. <https://doi.org/10.3390/bs11050077>
- Hinman, R. S., Lawford, B. J., & Bennell, K. L. (2019). Harnessing technology to deliver care by physical therapists for people with persistent joint pain : Telephone and video-conferencing service models. *Journal of Applied Biobehavioral Research*, 24(2). <https://doi.org/10.1111/jabr.12150>
- Holden, R. J., & Karsh, B.-T. (2010). The Technology Acceptance Model : Its past and its future in health care. *Journal of Biomedical Informatics*, 43(1), 159-172. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.07.002>
- Hunt, H. R., & Gross, A. M. (2009). Prediction of exercise in patients across various stages of bariatric surgery : A comparison of the merits of the Theory of Reasoned Action versus the

- Theory of Planned Behavior. *Behavior Modification*, 33(6), 795-817.
<https://doi.org/10.1177/0145445509348055>
- Jacobi, D., Buzel , R., & Couet, C. (2010). Peut-on parler de pandémie d'ob siti  ? *La Presse Médicale*, 39(9), 902-906. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2010.01.014>
- Jakicic, J. M., Clark, K., Coleman, E., Donnelly, J. E., Foreyt, J., Melanson, E., Volek, J., & Volpe, S. L. (2001). Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(12), 2145-2156. <https://doi.org/10.1097/00005768-200112000-00026>
- James, D. C. S., Pobee, J. W., Oxidine, D., Brown, L., & Joshi, G. (2012). Using the Health Belief Model to develop culturally appropriate weight-management materials for african-american women. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(5), 664-670. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.02.003>
- Karmali, S., Brar, B., Shi, X., Sharma, A. M., de Gara, C., & Birch, D. W. (2013). Weight recidivism post-bariatric surgery: A systematic review. *Obesity Surgery*, 23(11), 1922-1933. <https://doi.org/10.1007/s11695-013-1070-4>
- Kaviani, S., Dadgostar, H., Mazaherinezhad, A., Adib, H., Soleymani-Dodaran, M., Soheilipour, F., & Hakiminezhad, M. (2017). Comparing minimally supervised home-based and closely supervised gym-based exercise programs in weight reduction and insulin resistance after bariatric surgery : A randomized clinical trial. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*, 31(1), 196-201. <https://doi.org/10.14196/mjiri.31.34>
- Khan, I. U., Hameed, Z., Yu, Y., Islam, T., Sheikh, Z., & Khan, S. U. (2018). Predicting the acceptance of MOOCs in a developing country : Application of task-technology fit model, social motivation, and self-determination theory. *Telematics and Informatics*, 35(4), 964-978. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.09.009>
- Kim, H., & Xie, B. (2017). Health literacy in the eHealth era : A systematic review of the literature. *Patient Education and Counseling*, 100(6), 1073-1082. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2017.01.015>
- Kim, H.-N., & Seo, K. (2019). Smartphone-based health program for improving physical activity and tackling obesity for young adults : A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(1), 15. <https://doi.org/10.3390/ijerph17010015>
- King, W. C., Chen, J.-Y., Bond, D. S., Belle, S. H., Courcoulas, A. P., Patterson, E. J., Mitchell, J. E., Inabnet, W. B., Dakin, G. F., Flum, D. R., Cook, B., & Wolfe, B. M. (2015). Objective assessment of changes in physical activity and sedentary behavior : Pre- through 3 years post-bariatric surgery. *Obesity*, 23(6), 1143-1150. <https://doi.org/10.1002/oby.21106>

- Klasnja, P., Rosenberg, D. E., Zhou, J., Anau, J., Gupta, A., & Arterburn, D. E. (2021). A quality-improvement optimization pilot of BariFit, a mobile health intervention to promote physical activity after bariatric surgery. *Translational Behavioral Medicine, 11*(2), 530-539. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibaa040>
- Kuru, H. (2018). Behavior change techniques used in mobile applications targeting physical activity : A systematic review. In E. Sezgin, S. Yildirim, S. Özkan-Yildirim, & E. Sumuer (Éds.), *Current and Emerging mHealth Technologies* (p. 23-35). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73135-3_3
- Lee, Y., Lee, J., & Hwang, Y. (2015). Relating motivation to information and communication technology acceptance : Self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior, 51*, 418-428. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.021>
- Lewis, B. A., Napolitano, M. A., Buman, M. P., Williams, D. M., & Nigg, C. R. (2017). Future directions in physical activity intervention research : Expanding our focus to sedentary behaviors, technology, and dissemination. *Journal of Behavioral Medicine, 40*(1), 112-126. <https://doi.org/10.1007/s10865-016-9797-8>
- Lim, H. J., Xue, H., & Wang, Y. (2020). Global Trends in Obesity. In H. L. Meiselman (Éd.), *Handbook of eating and drinking* (p. 1217-1235). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14504-0_157
- Lunney, A., Cunningham, N. R., & Eastin, M. S. (2016). Wearable fitness technology : A structural investigation into acceptance and perceived fitness outcomes. *Computers in Human Behavior, 65*, 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.007>
- Lyons, E. J., & Hatkevich, C. (2013). Prevalence of behavior changing strategies in fitness video games : Theory-based content analysis. *Journal of Medical Internet Research, 15*(5), e81. <https://doi.org/10.2196/jmir.2403>
- Marcus, B. H., Selby, V. C., Niaura, R. S., & Rossi, J. S. (1992). Self-efficacy and the stages of exercise behavior change. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 63*(1), 60-66. <https://doi.org/10.1080/02701367.1992.10607557>
- Marshall, S. J., & Biddle, S. J. H. (2001). The transtheoretical model of behavior change : A meta-analysis of applications to physical activity and exercise. *Annals of Behavioral Medicine, 23*(4), 229-246. https://doi.org/10.1207/S15324796ABM2304_2
- Masclet, N., Delbes, L., Voron, A., Temprado, J.-J., & Montagne, G. (2020). Acceptance of a virtual reality headset designed for fall prevention in older adults : Questionnaire study. *Journal of Medical Internet Research, 22*(12), e20691. <https://doi.org/10.2196/20691>
- Mazéas, A., Duclos, M., Pereira, B., & Chalabaev, A. (2020). *Does gamification improve physical activity? A systematic review and meta-analysis* [Preprint]. SportRxiv. <https://doi.org/10.31236/osf.io/n8sur>

- McArthur, L. H., Riggs, A., Uribe, F., & Spaulding, T. J. (2018). Health Belief Model offers opportunities for designing weight management interventions for college students. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, *50*(5), 485-493. <https://doi.org/10.1016/j.jneb.2017.09.010>
- McFadden, T., Fortier, M., Sweet, S. N., Tomasone, J. R., McGinn, R., & Levac, B. M. (2019). Canadian medical students' perceived motivation, confidence and frequency recommending physical activity. *Preventive Medicine Reports*, *15*, 100898. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2019.100898>
- McKay, F. H., Cheng, C., Wright, A., Shill, J., Stephens, H., & Uccellini, M. (2018). Evaluating mobile phone applications for health behaviour change : A systematic review. *Journal of Telemedicine and Telecare*, *24*(1), 22-30. <https://doi.org/10.1177/1357633X16673538>
- McKay, F. H., Slykerman, S., & Dunn, M. (2019). The app behavior change scale : Creation of a scale to assess the potential of apps to promote behavior change. *JMIR MHealth and UHealth*, *7*(1), e11130. <https://doi.org/10.2196/11130>
- McKay, F. H., Wright, A., Shill, J., Stephens, H., & Uccellini, M. (2019). Using health and well-being apps for behavior change : A systematic search and rating of apps. *JMIR MHealth and UHealth*, *7*(7), e11926. <https://doi.org/10.2196/11926>
- Mercer, K., Li, M., Giangregorio, L., Burns, C., & Grindrod, K. (2016). Behavior change techniques present in wearable activity trackers : A critical analysis. *JMIR MHealth and UHealth*, *4*(2), e40. <https://doi.org/10.2196/mhealth.4461>
- Michie, S., Ashford, S., Sniehotta, F. F., Dombrowski, S. U., Bishop, A., & French, D. P. (2011). A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours : The CALO-RE taxonomy. *Psychology & Health*, *26*(11), 1479-1498. <https://doi.org/10.1080/08870446.2010.540664>
- Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., Eccles, M. P., Cane, J., & Wood, C. E. (2013). The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques : Building an international consensus for the reporting of behavior change interventions. *Annals of Behavioral Medicine*, *46*(1), 81-95. <https://doi.org/10.1007/s12160-013-9486-6>
- Michie, S., van Stralen, M. M., & West, R. (2011). The behaviour change wheel : A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science*, *6*(1), 42. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42>
- Middelweerd, A., Mollee, J. S., van der Wal, C. N., Brug, J., & te Velde, S. J. (2014). Apps to promote physical activity among adults : A review and content analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *11*(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-014-0097-9>

- Mollee, J. S., Middelweerd, A., Kurvers, R. L., & Klein, M. C. A. (2017). What technological features are used in smartphone apps that promote physical activity? A review and content analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, *21*(4), 633-643. <https://doi.org/10.1007/s00779-017-1023-3>
- Monedero, J., Lyons, E. J., & O’Gorman, D. J. (2015). Interactive video game cycling leads to higher energy expenditure and is more enjoyable than conventional exercise in adults. *PLOS ONE*, *10*(3), e0118470. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118470>
- Mundi, M. S., Lorentz, P. A., Grothe, K., Kellogg, T. A., & Collazo-Clavell, M. L. (2015). Feasibility of smartphone-based education modules and ecological momentary assessment/intervention in pre-bariatric surgery patients. *Obesity Surgery*, *25*(10), 1875-1881. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1617-7>
- Murakami, H., Kawakami, R., Nakae, S., Yamada, Y., Nakata, Y., Ohkawara, K., Sasai, H., Ishikawa-Takata, K., Tanaka, S., & Miyachi, M. (2019). Accuracy of 12 wearable devices for estimating physical activity energy expenditure using a metabolic chamber and the doubly labeled water method: Validation study. *JMIR MHealth and UHealth*, *7*(8), e13938. <https://doi.org/10.2196/13938>
- Murphy, J., Uttamlal, T., Schmidtke, K. A., Vlaev, I., Taylor, D., Ahmad, M., Alsters, S., Purkayastha, P., Scholtz, S., Ramezani, R., Ahmed, A. R., Chahal, H., Darzi, A., & Blakemore, A. I. F. (2020). Tracking physical activity using smart phone apps: Assessing the ability of a current app and systematically collecting patient recommendations for future development. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, *20*(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s12911-020-1025-3>
- Nami Nazari, L., Javazdzade, H., Tahmasebi, R., & Reisi, M. (2019). Predictors of physical activity-related energy expenditure among overweight and obese middle-aged women in south of Iran: An application of social cognitive theory. *Obesity Medicine*, *14*, 100078. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2019.01.002>
- Nikolaou, C. K., & Lean, M. E. J. (2017). Mobile applications for obesity and weight management: Current market characteristics. *International Journal of Obesity*, *41*(1), 200-202. <https://doi.org/10.1038/ijo.2016.186>
- Nikou, S. A., & Economides, A. A. (2017). Mobile-based assessment: Integrating acceptance and motivational factors into a combined model of self-determination theory and technology acceptance. *Computers in Human Behavior*, *68*, 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.020>
- Nutbeam, D., & Lloyd, J. E. (2021). Understanding and responding to health literacy as a social determinant of health. *Annual Review of Public Health*, *42*(1), annurev-publhealth-090419-102529. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-090419-102529>

- Olander, E. K., Fletcher, H., Williams, S., Atkinson, L., Turner, A., & French, D. P. (2013). What are the most effective techniques in changing obese individuals' physical activity self-efficacy and behaviour : A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *10*(1), 29. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-10-29>
- Orji, R., & Moffatt, K. (2018). Persuasive technology for health and wellness : State-of-the-art and emerging trends. *Health Informatics Journal*, *24*(1), 66-91. <https://doi.org/10.1177/1460458216650979>
- Parrott, M. W., Tennant, L. K., Olejnik, S., & Poudevigne, M. S. (2008). Theory of Planned Behavior : Implications for an email-based physical activity intervention. *Psychology of Sport and Exercise*, *9*(4), 511-526. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2007.07.002>
- Petit, A., & Cambon, L. (2016). Exploratory study of the implications of research on the use of smart connected devices for prevention : A scoping review. *BMC Public Health*, *16*, 552. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3225-4>
- Plotnikoff, R. C., Lubans, D. R., Costigan, S. A., & McCargar, L. (2013). A test of the Theory of Planned Behavior to predict physical activity in an overweight/obese population sample of adolescents from Alberta, Canada. *Health Education & Behavior*, *40*(4), 415-425. <https://doi.org/10.1177/1090198112455642>
- Posadzki, P., Pieper, D., Bajpai, R., Makaruk, H., Könsgen, N., Neuhaus, A. L., & Semwal, M. (2020). Exercise/physical activity and health outcomes : An overview of Cochrane systematic reviews. *BMC Public Health*, *20*(1), 1724. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09855-3>
- Possmark, S., Sellberg, F., Willmer, M., Tynelius, P., Persson, M., & Berglind, D. (2020). Accelerometer-measured versus self-reported physical activity levels in women before and up to 48 months after Roux-en-Y Gastric Bypass. *BMC Surgery*, *20*(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s12893-020-00699-7>
- Prochaska, J. O., & DiClemente, C. C. (1982). Transtheoretical therapy : Toward a more integrative model of change. *Psychotherapy: Theory, Research & Practice*, *19*(3), 276-288. <https://doi.org/10.1037/h0088437>
- Raaijmakers, L. C. H., Pouwels, S., Berghuis, K. A., & Nienhuijs, S. W. (2015). Technology-based interventions in the treatment of overweight and obesity : A systematic review. *Appetite*, *95*, 138-151. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.07.008>
- Rahimi, B., Nadri, H., Lotfnezhad Afshar, H., & Timpka, T. (2018). A systematic review of the technology acceptance model in health informatics. *Applied Clinical Informatics*, *09*(03), 604-634. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1668091>
- Ren, Z.-Q., Lu, G.-D., Zhang, T.-Z., & Xu, Q. (2018). Effect of physical exercise on weight loss and physical function following bariatric surgery : A meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*, *8*(10), e023208. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023208>

- Rezapour, B., Mostafavi, F., & Khalkhali, H. (2016). « Theory based health education : Application of health belief model for Iranian obese and overweight students about physical activity » in Urmia, Iran. *International Journal of Preventive Medicine*, 7(1), 115. <https://doi.org/10.4103/2008-7802.191879>
- Rhodes, R. E., McEwan, D., & Rebar, A. L. (2019). Theories of physical activity behaviour change : A history and synthesis of approaches. *Psychology of Sport and Exercise*, 42, 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.11.010>
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations*. The Free Press.
- Rogers, E. M., & Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of Innovations; A Cross-Cultural Approach*.
- Romain, A. J., Bernard, P., Hokayem, M., Gernigon, C., & Avignon, A. (2016). Measuring the processes of change from the transtheoretical model for physical activity and exercise in overweight and obese adults. *American Journal of Health Promotion*, 30(4), 272-278. <https://doi.org/10.1177/0890117116633829>
- Romain, A. J., Chevance, G., Caudroit, J., & Bernard, P. (2016). The transtheoretical model : Description, interests and application in the motivation to physical activity among population with overweight and obesity. *Obésité*, 11(1), 47-55. <https://doi.org/10.1007/s11690-015-0504-7>
- Rosenstock, I. M. (1974). The Health Belief Model and preventive health behavior. *Health Education Monographs*, 2(4), 354-386. <https://doi.org/10.1177/109019817400200405>
- Rosenstock, I. M., Strecher, V. J., & Becker, M. H. (1988). Social Learning Theory and the Health Belief Model. *Health Education Quarterly*, 15(2), 175-183. <https://doi.org/10.1177/109019818801500203>
- Ross, S. E., Flynn, J. I., & Pate, R. R. (2016). What is really causing the obesity epidemic? A review of reviews in children and adults. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1148-1153. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1093650>
- Rubino, F., Puhl, R. M., Cummings, D. E., Eckel, R. H., Ryan, D. H., Mechanick, J. I., Nadglowski, J., Ramos Salas, X., Schauer, P. R., Twenefour, D., Apovian, C. M., Aronne, L. J., Batterham, R. L., Berthoud, H.-R., Boza, C., Busetto, L., Dicker, D., De Groot, M., Eisenberg, D., ... Dixon, J. B. (2020). Joint international consensus statement for ending stigma of obesity. *Nature Medicine*, 26(4), 485-497. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0803-x>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). *Self-determination theory : Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. Guilford Press.
- Samdal, G. B., Eide, G. E., Barth, T., Williams, G., & Meland, E. (2017). Effective behaviour change techniques for physical activity and healthy eating in overweight and obese adults : Systematic review and meta-regression analyses. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0494-y>

- Santarossa, S., Kane, D., Senn, C. Y., & Woodruff, S. J. (2018). Exploring the role of in-person components for online health behavior change interventions : Can a digital person-to-person component suffice? *Journal of Medical Internet Research*, 20(4), e144. <https://doi.org/10.2196/jmir.8480>
- Santé publique France. (2017). *Etude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban), 2014-2016. Volet Nutrition. Chapitre Corpulence* (p. 42). [/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/etude-de-sante-sur-l-environnement-la-biosurveillance-l-activite-physique-et-la-nutrition-esteban-2014-2016.-volet-nutrition.-chapitre-corpulence](https://determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/etude-de-sante-sur-l-environnement-la-biosurveillance-l-activite-physique-et-la-nutrition-esteban-2014-2016.-volet-nutrition.-chapitre-corpulence)
- Sarrazin, P., Cheval, B., & Isoard-Gautheur, S. (2015). La théorie de l'autodétermination : Un cadre pour comprendre et nourrir la motivation dans le domaine de l'activité physique pour la santé et du sport. In *La théorie de l'autodétermination : Aspects théoriques et appliqués* (N. Charbonneau, Y. Paquet, R. Vallerand, p. 267-290).
- Schwingshackl, L., Dias, S., & Hoffmann, G. (2014). Impact of long-term lifestyle programmes on weight loss and cardiovascular risk factors in overweight/obese participants : A systematic review and network meta-analysis. *Systematic Reviews*, 3, 130. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-3-130>
- Sempos, C. T., Liu, K., & Ernst, N. D. (1999). Food and nutrient exposures : What to consider when evaluating epidemiologic evidence. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1330S-1338S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.6.1330S>
- Sheeran, P., & Webb, T. L. (2016). The Intention-Behavior Gap. *Social and Personality Psychology Compass*, 10(9), 503-518. <https://doi.org/10.1111/spc3.12265>
- Sheldon, K. M. (2011). Integrating behavioral-motive and experiential-requirement perspectives on psychological needs : A two process model. *Psychological Review*, 118(4), 552-569. <https://doi.org/10.1037/a0024758>
- Silva, M. N., Vieira, P. N., Coutinho, S. R., Minderico, C. S., Matos, M. G., Sardinha, L. B., & Teixeira, P. J. (2010). Using self-determination theory to promote physical activity and weight control : A randomized controlled trial in women. *Journal of Behavioral Medicine*, 33(2), 110-122. <https://doi.org/10.1007/s10865-009-9239-y>
- Sjöström, L. (2013). Review of the key results from the Swedish Obese Subjects (SOS) trial—A prospective controlled intervention study of bariatric surgery. *Journal of Internal Medicine*, 273(3), 219-234. <https://doi.org/10.1111/joim.12012>
- Sjöström, L., Narbro, K., Sjöström, C. D., Karason, K., Larsson, B., Wedel, H., Lystig, T., Sullivan, M., Bouchard, C., Carlsson, B., Bengtsson, C., Dahlgren, S., Gummesson, A., Jacobson, P., Karlsson, J., Lindroos, A.-K., Lönroth, H., Näslund, I., Olbers, T., ... Carlsson, L. M. S. (2007). Effects of

- bariatric surgery on mortality in swedish obese subjects. *New England Journal of Medicine*, 357(8), 741-752. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa066254>
- Soleymani, T., Daniel, S., & Garvey, W. T. (2016). Weight maintenance : Challenges, tools and strategies for primary care physicians. *Obesity Reviews*, 17(1), 81-93. <https://doi.org/10.1111/obr.12322>
- Sørensen, K., Pelikan, J. M., Röthlin, F., Ganahl, K., Slonska, Z., Doyle, G., Fullam, J., Kondilis, B., Agraftotis, D., Uiters, E., Falcon, M., Mensing, M., Tchamov, K., Broucke, S. van den, & Brand, H. (2015). Health literacy in Europe : Comparative results of the European health literacy survey (HLS-EU). *The European Journal of Public Health*, 25(6), 1053-1058. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckv043>
- Stoyanov, S. R., Hides, L., Kavanagh, D. J., Zelenko, O., Tjondronegoro, D., & Mani, M. (2015). Mobile app rating scale : A new tool for assessing the quality of health mobile apps. *JMIR MHealth and UHealth*, 3(1), e27. <https://doi.org/10.2196/mhealth.3422>
- Sullivan, A. N., & Lachman, M. E. (2017). Behavior change with fitness technology in sedentary adults : A review of the evidence for increasing physical activity. *Frontiers in Public Health*, 4. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00289>
- Svendsen, G. B., Johnsen, J.-A. K., Almås-Sørensen, L., & Vittersø, J. (2013). Personality and technology acceptance : The influence of personality factors on the core constructs of the Technology Acceptance Model. *Behaviour & Information Technology*, 32(4), 323-334. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2011.553740>
- Swift, D. L., McGee, J. E., Earnest, C. P., Carlisle, E., Nygard, M., & Johannsen, N. M. (2018). The effects of exercise and physical activity on weight loss and maintenance. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 61(2), 206-213. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.07.014>
- Tabesh, M. R., Maleklou, F., Ejtehad, F., & Alizadeh, Z. (2019). Nutrition, physical activity, and prescription of supplements in pre- and post-bariatric surgery patients : A practical guideline. *Obesity Surgery*, 29(10), 3385-3400. <https://doi.org/10.1007/s11695-019-04112-y>
- Tao, D., Wang, T., Wang, T., Zhang, T., Zhang, X., & Qu, X. (2020). A systematic review and meta-analysis of user acceptance of consumer-oriented health information technologies. *Computers in Human Behavior*, 104, 106147. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.023>
- Taylor, S., & Todd, P. A. (1995). Understanding information technology usage : A test of competing models. *Information Systems Research*, 6(2), 144-176.
- Teixeira, P. J., Carraça, E. V., Markland, D., Silva, M. N., & Ryan, R. M. (2012). Exercise, physical activity, and self-determination theory : A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(1), 78. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-78>

- Teixeira, P. J., Carraça, E. V., Marques, M. M., Rutter, H., Oppert, J.-M., De Bourdeaudhuij, I., Lakerveld, J., & Brug, J. (2015). Successful behavior change in obesity interventions in adults: A systematic review of self-regulation mediators. *BMC Medicine*, *13*(1). <https://doi.org/10.1186/s12916-015-0323-6>
- Teixeira, P. J., & Marques, M. M. (2017). Health behavior change for obesity management. *Obesity Facts*, *10*(6), 666-673. <https://doi.org/10.1159/000484933>
- Thereaux, J., Lesuffleur, T., Païta, M., Czernichow, S., Basdevant, A., Msika, S., Millat, B., & Fagot-Campagna, A. (2017). Long-term follow-up after bariatric surgery in a national cohort: Long-term follow-up after bariatric surgery. *British Journal of Surgery*, *104*(10), 1362-1371. <https://doi.org/10.1002/bjs.10557>
- Thereaux, J., Veyrie, N., Corigliano, N., Aissat, A., Servajean, S., & Bouillot, J.-L. (2010). Chirurgie bariatrique: Techniques chirurgicales et leurs complications. *La Presse Médicale*, *39*(9), 945-952. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2010.01.015>
- Thomas, J. G., & Bond, D. S. (2014). Review of innovations in digital health technology to promote weight control. *Current Diabetes Reports*, *14*(5), 485. <https://doi.org/10.1007/s11892-014-0485-1>
- Thompson, R. L., Higgins, C. A., & Howell, J. M. (1991). Personal computing: Toward a conceptual model of utilization. *MIS Quarterly*, *15*(1), 125-143. <https://doi.org/10.2307/249443>
- Tophøj, K. H., Petersen, M. G., Sæbye, C., Baad-Hansen, T., & Wagner, S. (2018). Validity and reliability evaluation of four commercial activity trackers' step counting performance. *Telemedicine and E-Health*, *24*(9), 669-677. <https://doi.org/10.1089/tmj.2017.0264>
- Triandis, H. C. (1977). *Interpersonal behavior*. Brooks/Cole Publishing Company.
- Truelove, S., Vanderloo, L. M., Tucker, P., Di Sebastiano, K. M., & Faulkner, G. (2020). The use of the behaviour change wheel in the development of ParticipACTION's physical activity app. *Preventive Medicine Reports*, *20*, 101224. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2020.101224>
- Vallerand, R. J. (1989). Toward a methodology for the transcultural validation of psychological questionnaires: Implications for research in the French language. *Canadian Psychology*, *30*(4), 662-680. <https://doi.org/10.1037/h0079856>
- Vallerand, R. J. (1997). Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. In *Advances in Experimental Social Psychology* (Vol. 29, p. 271-360). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60019-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60019-2)
- Varkevisser, R. D. M., van Stralen, M. M., Kroeze, W., Ket, J. C. F., & Steenhuis, I. H. M. (2019). Determinants of weight loss maintenance: A systematic review. *Obesity Reviews*, *20*(2), 171-211. <https://doi.org/10.1111/obr.12772>

- Vartanian, L. R., & Novak, S. A. (2011). Internalized societal attitudes moderate the impact of weight stigma on avoidance of exercise. *Obesity, 19*(4), 757-762. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.234>
- Venkatesh, Morris, Davis, & Davis. (2003). User acceptance of information technology : Toward a unified view. *MIS Quarterly, 27*(3), 425. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use : Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the Technology Acceptance Model. *Information Systems Research, 11*(4), 342-365.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology Acceptance Model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences, 39*(2), 273-315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the Technology Acceptance Model : Four longitudinal field studies. *Management Science, 46*(2), 186-204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology : Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly, 36*(1), 157-178. <https://doi.org/10.2307/41410412>
- Voils, C. I., Adler, R., Strawbridge, E., Grubber, J., Allen, K. D., Olsen, M. K., McVay, M. A., Raghavan, S., Raffa, S. D., & Funk, L. M. (2020). Early-phase study of a telephone-based intervention to reduce weight regain among bariatric surgery patients. *Health Psychology, 39*(5), 391-402. <https://doi.org/10.1037/hea0000835>
- Wiklund, M., Sundqvist, E., & Fagevik Olsén, M. (2015). Physical activity in the immediate postoperative phase in patients undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass—A randomized controlled trial. *Obesity Surgery, 25*(12), 2245-2250. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1690-y>
- Yang, W., Wang, C., Shikora, S., & Kow, L. (2020). Recommendations for metabolic and bariatric surgery during the COVID-19 pandemic from IFSO. *Obesity Surgery, 30*(6), 2071-2073. <https://doi.org/10.1007/s11695-020-04578-1>
- Yang, Y., & Koenigstorfer, J. (2021). Determinants of fitness app usage and moderating impacts of education-, motivation-, and gamification-related app features on physical activity intentions : Cross-sectional survey study. *Journal of Medical Internet Research, 23*(7), e26063. <https://doi.org/10.2196/26063>
- Yen, H., & Chiu, H. (2019). The effectiveness of wearable technologies as physical activity interventions in weight control : A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity Reviews, 20*(10), 1485-1493. <https://doi.org/10.1111/obr.12909>

- Young, M. D., Plotnikoff, R. C., Collins, C. E., Callister, R., & Morgan, P. J. (2014). Social cognitive theory and physical activity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, *15*(12), 983-995. <https://doi.org/10.1111/obr.12225>
- Zabatiero, J., Hill, K., Gucciardi, D. F., Hamdorf, J. M., Taylor, S. F., Hagger, M. S., & Smith, A. (2016). Beliefs, barriers and facilitators to physical activity in bariatric surgery candidates. *Obesity Surgery*, *26*(5), 1097-1109. <https://doi.org/10.1007/s11695-015-1867-4>
- Zabatiero, J., Smith, A., Hill, K., Hamdorf, J. M., Taylor, S. F., Hagger, M. S., & Gucciardi, D. F. (2018). Do factors related to participation in physical activity change following restrictive bariatric surgery? A qualitative study. *Obesity Research & Clinical Practice*, *12*(3), 307-316. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2017.11.001>



Annexe 1 The transtheoretical model (TTM) to gain insight into young women's long-term physical activity after bariatric surgery: a qualitative study

Annexe 2 Questionnaires utilisés au cours des études empiriques

(non fournis en matériel supplémentaire des études)

- Intention comportementale (*traduit de l'UTAUT2*)
- *Technology Acceptance Model*
- Théorie du comportement planifié
- Motivation envers l'activité physique en contexte de santé
- Orientations générales à la causalité
- Satisfaction des besoins psychologiques fondamentaux
- Stades de changement
- Niveau d'activité physique – *Global Physical Activity Questionnaire*

Annexe 3 Autorisations éthiques et enregistrements au registre des traitements de données à caractère personnel

- Etude 2
- Etudes 3 et 4
- Etude 6

Annexe 1 : The transtheoretical model (TTM) to gain insight into young women's long-term physical activity after bariatric surgery: a qualitative study

Obesity Surgery
<https://doi.org/10.1007/s11695-019-04220-9>



ORIGINAL CONTRIBUTIONS



The transtheoretical model (TTM) to gain insight into young women's long-term physical activity after bariatric surgery: a qualitative study

Meggy Hayotte¹ · Véronique Nègre² · Laura Gray¹ · Jean-Louis Sadoul² · Fabienne d'Arripe-Longueville¹

© Springer Science+Business Media, LLC, part of Springer Nature 2019

Abstract

Background Over the long term, people who have undergone bariatric surgery (BS) remain overly sedentary with inadequate physical activity (PA). The purpose of this study was to apply the transtheoretical model (TTM) to (1) explore in-depth how PA is experienced years after BS and (2) identify the barriers to and facilitators of PA involved at each stage of change (SOC).

Methods Seventeen women with a mean age of 32.5 ± 3.3 years and a percentage of total weight loss of 29.6 ± 12.4 were interviewed at a mean of 9.4 ± 3.6 years after BS. Interviews were audio-recorded, transcribed verbatim, and analyzed using thematic analysis.

Results The distribution of barriers to and facilitators of PA differed with the SOC. In progressing from the precontemplation and contemplation stages to the preparation stage, the women experienced changes in their decisional balance, supported by processes of self-reevaluation and environmental reevaluation. In shifting from preparation to the action and maintenance stages, they experienced intrinsic motivation and self-liberation processes. The relapse stage was associated with a decrease in self-efficacy to cope with life constraints.

Conclusions This study presents an in-depth theory-based exploration of the dynamics of long-term engagement in PA after BS in young women, with clinical implications for providing them with better guidance toward a more physically active lifestyle.

Keywords Physical activity · Bariatric surgery · Stage of change · Transtheoretical model · Qualitative analysis · Interviews

Introduction

Severe obesity is a worldwide public health issue, and bariatric surgery (BS) is currently the most effective treatment [1]. The main challenge is to maintain weight loss over time, which cannot be achieved by BS alone [2, 3]. Recently, several studies have suggested that lifestyle interventions, including physical activity (PA), are complementary in weight loss management [2–5]. Increased PA after BS contributes to

preserving muscle mass, preventing weight regain, and promoting weight maintenance [6–8].

Research has shown that, although objectively BS patients have increased their PA 1 year after surgery, only 11% meet the international recommendations for health (i.e., 30 min 5 days a week) [9]. During the first 6 months, a rise in daily PA is observed, due to a significant increase in low-intensity PA and a decrease in moderate-to-vigorous intensity PA [4]. Long after BS, however, individuals are still insufficiently physically active and overly sedentary [10, 11]. The only reasons given were the inability of BS patients to estimate their daily level of PA [10] and the fact that most patients remain overweight after BS, which suggests that patients continue to have low levels of PA [11]. Moreover, this pattern seems to apply more to women than to men [12–14]. Women make up 77% of the BS population in the 21–30 age group [15]. The acknowledgment that these young women will be exposed to the consequences of surgery for decades to come signals an important public health issue. To our knowledge, no study has

✉ Meggy Hayotte
 meggy.hayotte@etu.univ-cotedazur.fr

¹ Université Côte d'Azur, LAMHES, Nice, France

² Centre Spécialisé Obésité PACA Est, Pôle DARE, Centre Hospitalier Universitaire de Nice membre de l'Université Côte d'Azur, Nice, France

specifically focused on the factors that explain long-term engagement in regular PA for these young women. A better understanding of these factors thus seems required.

To date, few studies have examined the barriers to and facilitators of PA after BS using one-to-one interviews [16, 17] or questionnaires including open-ended questions [18, 19]. The findings have revealed that women post-BS perceive not only barriers that are similar to those reported in the general population (e.g., lack of motivation, competing responsibilities, social support issues) but also specific barriers related to the previous obesity and BS (e.g., limited mobility, body dissatisfaction, low energy) [16–19]. The facilitators that are reported are also both similar to those in the general population (i.e., time management, social factors, enjoyment) and specific to the previous obesity and BS, including postsurgical weight loss, appearance motivation, and weight/health maintenance [16–19]. Although these barriers and facilitators seem to have been well documented at the short and medium term after BS (i.e., up to 3 years), their long-term evolution remains unclear. Furthermore, although theoretically based interventions tend to be more effective [20], most of the studies have been exploratory and not based on a theoretical model. Thus, the temporal dynamics of PA engagement and stage of change (SOC) since BS remain unknown.

Given the need for deeper insight into the longer-term dynamics of PA engagement after BS, we assumed that this might be best accomplished through studies based on theoretical models of behavior change. The positive effects of theory-based interventions have been demonstrated, and the transtheoretical model of change (TTM) is one of the most widely used [21]. TTM is an integrative model that conceptualizes the process of intentional behavior change [22] and encompasses several components: SOC, self-efficacy, decisional balance, and processes of change [23]. SOC integrates a temporal dimension and classifies individuals according to their readiness to change with precontemplation and contemplation stages, a preparation stage, action and maintenance stages, and a relapse stage [24, 25]. Self-efficacy, decisional balance, and processes of change can mediate the change process. Both experiential processes (e.g., self-reevaluation, environmental reevaluation) and behavioral processes (e.g., helping relationships, self-liberation) make up processes of change [23].

Several studies have successfully applied this theoretical approach in different vulnerable populations (e.g., [26, 27]). A few studies have applied this theoretical approach to obesity. Although the results as to its effectiveness in sustaining weight loss have been inconclusive thus far, evidence has clearly shown that it is relevant for PA engagement [28]. However, little is known about the dynamics of the barriers to and facilitators of PA at each stage [24, 28, 29]. The present study was based on TTM with the objectives of (1) exploring in depth the long-term experiences of PA after BS and (2) identifying the barriers to and facilitators of PA involved at each SOC.

Material and Methods

Women were eligible to participate if they had undergone BS in a public hospital when they were between 18 and 25 years old and at least 5 years prior to the investigation, a period deemed sufficient to capture their long-term engagement in PA. Exclusion criteria included cognitive impairment, language barriers, and permanent PA limitation. Participants were selected from a cohort sample [30] and were contacted by phone and informed about the study objectives. For those who agreed to participate, an appointment was scheduled. One-to-one interviews were conducted by the lead author in the hospital between February and April 2016. At the beginning of each interview, participants were asked to complete the French version of the Baecke questionnaire [31, 32] and the SOC questionnaire in line with international PA recommendations (e.g., at least 30 min 5 days a week) [24, 25]. The Baecke questionnaire [31, 32] measures the habitual level of PA and has previously been used in obese subjects [33]. It includes 16 questions divided into three contexts: PA at work (8 items), sports during leisure time (4 items), and PA during leisure time excluding sports (4 items). The responses are scored on a five-point Likert scale ranging from “never” to “very often,” and the most frequently reported sports are explored with additional questions on the number of months per year and hours per week of participation. The sum of the three contexts gives an indicator of total PA. In the present study, PA was defined as regular when performed for at least 30 min 5 days a week, following the international guidelines [34]. The SOC questionnaire [24, 25, 35, 36] comprises five questions with “yes” or “no” answers coded according to the different stages. Height and weight were measured by the medical staff after the interviews.

The interview guide was based on the literature on TTM applied to obesity [24, 29] and the categories of exercise barriers and facilitators identified in patients who have undergone BS [16–19]. A pilot interview guided the rearrangement and reformulations of the questions. The final guide had three parts: (1) description of current and past experiences of PA, (2) current perceived barriers to and facilitators of PA, and (3) the dynamics of change since BS and the underlying factors with regard to their current SOC. Interviews lasted a mean 71 ± 10.2 min.

Five researchers analyzed the data following the qualitative research guidelines to ensure trustworthiness and rigor [37–39]. Three researchers were from the fields of social psychology and exercise psychology, and two were specialized in obesity management. Interviews were audio-recorded and transcribed verbatim. The interviews were stopped when saturation was reached [37]. The first and last researchers conducted the analyses according to different steps. In the first step, they read the transcriptions several times and inductively coded line by line the relevant data related to the PA barriers

and facilitators. They then shared their coding and discussed their results until agreement was reached. In the second step, the codes were collated into three categories (i.e., physical domain, psychological domain, environmental domain). Each barrier and facilitator was labeled using procedures of constant comparison between the coded narratives and the current literature [8–11]. Pertinent and short extract examples were identified and selected to illustrate the barriers and facilitators. As a final step in the analysis, we categorized these barriers and facilitators into each of the SOC of the TTM model. The third researcher did the peer debriefing, and the final categorization and short examples were reviewed by the second and fourth researchers to ensure the credibility and dependability of the data [38].

Results

The general characteristics of the 17 selected women are presented in Table 1. The mean age was 32.5 ± 3.3 years. Participants experienced significant weight loss after BS with a median BMI decrease from 44.7 ± 6.8 to 31.1 ± 4.7 kg/m² ($p < 0.001$) and a percentage of total weight loss of 29.6 ± 12.4 . They were interviewed a mean of 9.4 ± 3.6 years after BS. Emerging themes were classified as barriers or facilitators in three domains: physical, psychological,

and environmental. These classifications with representative quotes are presented in Table 2 for perceived barriers and in Table 3 for perceived facilitators. The categorization of the barriers and facilitators in each SOC is described below and presented in Table 4.

Precontemplation and contemplation stages Four participants (P1 to P4 in Table 1) were in precontemplation and contemplation at post-BS, and 13 participants at another SOC mentioned a barrier or facilitator that also referred to precontemplation and contemplation stages. They could be characterized as having no or limited intentions to become more active [25]. Even though these women mentioned a facilitator, this did not outweigh the perceived barriers. In the *physical domain*, they perceived several barriers, such as limited mobility and lack of fitness due to obesity or excess skin, a side effect of surgery. No facilitators were mentioned. At these stages, low energy was another physical barrier, impacting PA not only at short-term postsurgery but also for several years. In the *psychological domain*, the women reported a lack of motivation and the perception of low physical capacities. Nevertheless, most of them were aware that PA is a healthy behavior and reported positive beliefs of PA. In the *environmental domain*, most participants mentioned competing responsibilities related to work and/or family, which limited time for PA.

Table 1 Selected characteristics of the women

Code	Age (years)	Time since surgery (years)	Current BMI (kg/m ²)	Presurgery BMI (kg/m ²)	%TWL	Type of surgery	BAQ (%)	Stage of Change
P1	31.5	7.5	42.3	47.0	10.1	GBP	54.2	PC/C
P2	32.4	8.3	29.6	39.7	25.5	GBP	49.2	PC/C
P3	38.6	17.0	27.1	41.5	34.7	AGB	50.0	PC/C
P4	33.1	9.4	26.9	41.4	35.0	GBP	46.7	PC/C
P5	38.1	13.2	37.1	43.9	15.5	GBP	47.5	P
P6	39.0	15.9	38.8	48.1	19.3	AGB	63.3	P
P7	32.2	7.8	30.9	54.0	42.7	GBP	56.7	P
P8	28.9	6.2	34.2	37.4	8.6	GBP	46.7	A/M
P9	30.9	9.2	32.0	39.6	19.1	AGB	71.7	A/M
P10	31.9	7.5	32.6	51.3	36.5	GBP	70.7	A/M
P11	32.1	8.9	29.2	64.1	54.4	SG	83.3	A/M
P12	27.5	5.5	25.6	40.3	36.5	GBP	67.5	A/M
P13	35.9	6.7	31.4	43.9	28.5	GBP	69.2	R
P14	30.6	8.1	29.2	40.3	27.6	GBP	60.0	R
P15	29.8	5.7	29.3	43.2	36.7	GBP	51.7	R
P16	36.0	14.7	27.2	37.9	28.1	AGB	50.8	R
P17	29.4	7.8	25.3	45.7	44.7	GBP	52.5	R
Mean \pm SD	32.8 \pm 3.5	9.4 \pm 3.6	31.1 \pm 4.7	44.7 \pm 6.8	29.6 \pm 12.4			

BMI body mass index, GBP gastric bypass, AGB adjustable gastric band, SG sleeve gastrectomy, %TWL percentage of total weight loss, BAQ Baecke questionnaire scores (i.e., transformed into percentages of maximal score), PC/C precontemplation and contemplation stages, P preparation stage, A/M action and maintenance stages, R release stage, SD standard deviation

Table 2 Prevalence and relevant quotes of perceived barriers to practicing regular physical activity long-term after bariatric surgery

Types	Number of participants	Characteristics of barriers and facilitators	Representative quotes
Physical	10	Low energy	P2 “I was anemic and tired for a very long time”
	8	Limited mobility/lack of fitness	P3 “After my workout, all of my joints ache, so I think because of my excess weight from 20 years ago, I’m suffering the consequences today” P7 “your skin, your fat, can get pinched, and it hurts”
	5	Recovery time after body contouring surgery	P16 “I don’t do any more physical activity because I had reconstructive surgery 2 months ago on my arms. All of that says so I can’t for the time being”
Psychological	12	Lack of motivation	P3 “I’m not motivated enough to exercise regularly on a daily basis”
	8	Lack of social support	P6 “none of my friends are motivated”
	7	Low perceived physical capacity	P1 “I don’t think I can do it, swim like before”
	7	Social physique anxiety	P6 “I’m afraid of how other people perceive me, it’s a daily struggle, you feel inferior”
	6	Body dissatisfaction	P17 “flabby, is the nickname that I gave myself because it (skin and fat) sagged everywhere”
Environmental	12	Lack of time/competing responsibilities	P1 “The problem is getting someone to watch them [...] Right now I’ve got the children, I’m stuck for the moment”
	9	Geographical distance	P4 “I live out in the middle of nowhere too, so that’s what limits me”
	7	Poorly adapted PA	P2 “I almost had a cycling accident with a truck, it scared me, I haven’t ridden since” P3 “it’s too physical for me”
	6	Financial limitations	P12 “It’s a budgetary constraint too, you have to have it”
	5	Life event (new family constraints, change of working hours, relocation)	P13 “I changed my working hours and that’s when I completely stopped exercising”
	5	Inconvenient PA hours	P7 “There was so much demand [...] There are so many people that we end up with 1 class per month”

Preparation stage Three participants (P5 to P7 in Table 1) were in preparation, and 10 participants at another SOC mentioned a barrier or facilitator that also referred to preparation stage. They could be characterized by the intention to become more active within the next 30 days [25] at long-term post-BS. These women had a low level of PA or irregular practice but had initiated the engagement process (e.g., trying a sport session). They intended to become more active and perceived some facilitators, but barriers were still present and affected their engagement in PA. In the *physical domain*, the women perceived improved mobility and tonicity to be facilitators, due to postsurgical weight loss and the goal of weight or health maintenance. In the *psychological domain*, they reported social physique anxiety (i.e., “anxiety that people experience in response to others’ evaluations of their physiques” [40]) and a lack of social support as the major barriers, which delayed or limited the initiation of PA. They also reported body dissatisfaction, which limited their participation in PA practices that exposed the body or required fitted clothing

(e.g., swimming). However, this barrier became a facilitator when the women felt well supported and encouraged. Indeed, the women mentioned that their family members encouraged them to be more active. Other facilitators were body weight and physical appearance motivation. Most of them reported being motivated by aesthetic goals (e.g., tighter skin, greater muscle mass) or the determination to lose weight. In the environmental domain, inconvenient PA hours, poorly adapted PA opportunities, and unpleasant experiences, including programs that were too intensive, were perceived as barriers, as was the distance of the PA opportunities from home. Conversely, PA opportunities close to the home/workplace and time management were perceived as facilitators. In progressing from the stages of precontemplation and contemplation to preparation stage, the women experienced changes in their decisional balance. In precontemplation and contemplation stages, it was unbalanced, and perceived losses were greater than potential gains. The processes of self-reevaluation (e.g., opportunities provided by weight loss) and

Table 3 Prevalence and relevant quotes of perceived facilitators for practicing regular physical activity long-term after bariatric surgery

Types	Number of participants	Characteristics of barriers and facilitators	Representative quotes
Physical	10	Postsurgical weight loss	P7 "You can move more easily"
	9	Weight/health maintenance	P4 "Right now what encourages me is the fact that I'm gaining back weight"
Psychological	15	PA enjoyment	P9 "Now I go because I enjoy it"
	13	Social support	P5 "My husband tells me, go on, it's not a problem, it's your health"
	11	Body weight and physical appearance motivation	P7 "My goal is to be able to rebuild muscle where I need it, to re-tone what needs to be re-toned"
	9	Perceived physical capacity	P13 "The operation helped me in the sense that because I was slimmer, it seemed easier to tell myself that I was going to go run, that I was going to exercise"
	5 4	Positive beliefs about PA Perceived benefits of PA	P7 "I see the benefits of it, but not enough to motivate myself" P16 "The benefits that it brings, feeling good after a workout, or playing badminton. I felt good, fulfilled, it was calming, sort of rejuvenating"
Environmental	7	Weather / Climate	P14 "As soon as it's not raining, we're outside"
	6	Proximity to PA opportunities	P2 "The gym is right beside the institute... it's 50 meters away so it would be practical"
	2	Time management	P1 "My husband doesn't work on Sunday and Monday, so he can stay with the girls"

environmental reevaluation (e.g., more enabling environment) revealed more potential gains and fewer perceived losses, which contributed to adjusting the decisional balance and thus moving them to a higher stage.

Action and maintenance stages Five participants (P8 to P12 in Table 1) were in action and maintenance at post-BS, and 10 mentioned a barrier or facilitator that also referred to action and maintenance stages. They were thus characterized by regular PA in line with the international recommendations (i.e., at least 30 min 5 days a week), and some of them practiced a sport. These women in action and maintenance stages mainly perceived facilitators and reported fewer barriers. One explanation is that PA was perceived as a habit at these stages. In the psychological domain, each participant was characterized by PA enjoyment. Moreover, the women perceived an improvement in their physical capacities, acknowledged the benefits of PA, and felt well supported and encouraged, which contributed to strengthening their self-esteem. In the environmental domain, they perceived only financial limitations as a barrier. This barrier was rarely mentioned at previous stages, so it seems to have been a limitation that appeared when the participant was regularly practicing PA or a sport. In the shift from the preparation stage to action and maintenance stages,

they perceived greater self-confidence about getting involved in regular PA. This perceived self-efficacy was associated with intrinsic motivation and the process of self-liberation, allowing a more advanced SOC to be achieved.

Relapse stage Five participants (P13 to P17 in Table 1) were in relapse post-BS, and six mentioned a barrier or facilitator that also referred to relapse stages. After being physically active for at least 6 months (i.e., action and maintenance stage), these individuals had stopped or became less regular in their PA. They were characterized by various levels of PA and alternating maintenance and relapse periods. The women in the relapse stage mentioned barriers and facilitators to explain their current SOC. In the *physical domain*, the recovery time after body contouring surgery was a limiting factor of PA. This barrier appeared only at long term (after a period of weight stabilization) and caused a total interruption of PA for several months. In the *environmental domain*, they mentioned life events (e.g., relocation, new family constraints, change in work schedules) as major barriers. The geographical distance became a stronger barrier with time, which might have been a factor of relapse. Weather and climate were perceived as facilitators, although limited due to the uncertainty of weather conditions. The shift from action and maintenance stages to

Table 4 Categorization of the barriers and facilitators in each PA stage of change long-term after bariatric surgery

SOC	Physical domain		Psychological domain		Environmental domain	
	Barriers	Facilitators	Barriers	Facilitators	Barriers	Facilitators
PC/C	Low energy Limited mobility/lack of fitness		Lack of motivation	Positive beliefs of PA	Lack of time/competing responsibilities	
P		Postsurgical weight loss	Lack of social support	Social support	Inconvenient PA hours	Time management
		Weight/health maintenance	Social physique anxiety	Body weight and physical appearance motivation	Poorly adapted PA	Proximity to PA opportunities
A/M			Body dissatisfaction	Enjoyment of activity	Geographical distance	
				Perceived physical capacities	Financial limitations	
				Social support		
R	Recovery time after body contouring surgery			Perceived benefits of PA	Geographical distance	Weather/climate
					Life event	

SOC stage of change, PC/C precontemplation and contemplation stages, P preparation stage, A/M action and maintenance stages, R release stage, PA physical activity, BS bariatric surgery

the relapse stage was associated with a decrease in self-efficacy to cope with life constraints. The transition between these stages was described by the women as the time when they perceived an increase in constraints and a decrease of their ability to cope with them. It can be assumed that relapse was related to a lack of reinforcement management processes, which led to a return to an earlier stage.

Discussion

The semi-structured interviews based on TTM indicated that the most frequently cited barriers to and facilitators of PA (Tables 2 and 3) were consistent with the results of other studies in BS patients [16, 17], BS candidates [41], and the general adult population [42]. Recovery time after body contouring surgery was an emergent barrier, never before reported probably because of the limited postoperative duration of previous studies (i.e., only 3 years after BS). Thus, an unexpected finding was that the physical barriers related to the previous obesity and BS were reported to have lasted into the medium term (i.e., 2 years) rather than just a few months post-BS.

An added value of our study was the identification of the dynamics of barriers to and facilitators of PA at each stage (Table 4). The precontemplation and contemplation stages were characterized by all types of PA barriers and a psychological PA facilitator. The women in preparation were considering the possibility of becoming more active, hence the emergence of self-presentational concerns (e.g., social physique anxiety, body dissatisfaction) with a balance between perceived PA facilitators and barriers. It was this stabilizing of the decisional balance that enabled them to progress to

preparation through self-reevaluation and environmental re-evaluation processes [23]. In action and maintenance stages, more facilitators were perceived, and the women are inclined to consider PA a habit. Self-efficacy and self-liberation processes played important roles in the progress to this stage [23]. Indeed, previous studies have shown that self-efficacy is mainly involved in initiating and maintaining a behavior [43, 44]. In the relapse stage, most of the women reported that the major barriers disrupting their PA were life events, which have been identified as having strong effects on PA behavior [45]. The present study was the first to introduce body contouring surgery as a factor of PA relapse. The relapse process appeared to be associated with an increase in perceived constraints and decreased self-efficacy to cope with them. At each SOC transition, the factors identified as mediators of the change process were in line with the current literature [23, 29]. Thus, behavioral processes were more involved than experiential processes in the higher stages [46].

Even though we reached saturation, the generalizability of our results may be questioned given the limited sample size, the atypical youngness of our population, and the very wide diversity in the long-term PA experiences after BS. The representativeness of the young interviewed women may have been biased by more active women agreeing to participate. Indeed, although the SOC distribution was quite similar to that of a previous study in BS patients [18], we still observed that most of the women were at an advanced SOC. Another limitation was our approach, as TTM is a social cognitive model that explains PA as a conscious behavior, thus excluding potential unconscious processes.

The results of this study suggest that theoretically based PA programs should be better integrated into the long-term

follow-up after BS in order to optimize the duration of weight loss maintenance. Identifying patients' current SOC would allow for a better personalization of PA strategies, with differentiated objectives according to SOC [24, 29, 47].

To facilitate the transition from precontemplation and contemplation to the preparation stage, our results suggest that the self-reevaluation and environmental reevaluation processes need to be optimized. Young women should be encouraged to value their current PA (e.g., domestic tasks, walking routines) and helped to identify even more potential gains from regular PA in their daily lives. The results indicate that the positive assessment of internal and environmental PA opportunities should also be strengthened. To help these young women progress from preparation to action and maintenance stages, our results underline the importance of building self-confidence and PA enjoyment. This could be accomplished through adapted PA sessions organized by medical staff or through stronger encouragement to take advantage of PA opportunities. Finally, throughout the process of regular PA adoption, young women with BS should be prepared to deal effectively with PA barriers to avoid the relapse stage.

There is still no consensus on when to undertake lifestyle interventions: before surgery or after, with temporalities varying from immediately to 18 months post-BS [3, 48, 49]. On the basis of our results, we suggest introducing a theoretically based PA program 2 years postsurgery (i.e., once the low energy barrier no longer has an impact). This suggestion is not exclusive and should be integrated within a global approach to promote PA. Further studies are needed to clarify these issues.

Despite the added value of optimized support for PA in obesity management, public hospitals often lack the resources for doing so. In this case, however, technological advances seem to have a strong potential to promote behavior change in PA [50]. For example, eHealth technology can provide opportunities for assistance with long-term weight loss maintenance [2, 51]. Future theoretically based research should examine the added value of technology-based PA promotion, especially post-BS.

Conclusion

This study provides an in-depth theoretically based exploration of the dynamics of women's long-term PA engagement after BS according to the exercise SOC. This research should be pursued as it will be beneficial to clinical practitioners in their efforts to maintain these patients in long-term follow-up and guide them toward a more physically active lifestyle.

Acknowledgments The authors would like to thank the participants for their contribution to this research.

Funding Information M.H. was supported by a PhD grant from the Région Sud Provence-Alpes Côte d'Azur, France, and co-supported by the association "Azur Sport Santé." This work was supported by the French government, managed by the "Agence Nationale de la Recherche" as part of the UCA^{JEDI} Future Investments project, reference number ANR-15-IDEX-01.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of Interest The authors declare that they have no conflict of interest.

Statement of Informed Consent Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

Statement of Human and Animal Rights All procedures performed in this study involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki Declaration and its later amendments or comparable ethical standards.

Abbreviations BS, bariatric surgery; PA, physical activity; SOC, stage of change; TTM, transtheoretical model

References

1. Sjöström L, Narbro K, Sjöström CD, et al. Effects of bariatric surgery on mortality in swedish obese subjects. *N Engl J Med*. 2007;357:741–52.
2. Petroni ML, Caletti MT, Calugi S, et al. Long-term treatment of severe obesity: are lifestyle interventions still an option? *Expert Rev Endocrinol Metab*. 2017;12:391–400.
3. Stewart F, Avenell A. Behavioural interventions for severe obesity before and/or after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Obes Surg*. 2016;26:1203–14.
4. Herring LY, Stevinson C, Davies MJ, et al. Changes in physical activity behaviour and physical function after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis: physical activity and physical function. *Obes Rev*. 2016;17:250–61.
5. Coen PM, Carnero EA, Goodpaster BH. Exercise and bariatric surgery: an effective therapeutic strategy. *Exerc Sport Sci Rev*. 2018;46:262–70.
6. Adil MT, Jain V, Rashid F, et al. Meta-analysis of the effect of bariatric surgery on physical function: effect of bariatric surgery on physical function. *Br J Surg*. 2018;105:1107–18.
7. Busetto L, Dicker D, Azran C, et al. Practical recommendations of the obesity management task force of the european association for the study of obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obes Facts*. 2017;10:597–632.
8. Tettero OM, Aronson T, Wolf RJ, et al. Increase in physical activity after bariatric surgery demonstrates improvement in weight loss and cardiorespiratory fitness. *Obes Surg*. 2018;28:3950–7.
9. King WC, Hsu JY, Belle SH, et al. Pre- to postoperative changes in physical activity: report from the Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery-2 (LABS-2). *Surg Obes Relat Dis*. 2012;8:522–32.
10. Reid RER, Carver TE, Andersen KM, et al. Physical activity and sedentary behavior in bariatric patients long-term post-surgery. *Obes Surg*. 2015;25:1073–7.
11. King WC, Chen J-Y, Bond DS, et al. Objective assessment of changes in physical activity and sedentary behavior: pre- through 3 years post-bariatric surgery: presurgery to Postsurgery Changes in Physical Activity. *Obes Open Access*. 2015;23:1143–50.

12. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, et al. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. *Lancet Glob Health*. 2018;6:e1077–86.
13. Althoff T, Sosić R, Hicks JL, et al. Large-scale physical activity data reveal worldwide activity inequality. *Nature*. 2017;547:336.
14. Baruth M, Sharpe PA, Hutto B, et al. Patterns of sedentary behavior in overweight and obese women. *Ethn Dis*. 2013;23:336–42.
15. Himpens J, Ramos A, Welbourn R, Dixon J, Kinsman R, Walton P. Fourth IFSO global registry report 2018. IFSO & Dendrite Clinical Systems; 2018.
16. Zabatiero J, Smith A, Hill K, et al. Do factors related to participation in physical activity change following restrictive bariatric surgery? A qualitative study. *Obes Res Clin Pract*. 2018;12:307–16.
17. Dikareva A, Harvey WJ, Cicchillitti MA, et al. Exploring perceptions of barriers, facilitators, and motivators to physical activity among female bariatric patients: implications for physical activity programming. *Am J Health Promot*. 2016;30:536–44.
18. Boscato EC, Duarte MDF d S, Gomes MDA. Stages of behavior change and physical activity barriers in morbid obese subjects. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2011;13:329–34.
19. Peacock JC, Sloan SS, Cripps B. A qualitative analysis of bariatric patients' post-surgical barriers to exercise. *Obes Surg*. 2014;24:292–8.
20. Teixeira PJ, Marques MM. Health behavior change for obesity management. *Obes Facts*. 2017;10:666–73.
21. Goullan M, Bernard P, Bortolon C, et al. Efficacy of theory-based interventions to promote physical activity. A meta-analysis of randomised controlled trials. *Health Psychol Rev*. 2016;10:50–66.
22. Prochaska JO, DiClemente CC. Stages and processes of self-change of smoking: toward an integrative model of change. *J Consult Clin Psychol*. 1983;51:390–5.
23. Marshall SJ, Biddle SJH. The transtheoretical model of behavior change: a meta-analysis of applications to physical activity and exercise. *Ann Behav Med*. 2001;23:229–46.
24. Romain AJ, Bernard P, Attalin V, et al. Health-related quality of life and stages of behavioural change for exercise in overweight/obese individuals. *Diabetes Metab*. 2012;38:352–8.
25. Marcus BH, Lewis BA. Physical activity and the stages of motivational readiness for change model. *Pres Coun Phys Fit Sports Res Dig*. 2003;4:1–8.
26. Waterman AD, Robbins ML, Paiva AL, et al. Kidney patients' intention to receive a deceased donor transplant: development of stage of change, decisional balance and self-efficacy measures. *J Health Psychol*. 2010;15:436–45.
27. Kirk A, MacMillan F, Webster N. Application of the transtheoretical model to physical activity in older adults with type 2 diabetes and/or cardiovascular disease. *Psychol Sport Exerc*. 2010;11:320–4.
28. Mastellos N, Gunn LH, Felix LM, Car J, Majeed A. Transtheoretical model stages of change for dietary and physical exercise modification in weight loss management for overweight and obese adults. *Cochrane Metabolic and Endocrine Disorders Group, editor. Cochrane Database Syst Rev*. 2014;
29. Romain AJ, Bernard P, Hokayem M, et al. Measuring the processes of change from the transtheoretical model for physical activity and exercise in overweight and obese adults. *Am J Health Promot*. 2016;30:272–8.
30. Jehl A, Hayotte M, Gugenheim J, et al. Bariatric surgery for subjects under 25 years old: retrospective medico-socio-psychological study. *Ann Endocrinol*. 2016;77:327–8.
31. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36:936–42.
32. Bigard AX, Duforez F, Portero P, et al. Determination of physical activity by questionnaire: validation of Baecke's self-administered questionnaire. *Sci Sport*. 1992;7:215–21.
33. Tehard B, Saris WHM, Astrup A, et al. Comparison of two physical activity questionnaires in obese subjects: the NUGENOB study. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:1535–41.
34. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Genève: WHO; 2010.
35. Marcus BH, Selby VC, Niaura RS, et al. Self-efficacy and the stages of exercise behavior change. *Res Q Exerc Sport*. 1992;63:60–6.
36. Cardinal BJ. Construct validity of stages of change for exercise behavior. *Am J Health Promot*. 1997;12:68–74.
37. Weed M. Research quality considerations for grounded theory research in sport & exercise psychology. *Psychol Sport Exerc*. 2009;10:502–10.
38. Lincoln YS, Guba EG. Establishing trustworthiness. *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage Publications; 1985. p. 289–327.
39. Smith B, McGannon KR. Developing rigor in qualitative research: problems and opportunities within sport and exercise psychology. *Int Rev Sport Exerc Psychol*. 2018;11:101–21.
40. Hart EA, Leary MR, Rejeski WJ. The measurement of social physique anxiety. *J Sport Exerc Psychol*. 1989;11:94–104.
41. Zabatiero J, Hill K, Gucciardi DF, et al. Beliefs, barriers and facilitators to physical activity in bariatric surgery candidates. *Obes Surg*. 2016;26:1097–109.
42. Bauman AE, Reis RS, Sallis JF, et al. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet*. 2012;380:258–71.
43. DuCharme KA, Brawley LR. Predicting the intentions and behavior of exercise initiates using two forms of self-efficacy. *J Behav Med*. 1995;18:479–97.
44. Sherwood NE, Jeffery RW. The behavioral determinants of exercise: implications for physical activity interventions. *Annu Rev Nutr*. 2000;20:21–44.
45. Engberg E, Alen M, Kukkonen-Harjula K, et al. Life events and change in leisure time physical activity: a systematic review. *Sports Med*. 2012;42:433–47.
46. Romain AJ, Horwath C, Bernard P. Prediction of physical activity level using processes of change from the transtheoretical model: experiential, behavioral, or an interaction effect? *Am J Health Promot*. 2018;32:16–23.
47. Romain AJ, Chevance G, Caudroit J, et al. The transtheoretical model: description, interests and application in the motivation to physical activity among population with overweight and obesity. *Obésité*. 2016;11:47–55.
48. Bellicha A, Ciangura C, Poitou C, et al. Effectiveness of exercise training after bariatric surgery—a systematic literature review and meta-analysis: exercise training and bariatric surgery. *Obes Rev*. 2018;19:1544–56.
49. Pouwels S, Wit M, Tejjink JAW, et al. Aspects of exercise before or after bariatric surgery: a systematic review. *Obes Facts*. 2015;8:132–46.
50. Butryn ML, Arigo D, Raggio GA, et al. Enhancing physical activity promotion in midlife women with technology-based self-monitoring and social connectivity: A pilot study. *J Health Psychol*. 2016;21:1548–55.
51. Cotie LM, Prince SA, Elliott CG, et al. The effectiveness of eHealth interventions on physical activity and measures of obesity among working-age women: a systematic review and meta-analysis: eHealth physical activity interventions in women. *Obes Rev*. 2018;19:1340–58.

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Annexe 2 : Questionnaires utilisés au cours des études empiriques

Intention comportementale (*traduit de l'UTAUT2*)

- J'ai l'intention de continuer à utiliser les TIC pour la santé dans le futur.
- J'essayerai toujours d'utiliser les TIC pour la santé dans ma vie quotidienne.
- Je prévois de continuer à utiliser fréquemment les TIC pour la santé.

Référence : Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157-178. <https://doi.org/10.2307/41410412>

Technology Acceptance Model

Facilité d'usage perçue

- Les TIC pour la santé sont facile à utiliser.
- Il vous a semblé facile d'apprendre à naviguer dans l'interface des TIC* pour la santé.
- Il n'y a pas besoin d'être très concentré(e) pour utiliser les TIC pour la santé.
- Il est facile de trouver les informations que l'on recherche dans les TIC pour la santé.
- Il vous a été facile d'apprendre à utiliser les TIC pour la santé.

Intention comportementale

- Vous recommanderiez l'utilisation des TIC pour la santé à vos amis.
- Vous avez l'intention d'utiliser les TIC pour la santé aussi souvent que possible.
- Vous avez l'intention d'utiliser toutes les fonctionnalités proposées dans les TIC pour la santé.
- Vous avez l'intention d'utiliser chaque semaine (au moins une fois) les TIC pour la santé.

Référence : Février, F., Jamet, E., & Rouxel, G. (2008). Quel outil d'évaluation de l'acceptabilité des nouvelles technologies pour des études francophones? *Proceedings of the 20th Conference on l'Interaction Homme-Machine*, 199-204. <https://doi.org/10.1145/1512714.1512753>

Théorie du Comportement Planifié

Contrôle comportemental perçu

- J'ai confiance dans ma possibilité d'utiliser les TIC pour la santé au cours des trois prochains mois.
- Utiliser les TIC pour la santé au cours des trois prochains mois est une chose accessible pour moi.
- Si je le voulais, je pourrais facilement utiliser les TIC pour la santé au cours des trois prochains mois.

- Il ne tient qu'à moi d'utiliser les TIC pour la santé au cours des trois prochains mois.
- Je me sens capable d'utiliser les TIC pour la santé au cours des trois prochains mois.

Normes subjectives

- Les personnes les plus importantes pour moi pensent que je devrais utiliser les TIC pour la santé au cours des trois prochains mois.
- La plupart des personnes qui sont importantes pour moi approuveraient le fait que j'utilise les TIC pour la santé.
- La plupart des personnes qui sont importantes pour moi me recommanderaient d'utiliser les TIC pour la santé au cours des trois prochains mois.

Référence : Gagné, C., & Godin, G. (1999). *Les théories sociales cognitives : Guide pour la mesure des variables et le développement de questionnaire*. Groupe de recherche sur les aspects psychosociaux de la santé, Université Laval.

Motivation envers l'activité physique en contexte de santé

De façon générale, pourquoi faites-vous ou souhaitez-vous faire de l'Activité Physique (AP) ?

Motivation intrinsèque

- Pour le plaisir que je ressens lorsque je pratique des AP.
- Pour la satisfaction que je ressens à progresser dans ce genre d'activités.
- Pour les sensations agréables que me procure l'AP.

Motivation extrinsèque régulation intégrée

- Parce que l'AP fait partie intégrante du style de vie que j'ai choisi.
- Parce que je considère que faire de l'AP est une partie de mon identité.
- Parce que faire de l'AP est cohérent avec mes valeurs.

Motivation extrinsèque régulation identifiée

- Parce que je pense que l'AP est une bonne chose pour mon développement personnel.
- Parce que personnellement je considère que c'est un facteur de bien-être.
- Parce que je pense que l'AP me permettra de me sentir mieux.

Motivation extrinsèque régulation introjectée

- Parce que je me sentirais mal si je ne faisais pas cet effort.
- Parce que je me sentirais nerveux-(se) si je n'en faisais pas.
- Parce que je dois le faire pour me sentir bien avec moi-même.

Motivation extrinsèque régulation externe

- Pour ne pas avoir à entendre les reproches de certaines personnes.
- Parce que certaines personnes me mettent la pression pour que je le fasse.
- Parce que j'y suis obligé(e) par mon entourage.

Amotivation

- Je n'en ai aucune idée, je crois que ça ne me sert à rien.
- Je ne sais pas vraiment, j'ai l'impression de perdre mon temps lorsque je fais de l'AP.
- Franchement, je fais de l'AP mais je ne vois pas l'intérêt.

Référence : Boiché, J., Gourlan, M.J., Trouilloud, D., & Sarrazin, P. (2016). 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*, 135910531667662. <https://doi.org/10.1177/1359105316676626>

Orientations générales à la causalité

Ci-dessous se trouve une série de situations qui vous sont arrivées ou qui pourraient vous arriver. Chaque situation est suivie de 3 réponses (a, b, et c) représentant différentes manières de réagir. Imaginez que vous vous trouviez dans chacune des situations décrites et cochez un nombre sur l'échelle (1 à 7) pour chacune des réponses (a, b, et c) afin d'indiquer dans quelle mesure chaque réponse serait caractéristique de votre attitude dans cette situation. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse. Nous voulons simplement savoir à quel point chacune des réactions (a, b, et c) correspond à la manière dont vous auriez réagi dans la situation décrite.

Liste des situations :

1. Vous commencez un nouveau programme d'exercices. Vous êtes susceptible :
2. Il vous est demandé de garder dans un journal une trace écrite du niveau que vous avez atteint la semaine précédente. Vous êtes susceptible de voir ce journal comme :
3. Dans le but de surveiller votre fonctionnement dans un programme d'exercices. Vous êtes susceptible de vouloir :
4. Vous vous êtes exercée pendant 6 mois mais récemment vous avez manqué des sessions et vous trouvez qu'il est difficile de rester motivée. Vous êtes susceptible :
5. Vous avez entendu qu'avoir des buts était un bon moyen de se motiver pour s'exercer. Vous seriez plutôt du genre à :
6. Durant une discussion avec la personne dirigeant l'exercice, il/elle vous présente de nombreuses options sur la meilleure façon de vous exercer pour obtenir des avantages de santé et de forme physique. Il est probable que votre première pensée soit :
7. Au cours d'une séance d'exercice, la difficulté de celui-ci est susceptible d'être régie par :

Orientation à la causalité autonome

- 1. De décider par vous-même quel type d'exercice vous souhaitez compléter.
- 2. Un moyen de mesurer vos progrès et de vous sentir fier.e de vous.
- 3. Evaluer votre propre performance et vous faire vos propres retours.
- 4. D'employer vos propres stratégies pour vous motiver.
- 5. Mettre en place vos propres challenges mais faisables.
- 6. Qu'est-ce que je pense être la meilleure option ?
- 7. Vos sensations perçues en essayant de le réaliser.

Orientation à la causalité contrôlée

- 1. D'attendre un exercice structuré où le coach vous indique ce qu'il y a à faire.
- 2. Un moyen de vous mettre la pression pour vous exercer.
- 3. Recevoir beaucoup d'éloges et d'encouragements de la part des autres.

- 4. De vous rapprocher de quelqu'un afin qu'il vous motive.
- 5. Faire que quelqu'un d'important vous fixe des objectifs à atteindre.
- 6. Qu'est-ce que vous (personne dirigeant l'exercice) pensez que je devrais faire ?
- 7. L'intensité à laquelle on vous a dit de le faire.

Orientation à la causalité impersonnelle

- 1. De suivre vos amis et de faire ce qu'eux font.
- 2. Un rappel de ô combien vous avez été incapable d'accomplir la tâche.
- 3. Uniquement espérer que ce que vous faites est correct.
- 4. D'ignorer le problème, rien ne peut être fait pour augmenter votre motivation.
- 5. Ne pas fixer d'objectifs car vous savez que vous n'arriverez pas à les atteindre.
- 6. Qu'est-ce que tout le monde a fait auparavant ?
- 7. Ce que les personnes autour de vous font.

Références : Souesme, G., Martinent, G., Akour, D., Giraudeau, C., & Ferrand, C. (2020). Causality orientations and supportive/controlled environment: Understanding their influence on basic needs, motivation for health and emotions in french hospitalized older adults. *Frontiers in Psychology, 11*, 575489. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.575489>
Vallerand, R. J., Blais, M. R., Lacouture, Y., & Deci, E. L. (1987). L'échelle des orientations générales à la causalité: Validation canadienne française du general causality orientations scale. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement, 19*(1), 1-15. <https://doi.org/10.1037/h0079872>

Satisfaction des besoins psychologiques fondamentaux

En général, quand je fais de l'activité physique...

Besoin d'autonomie

- Je me sens libre de mes choix.
- Je me sens généralement libre d'exprimer mes idées et mes opinions.
- J'ai la possibilité de prendre des décisions à propos de mon programme d'activité physique.
- Je participe à l'élaboration de mon programme d'activité physique.
- Je peux donner mon avis concernant l'élaboration de mon programme d'activité physique.

Besoin d'affiliation

- J'ai beaucoup de sympathie pour les personnes avec lesquelles j'interagis.
- Je m'entends bien avec les personnes avec lesquelles je rentre en contact.
- Les personnes que je côtoie m'estiment et m'apprécient.
- Je considère les personnes avec lesquelles j'interagis régulièrement comme mes amis.
- Je me sens à l'aise avec les autres.

Besoin de compétence

- Souvent, je ne me sens pas très compétent.e.*

- J'ai le sentiment de bien réussir.
- J'estime être en mesure de répondre aux exigences de mon programme d'activité physique.
- Je n'ai pas beaucoup de possibilités de montrer ce dont je suis capable.*
- Souvent, je ne suis pas très performant.e.*

* Items renversés

Référence : Gillet, N., Rosnet, E., & Vallerand, R. J. (2008). Développement d'une échelle de satisfaction des besoins fondamentaux en contexte sportif. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 40(4), 230-237. <https://doi.org/10.1037/a0013201>

Stades de changement

Avoir une activité physique, c'est faire au moins 30 minutes (ou plus) d'activité physique par jour et au moins 5 jours dans la semaine. Par exemple, on pourrait prendre 30 minutes de marche rapide, 30 minutes de vélo, 3 fois 10 minutes de marche rapide ou tout autre équivalent. L'activité physique inclut aussi bien la marche, la natation, le vélo, la danse, aérobic ou toute autre activité où l'effort est similaire. Votre rythme cardiaque augmente mais vous n'êtes pas nécessairement épuisée. Pour les questions qui suivent, répondez par oui ou par non.

- Faites-vous de l'activité physique en ce moment ?
- Avez-vous l'intention de vous engager dans une pratique d'activité physique dans les 6 prochains mois ?
- Avez-vous l'intention de vous engager dans une pratique d'activité physique dans les 30 prochains jours ?
- Avez-vous été physiquement actif(-ve) dans les 6 derniers mois ?
- Par le passé, avez-vous fait une activité physique régulière pendant au moins 3 mois ?

Références : Marcus, B. H., & Lewis, B. A. (2003). Physical activity and the stages of motivational readiness for change model. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*, 4(1), 1-8.
Prochaska, J. O., & DiClemente, C. C. (1983). Stages and processes of self-change of smoking : Toward an integrative model of change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 51(3), 390-395. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.51.3.390>
Romain, A. J., Bernard, P., Attalin, V., Gernigon, C., Ninot, G., & Avignon, A. (2012). Health-related quality of life and stages of behavioural change for exercise in overweight/obese individuals. *Diabetes & Metabolism*, 38(4), 352-358. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2012.03.003>

Niveau d'activité physique – *Global Physical Activity Questionnaire*

*Combien de temps consacrez-vous à l'activité physique chaque semaine ? Et avec quelle intensité ? Quel que soit le niveau que vous pensez avoir, vous pouvez **tester et évaluer votre niveau d'activité physique** grâce à ce questionnaire élaboré par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS). Votre niveau d'activité total est le résultat d'un ensemble d'activités physiques que vous réalisez à la maison, dans le cadre de votre travail, dans vos déplacements, dans vos loisirs...*

Nous allons donc vous poser quelques questions sur le temps que vous consacrez à l'activité physique que vous pratiquez dans différents contextes, lors d'une semaine habituelle (l'idée est de réfléchir à ce que vous faites en temps normal au court d'une semaine). Chaque étape est dédiée à l'activité physique pratiquée dans différents

contextes : dans le cadre de votre travail et à la maison, lors de vos déplacements, pendant votre temps libre et vos loisirs.

Pour mieux comprendre le questionnaire :

Que veut dire « activité physique d'intensité modérée » ?

Il s'agit d'une activité qui demande un effort physique modéré entraînant un léger essoufflement et une petite accélération du pouls.

Ex : soulever des charges légères / marcher rapidement / tondre la pelouse...

Que veut dire « activité physique d'intensité élevée » ?

Il s'agit d'une activité qui demande un effort physique important entraînant un essoufflement important et une forte accélération du pouls.

Ex : soulever des charges lourdes / courir / jouer au football...

Activités de travail et domestique

Il s'agit du temps que l'on consacre au travail, à du bénévolat et aux activités domestiques. Autrement dit, le temps que vous consacrez aux activités « travaillées », qu'elles soient rémunérées ou non.

Ex : journée de travail / tâches ménagères / jardinage / recherche d'emploi...

1. Est-ce que vos activités de travail et domestiques impliquent des activités physiques d'intensité élevée pendant au moins 10 minutes d'affilée ?

Oui

Non

Si non, allez directement à la question 4.

2. Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques d'intensité élevée dans le cadre de vos activités de travail et domestiques ?

/_ / Nombre de jours

3. Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques d'intensité élevée, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?

Remarque : Prenez en compte uniquement les activités réalisées pendant au moins 10 minutes d'affilée

/_/_ / Heures /_/_ / Minutes

4. Est-ce que vos activités de travail et domestiques impliquent des activités physiques d'intensité modérée pendant au moins 10 minutes d'affilée ?

Ex : soulever des charges légères / marcher rapidement / tondre la pelouse

Oui

Non

Si non, allez directement à la question 7.

5. Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des activités physiques d'intensité modérée dans le cadre de vos activités de travail et domestiques ?

/_ / Nombre de jours

6. Lors d'une journée habituelle durant laquelle vous effectuez des activités physiques d'intensité modérée, combien de temps consacrez-vous à ces activités ?

/_/_ / Heures /_/_ / Minutes

Vos activités de transport

Les questions suivantes excluent les activités physiques dans le cadre de votre travail, que vous avez déjà mentionnées. Maintenant, je voudrais connaître votre façon habituelle de vous déplacer d'un endroit à l'autre ; par exemple pour aller au travail, faire des courses, aller au marché, aller à votre lieu consacré au culte.

Qu'entend-on par « activités de transport » ?

Il s'agit de la façon de vous déplacer d'un endroit à l'autre.

Ex : se rendre au travail / aller faire des courses / aller chercher vos enfants

Attention : les questions suivantes excluent les activités de travail et domestiques que vous avez déjà mentionnées précédemment.

7. Est-ce que vous effectuez des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou à vélo ?

Oui

Non

Si non, allez directement à la question 10.

8. Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous des trajets d'au moins 10 minutes à pied ou vélo ?

/_ / Nombre de jours

9. Lors d'une journée habituelle, combien de temps consacrez-vous à vos déplacements à pied ou à vélo ?

/_/_/ Heures /_/_/ Minutes

Vos activités de loisirs

Qu'entend-on par « activités de loisirs » ?

Il s'agit de votre pratique sportive et de vos activités de loisirs au sens large. Sont inclus le sport et l'exercice physique.

Attention : les questions suivantes excluent les activités de travail et domestiques et les activités de transport que vous avez déjà mentionnées précédemment.

10. Est-ce que vous pratiquez des sports, ou des activités de loisirs **d'intensité élevée** pendant au moins 10 minutes d'affilée ?

Ex : courir / jouer au football / faire de la zumba...

Oui

Non

Si non, allez directement à la question 13.

11. Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous une activité sportive, ou d'autres activités de loisirs **d'intensité élevée** ?

/_ / Nombre de jours

12. Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?

Remarque : Prenez en compte uniquement les activités réalisées pendant au moins 10 minutes d'affilée

/_/_/ Heures /_/_/ Minutes

13. Est-ce que vous pratiquez des sports, ou des activités de loisirs **d'intensité modérée** pendant au moins 10 minutes d'affilée ?

Ex : nager / faire du vélo / jouer au volley...

Oui

Non

Si non, allez directement à la question 16.

14. Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous une activité sportive ou d'autres activités de loisirs **d'intensité modérée** ?

/_ / Nombre de jours

15. Lors d'une journée habituelle, combien de temps y consacrez-vous ?

Remarque : Prenez en compte uniquement les activités réalisées pendant au moins 10 minutes d'affilée.

/_/_/ Heures /_/_/ Minutes

Vos comportements sédentaires

Qu'entend-on par « sédentarité » ?

Il s'agit du temps passé en position assise ou couchée, au travail, à la maison, en déplacement.

Ex : temps passé assis devant un bureau / à se déplacer en voiture, en bus, en train / à lire / à jouer aux cartes / à regarder la télévision...

16. Combien de temps passez-vous en position assise ou couchée lors d'une journée habituelle ?

Remarque : Ne comptez pas le temps moyen passé à dormir chaque nuit.

/_/_/ Heures /_/_/ Minutes

Annexe 3 : Autorisations éthiques et enregistrements au registre des traitements de données à caractère personnel

Etude 2 :



UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR,
28 AVENUE DE VALROSE – 06108 NICE CEDEX 2



RECEPISSE D'ENREGISTREMENT AU REGISTRE DES TRAITEMENTS DE DONNÉES A CARACTERE PERSONNEL

Au titre de l'article 30 du règlement général sur la protection des données (UE) 2016/679 (ci-après désigné RGPD), chaque responsable de traitement doit tenir un registre des activités de traitement de données à caractère personnel effectué sous sa responsabilité. Le Délégué à la Protection des Données formellement désigné par l'Université Cote d'Azur auprès de la CNIL le 10 juillet 2018 sous la référence DPO-18271 est missionné pour tenir le registre des traitements de données à caractère personnel relevant de la responsabilité de l'établissement.

DECLARANT

NomPr Fabienne d'Arripe Longueville
Direction, Service, UFR,LAMHESS (EA 6312), Faculté des Sciences du Sport, Université Nice Sophia Antipolis, membre
Université Côte d'Azur
FonctionsDirectrice du LAMHESS

SERVICE DECLARANT ET EN CHARGE DES DROITS DES PERSONNES CONCERNES

Service ou personne(s) auprès desquels s'exerce le droit des personnes concernées (RGPD Art. 14 à 22) : Pr d'Arripe-Longueville Fabienne, directrice du laboratoire LAMHESS ; Hayotte Meggy, LAMHESS ; Théroanne Pierre, LAPCOS

DENOMINATION ET FINALITES DU TRAITEMENT DECLARE

Le traitement : Outils Connectés, Activité Physique Adaptée, Santé (OCAPAS) : Validation française d'une échelle mesurant l'acceptabilité a priori des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) pour la santé , de type : Enquete ayant pour finalités : de diffuser un questionnaire de mesure de l'acceptabilité (Venkatesh et al., 2012), traduit en langue française (selon la méthodologie de Vallerand, 1989) à un large échantillon de la population générale afin d'en vérifier la structure factorielle. Par la suite, il s'agira de diffuser à nouveau ce questionnaire auprès d'un échantillon plus réduit afin de mesurer ces données, d'examiner leur relation avec d'autres concepts théoriques similaires (contrôle comportemental perçu, normes subjectives, facilité d'usage perçue, intentions d'usage), et la fidélité temporelle des réponses afin de valider la version traduite de ce questionnaire.

ENREGISTREMENT DU TRAITEMENT

Le traitement fait l'objet d'enregistrement au registre des traitements de l'Université Cote d'Azur sous la référence : UCA-E18-003, en date du 7 novembre 2018

La délivrance du présent récépissé d'enregistrement au registre du traitement de données à caractère personnel d'Université Cote d'Azur, permet au demandeur de mettre en œuvre le traitement ci-dessus désigné. Elle atteste de sa conformité aux prescriptions du RGPD sans, pour autant, constituer une validation en opportunité de l'usage d'outils ou services complémentaires -tels que des listes de diffusions- dont la mise en œuvre demeure conditionnée à l'approbation de leurs responsables. Elle n'exonère pas le demandeur du respect des dispositions du RGPD portant notamment sur l'obligation d'informer les personnes concernées de leurs droits (Art 12 et 13) de prendre, à son niveau, les mesures de sécurité appropriées pour assurer la confidentialité des données traitées (Art. 32) et d'informer, dans les meilleurs délais, le DPO de toute violation de données constatée (Art. 33).

Nice le 7 novembre 2018

Le Délégué à la protection des données
D'Université Cote d'Azur

dpo@unice.fr

Didier MARTIN

Etudes 3 et 4 :



UNIVERSITE COTE D'AZUR,
28 AVENUE DE VALROSE – 06108 NICE CEDEX 2



RECEPISSE D'ENREGISTREMENT AU REGISTRE DES TRAITEMENTS DE DONNEES A CARACTERE PERSONNEL

Au titre de l'article 30 du règlement général sur la protection des données (UE) 2016/679 (ci-après désigné RGPD), chaque responsable de traitement doit tenir un registre des activités de traitement de données à caractère personnel effectué sous sa responsabilité. Le Délégué à la Protection des Données formellement désigné par l'Université Cote d'Azur auprès de la CNIL le 10 juillet 2018 sous la référence DPO-18271 est missionné pour tenir le registre des traitements de données à caractère personnel relevant de la responsabilité de l'établissement.

DECLARANT

NomPr Fabienne d'Arripe Longueville
Direction, Service, UFR,LAMHESS (EA 6312), Faculté des Sciences du Sport, Université Nice Sophia Antipolis, membre
Université Côte d'Azur
FonctionsDirectrice du LAMHESS

SERVICE DECLARANT ET EN CHARGE DES DROITS DES PERSONNES CONCERNES

Service ou personne(s) auprès desquels s'exerce le droit des personnes concernées (RGPD Art. 14 à 22) :
Pr d'Arripe-Longueville Fabienne, directrice du laboratoire LAMHESS
Hayotte Meggy, LAMHESS
Thérouanne Pierre, LAPCOS

DENOMINATION ET FINALITES DU TRAITEMENT DECLARE

Le traitement : Outils Connectés, Activité Physique Adaptée, Santé (OCAPAS) : Enquête acceptabilité des Nouvelles Technologies et Activité Physique , de type : Enquete
ayant pour finalités : L'objectif est d'évaluer l'acceptabilité de Technologies favorisant la pratique d'une activité physique bénéfique pour la santé auprès de jeunes femmes bénéficiant d'un accompagnement pour la gestion de leur poids. Les analyses permettront de déterminer des profils psychologiques reliés à cette acceptabilité.

ENREGISTREMENT DU TRAITEMENT

Le traitement fait l'objet d'enregistrement au registre des traitements de l'Université Cote d'Azur sous la référence : UCA-E009, en date du 7 mars 2019

Considérant la collecte anonyme des données, la délivrance du présent récépissé d'enregistrement au registre des traitements de données à caractère personnel d'Université Cote d'Azur, permet au demandeur de mettre en œuvre le traitement ci-dessus désigné. Elle atteste de la conformité du traitement aux prescriptions du RGPD sans constituer une validation en opportunité du recours à des services connexes qui demeure conditionné à l'approbation de leurs responsables (ex. usage de listes de diffusions, accès direct à des services ou données opérationnelles, ...)
Elle ne l'exonère pas du respect des dispositions du RGPD portant notamment sur l'obligation d'informer les personnes concernées de leurs droits (Art 12 et 13) de prendre, à son niveau, les mesures de sécurité appropriées pour assurer la confidentialité des données traitées (Art. 32) et d'informer, dans les meilleurs délais, le DPO de toute violation de données constatée (Art. 33).

Nice le 7 mars 2019

Le Délégué à la protection des données
D'Université Cote d'Azur
dpo@unice.fr

Didier MARTIN

Registre des traitements de données à caractère personnel d
récépissé d'enregistrement

Etude 6 :

COMITE DE PROTECTION DES PERSONNES EST I

*CENTRE HOSPITALIER LA CHARTREUSE
1 BOULEVARD CHANOINE KIR – BP 23314
21033 DIJON CEDEX*

EXTRAIT DU PROCES VERBAL

REUNION DU JEUDI 2 MARS 2020

PERSONNES PRESENTES :

Médecins ou personnes qualifiées en matière de recherche biomédicale (Catégorie I):

Dr QUENOT (Titulaire), Dr DENIS (Titulaire)

Pharmaciens Hospitalier (Catégorie III) : M BOULIN (Titulaire)

Travailleur social (Catégorie VII) : Mme GONNEAUD (Titulaire)

Personnes qualifiées en raison de leur compétence en matière juridique (Catégorie VIII):

Mme TABUTIAUX (Titulaire)

Représentants des associations agréées de malades et d'usagers du système de santé (Catégorie IX):

M LECOMTE (Titulaire)

Au cours de cette réunion en comité restreint a été étudié le dossier :

Dossier 20.02.11.66913 – IDRCB : 2020-A00172-37

Effets d'interventions basées sur les Technologies de l'Information et de la Communication pour promouvoir l'activité physique et la santé chez des jeunes femmes intégrées dans un parcours de chirurgie bariatrique : un essai interventionnel RC

Promoteur : Université Côte d'Azur-LAMHESS

Investigateur-Coordonnateur : Mme d'ARRIPE-LONGEVILLE

Remarques et demandes de modifications :

- Relire les lettres d'information pour les quelques fautes qui y sont présentes,
- Dans les lettres d'information ajouter les coordonnées du DPO dans la partie réglementaire relative au règlement européen (qui peut éventuellement être plus détaillée)
- Associer en un seul document chaque lettre d'information avec son consentement y afférent.

Avis du Comité : Réserve dans l'attente des informations et modifications demandées

Documents examinés par le Comité :

- Courrier de demande d'avis auprès du CPP EST I signé et daté du 17/02/2020
- Formulaire de demande d'avis auprès du CPP pour une recherche mentionnée au 1° ou au 2° de l'article L. 121-1 du CSP ne portant pas sur un produit mentionné à l'Article L. 5311-1 du CSP signé et daté du 13/02/2020
- Document additionnel à la demande d'avis signé et daté du 17/02/2020
- Justification de l'adéquation des moyens humains, matériels et techniques signée et datée du 17/02/2020
- Attestation d'assurance MMA N° 146 177 524 datée du 20/02/2020
- Protocole de recherche OCAPAS – version 2 du 17/02/2020
- Résumé du protocole - version 2 du 17/02/2020
- Notice d'information – phase pré-enregistrement – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire de consentement - phase pré-enregistrement – version 2 du 17/02/2020
- Notice d'information – Groupe C – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire de consentement – Groupe C – V2 (17/02/2020)

Président : Mr le Dr QUENOT – Centre Hospitalier La Chartreuse – 1 Boulevard Chanoine Kir – BP 23314 – 21033 DIJON CEDEX Tél : 03 80 42 54 85 Fax : 03 80 42 54 86 mail : cpest1@chcdijon.fr
Vice-président : M. Yann LECOMTE – ARUCAH BFC – 21000 DIJON
Secrétaire : M. Mathieu BOULIN – CHU Dijon – rue Paul Gaffarel – 21000 DIJON

1/3

CPP EST I

- Notice d'information – Groupe ACTI-VISIO – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire de consentement - Groupe ACTI-VISIO – version 2 du 17/02/2020
- Notice d'information – Groupe ACTI-MOBIL– version 2 du 17/02/2020
- Formulaire de consentement - Groupe ACTI-MOBIL– version 2 du 17/02/2020
- Flow chart – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire SOC– version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire qualité de vie EQ-5D – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire GPAQ – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire EMAPS – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire besoins fondamentaux – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire Antécédents AP – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire acceptabilité – Groupe ACTI-VISIO – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire acceptabilité – Groupe ACTI-MOBIL – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire orientations générales à la causalité – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire adaptation programme AP – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire TM6 – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire test de force – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire inclusion (médecin) – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire données socio-demographiques (médecin) – version 2 du 17/02/2020
- Formulaire données cliniques (médecin) – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire Adhésion ACTI-VISIO – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire Adhésion ACTI-MOBIL – version 2 du 17/02/2020
- Liste investigateurs et partenaires OCAPAS – version 2 du 17/02/2020
- CV et certificat de formation aux Bonnes Pratiques Cliniques de Mme Fabienne d'Arripe-Longueville
- CV et certificat de formation aux Bonnes Pratiques Cliniques du Pr Nicolas Chevalier
- CV et certificat de formation aux Bonnes Pratiques Cliniques du Pr Antonio Iannelli

Fait à Dijon, le 3 mars 2020

/ 
Le Président
Dr Jean-Pierre QUENOT

CPP EST I

EXTRAIT DU PROCES VERBAL

RÉUNION DU MERCREDI 1^{ER} AVRIL 2020

PERSONNES PRESENTES :

Médecins ou personnes qualifiées en matière de recherche biomédicale (Catégorie I):

Mme SOUDRY-FAURE (Suppléante)

Pharmaciens Hospitalier (Catégorie III) : M. BOULIN (Titulaire)

Infirmiers et Infirmières (Catégorie IV) : Mme RAT (Titulaire)

Personnes qualifiées en raison de leur compétence à l'égard des questions d'éthique (Catégorie V):

Dr BOGGIO (Suppléant)

Représentants des associations agréées de malades et d'usagers du système de santé (Catégorie IX):

M. LECOMTE (Titulaire)

Au cours de cette réunion le comité restreint du CPP EST 1 a examiné les informations complémentaires transmises par le promoteur pour le dossier :

Dossier 20.02.11.66913 – IDRCB : 2020-A00172-37

Effets d'interventions basées sur les Technologies de l'Information et de la Communication pour promouvoir l'activité physique et la santé chez des jeunes femmes intégrées dans un parcours de chirurgie bariatrique : un essai interventionnel RC

Promoteur : Université Côte d'Azur-LAMHESS

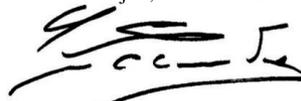
Investigateur-Coordonnateur : Mme d'ARRIPE-LONGEVILLE

Avis du Comité : FAVORABLE

Documents examinés par le Comité :

- Notice d'information et Formulaire de consentement – phase pré-enregistrement– version 3 du 04/03/2020
- Notice d'information et Formulaire de consentement – Groupe C – version 3 du 04/03/2020
- Notice d'information et Formulaire de consentement – Groupe ACTI-VISIO – version 3 du 04/03/2020
- Notice d'information et Formulaire de consentement - Groupe ACTI-MOBIL– version 3 du 04/03/2020
- Protocole de recherche OCAPAS – version 2 du 17/02/2020
- Questionnaire Adhésion ACTI-VISIO – version 2 du 17/02/2020

Fait à Dijon, le 1^{er} avril 2020



M. Yann LECOMTE
Vice-Président

Président : Mr le Dr QUENOT - Faculté de Médecine – Bâtiment B2 – 21079 DIJON CEDEX

Tel : 03.80.66.62.09 Fax : 03.80.66.59.93

Vice-président : M. Yann LECOMTE – ARUCAH BFC– 21000 DIJON

Secrétaire : M. Mathieu BOULIN – CHU Dijon – rue Paul Gaffarel – 21000 DIJON

3/3

COMITE DE PROTECTION DES PERSONNES EST I

CENTRE HOSPITALIER LA CHARTREUSE
1 BOULEVARD CHANOINE KIR – BP 23314
21033 DIJON CEDEX

EXTRAIT DU PROCÈS VERBAL

RÉUNION DU 19 NOVEMBRE 2020

PERSONNES PRESENTES :

Médecins ou personnes qualifiées en matière de recherche biomédicale (Catégorie I):

Dr QUENOT (Titulaire) ; M. WHITE (Titulaire) ; Dr BERTAUT (Titulaire) ; M. SKRZYPSKI (Suppléant) ;

Médecins généralistes (Catégorie II) : Dr DURAND (Titulaire) ; Dr MAIZIERES (Suppléant)

Infirmiers et Infirmières (Catégorie IV) : Mme PERROT (Suppléante)

Personnes qualifiées en raison de leur compétence à l'égard des questions d'éthique (Catégorie V):

Dr BOGGIO (Suppléant)

Personnes qualifiées en raison de leur compétence en matière juridique (Catégorie VIII):

Mme TABUTIAUX (Titulaire) ; Mme MONNIER (Suppléante)

Représentants des associations agréées de malades et d'usagers du système de santé (Catégorie IX):

M. LECOMTE (Titulaire) ; Mme LEGENDRE (Suppléante)

Au cours de cette réunion a été étudiée la modification substantielle au dossier :

Dossier 20.02.11.66913 Modification substantielle n°1 – IDRCB : 2020-A00172-37

Effets d'interventions basées sur les Technologies de l'Information et de la Communication pour promouvoir l'activité physique et la santé chez des jeunes femmes intégrées dans un parcours de chirurgie bariatrique : un essai interventionnel RC

Promoteur : Université Côte d'Azur-LAMHESS

Investigateur-Coordonnateur: Mme d'ARRIPE-LONGEVILLE

Objet de la modification substantielle :

La modification du protocole consiste à supprimer le temps de mesure prévu en pré-chirurgie bariatrique (mesure subsidiaire non nécessaire pour répondre aux objectifs de la recherche) et de diminuer la durée de l'étude en ramenant à 3 mois après l'arrêt des interventions la mesure finale (durée suffisante pour observer une rémanence des effets).

Avis du Comité : FAVORABLE

Documents examinés par le Comité :

- Courrier ANSM – signé et daté du 21/10/2020
- Document additionnel à la demande d'avis au Comité de Protection des Personnes sur un projet de recherche mentionnée au 1° ou au 2° de l'article L. 1121-1 du code de la santé publique ne portant pas sur un produit mentionné à l'article L. 5311-1 du même code – signé et daté du 15/10/2020
- Protocole OCAPAS – version 3 du 15/10/2020
- Flow chart – version 3 du 15/10/2020
- Formulaire de données cliniques – version 3 du 15/10/2020
- Formulaire d'inclusion – version 3 du 15/10/2020
- Formulaire socio-démographique – version 3 du 15/10/2020
- Formulaire test de force – version 3 du 15/10/2020
- Formulaire TM6 – version 3 du 15/10/2020

.../...

Président : Mr le Dr QUENOT – Centre Hospitalier La Chartreuse – 1 Boulevard Chanoine Kir – BP 23314 – 21033

DIJON CEDEX Tél : 03 80 42 54 85 Fax : 03 80 42 54 86 mail : cppest1@chlcdijon.fr

Vice-président : M. Yann LECOMTE – ARUCAH BFC – 21000 DIJON

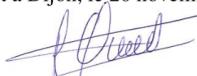
Secrétaire : M. Mathieu BOULIN – CHU Dijon – Rue Gaffarel – 21000 DIJON

1/2

CPP EST I

- Notice d'information Groupe ACTI-MOBIL – version 4 du 15/10/2020
- Notice d'information Groupe ACTI-VISIO – version 4 du 15/10/2020
- Notice d'information Groupe C – version 4 du 11/10/2020
- Notice d'information phase pré-enregistrement – version 4 du 15/10/2020
- Courrier de demande de modification substantielle – signé et daté du 21/10/2020
- Résumé du protocole – version 3 du 15/10/2020
- Tableau récapitulatif modification substantielle n°1 – version 2 du 21/10/2020

Fait à Dijon, le 20 novembre 2020



Dr Jean-Pierre QUENOT
Président

RECEPISSE D'ENREGISTREMENT AU REGISTRE DES TRAITEMENTS DE DONNEES A CARACTERE PERSONNEL

Au titre de l'article 30 du règlement général sur la protection des données (UE) 2016/679 (ci-après désigné RGPD), chaque responsable de traitement doit tenir un registre des activités de traitement de données à caractère personnel effectué sous sa responsabilité. Le Délégué à la Protection des Données formellement désigné par l'Université Côte d'Azur auprès de la CNIL le 15 janvier 2020 sous la référence DPO-78934 est missionné pour tenir le registre des traitements de données à caractère personnel relevant de la responsabilité de l'établissement.

DECLARANT

NomPr Fabienne d'Arripe Longueville
Direction, Service, UFR,LAMHESS (EA 6312), Campus STAPS, Université Côte d'Azur
FonctionsDirectrice du LAMHESS

SERVICE DECLARANT ET EN CHARGE DES DROITS DES PERSONNES CONCERNES

Service ou personne(s) auprès desquels s'exerce le droit des personnes concernées (RGPD Art. 14 à 22) : Pr d'Arripe-Longueville Fabienne, directrice du laboratoire LAMHESS; Pr Chevalier Nicolas, Responsable du Département d'Endocrinologie, Diabétologie et Reproduction du CHU de Nice, CSO PACA Est; Pr Iannelli Antonio, CSO PACA Est; Martin Didier, DPO UCA; Hayotte Meggy, LAMHESS

DENOMINATION ET FINALITES DU TRAITEMENT DECLARE

Le traitement : Effets d'interventions basées sur les Technologies de l'Information et de la Communication pour promouvoir l'activité physique et la santé chez des jeunes femmes intégrées dans un parcours de chirurgie bariatrique : un essai interventionnel RC, de type : Projet de recherche
ayant pour finalités : L'objectif principal de ce protocole de recherche sera d'évaluer les effets sur la capacité fonctionnelle de deux interventions basées sur l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) pour promouvoir l'activité physique (AP) et la santé chez des jeunes femmes post-chirurgie bariatrique.
Les objectifs secondaires visent à :
- évaluer les effets de deux interventions basées sur l'utilisation des TIC pour promouvoir l'AP et la santé sur i) différents indicateurs de l'engagement dans l'AP (indicateurs physiologiques, indicateurs psycho-comportementaux) ; et ii) différents indicateurs de santé (IMC, qualité de vie, composition corporelle).
- évaluer les relations entre l'acceptabilité des TIC et les indicateurs de l'engagement dans l'activité physique ou de santé.
Les analyses permettront d'établir l'acceptabilité et l'efficacité sur le changement de comportement d'activité physique de deux TIC pour accompagner les jeunes femmes incluses dans un parcours de chirurgie bariatrique à être plus actives.

ENREGISTREMENT DU TRAITEMENT

Considérant que :

- le projet ci-dessus désignée traite des données de santé et constitue une recherche impliquant la personne humaine de type 2 au sens de l'article L1121-1 du code de la santé publique;
- l'avis favorable en date du 1^{er} avril 2020 du CCP EST I préalablement sollicité ;
- l'établissement UCA fait l'objet d'une déclaration de conformité à la méthodologie de référence MR01 auprès de la CNIL n° 2211447v0 en date du 04 février 2019 ;
- le protocole de l'enquête se conforme à la méthodologie de référence MR01 ;
- l'analyse d'impact sur la vie privée (évaluée conforme par le DPO de l'établissement), fait ressortir un niveau de risque acceptable au regard des mesures techniques et organisationnelles mises en œuvre.



Le traitement ci-dessus désigné, fait l'objet d'enregistrement au registre des traitements de l'Université Côte d'Azur sous la référence : **UCA-R20-034**, en date du 28 avril 2020 et peut être mis en œuvre par le demandeur

La délivrance du présent récépissé d'enregistrement au registre des traitements de données à caractère personnel d'Université Côte d'Azur, permet au demandeur de mettre en œuvre le traitement ci-dessus désigné. Elle atteste de la conformité du traitement aux prescriptions du RGPD sans constituer une validation en opportunité du recours à des services connexes qui demeure conditionné à l'approbation de leurs responsables (ex. usage de listes de diffusions, accès direct à des services ou données opérationnelles, ...)

Elle ne l'exonère pas du respect des dispositions du RGPD portant notamment sur l'obligation d'informer les personnes concernées de leurs droits (Art 12 et 13) de prendre, à son niveau, les mesures de sécurité appropriées pour assurer la confidentialité des données traitées (Art. 32) et d'informer, dans les meilleurs délais, le DPO de toute violation de données constatée (Art. 33).

Nice le 28 avril 2020

Le Délégué à la protection des données

D'Université Côte d'Azur

dpo@univ-cotedazur.fr

Didier MARTIN

Les technologies de promotion de l'activité physique chez les jeunes femmes en obésité sévère : De l'étude des mécanismes d'acceptabilité à l'évaluation de leurs effets

Résumé – La promotion de l'activité physique est essentielle dans la prise en charge des jeunes femmes atteintes d'obésité sévère, notamment lorsque la prise en charge s'accompagne d'un traitement chirurgical. Dans ce cadre, les technologies de promotion de l'activité physique offrent de nouvelles perspectives d'accompagnement. Ces technologies ont des effets favorables à court terme sur les paramètres physiologiques liés à l'obésité, et sur l'engagement dans l'activité physique. Cependant, leurs effets durables et les mécanismes qui sous-tendent l'efficacité de ces technologies n'ont été que peu étudiés dans la littérature.

L'objectif de cette thèse est de contribuer à l'identification de ces mécanismes, en se focalisant principalement sur les mécanismes d'acceptabilité de différents types de technologies de promotion de l'activité physique chez des jeunes femmes en obésité sévère. Une première étude préliminaire a consisté à réaliser une revue systématique des effets et de l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique dans le contexte de la chirurgie bariatrique (Etude 1). Une seconde étude préliminaire (Etude 2) a permis de développer et valider un outil psychométrique mesurant l'acceptabilité des technologies de promotion de l'activité physique basé sur le modèle de l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2* (UTAUT2). Les études 3 et 4 ont caractérisé le niveau d'acceptabilité de trois types de technologies (i.e., applications mobiles, jeux vidéo actifs, visioconférence), à l'aide de *scenarii* hypothétiques, et identifié des facteurs motivationnels reliés à l'acceptabilité des technologies. Plus spécifiquement, les orientations générales à la causalité (i.e., orientations concernant l'initiation et la régulation du comportement selon la théorie de l'autodétermination) sont des prédicteurs des profils d'acceptabilité des technologies étudiées. L'étude 5 a ensuite caractérisé le potentiel de changement de comportement de deux technologies de promotion de l'activité physique adaptées au contexte de la chirurgie bariatrique et disponibles sur le marché français : la plateforme *MyBody* proposée par *BePatient*, et un programme d'activité physique adaptée réalisé en visioconférence, proposé par *Mooven*. Au regard des techniques du changement de comportement que ces deux technologies mobilisent, nous pouvons supposer qu'elles auront des effets positifs sur l'activité physique des jeunes femmes en post-chirurgie bariatrique. Afin d'examiner dans quelle mesure l'acceptabilité de ces technologies et les facteurs motivationnels reliés contribuent à l'explication des effets durables de ces technologies, nous avons conçu le protocole d'essai interventionnel randomisé contrôlé OCAPAS (Etude 6).

Ce programme de recherche doctoral contribue à l'identification de mécanismes qui sous-tendent l'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique en contexte d'obésité. Des différences ont été démontrées entre les technologies en termes : (a) de niveau et de profil d'acceptabilité, (b) d'orientations générales à la causalité prédisant l'acceptabilité de chaque technologie, et (c) de techniques de changement de comportement mobilisées par les technologies. Ces résultats illustrent une extension du modèle théorique de l'UTAUT2. Ils invitent par ailleurs à concevoir un modèle intégratif du changement comportemental par les technologies. Les résultats de l'essai interventionnel, et les perspectives de recherche discutées dans ce travail doctoral, contribueront à enrichir l'étude des conditions d'efficacité des technologies de promotion de l'activité physique, et à préciser les recommandations à destination des professionnels de santé.

Mots-clés : acceptabilité des technologies, promotion de l'activité physique, changement comportemental, obésité.

Technologies for promoting physical activity in young women with severe obesity: From studying mechanisms of acceptability to evaluating their effects

Abstract – Physical activity promotion is essential in the management of young women with severe obesity, including those who undergo surgical treatment. In this context, technology-based physical activity interventions offer new perspectives. These interventions have demonstrated positive short-term effects on obesity-related physiological parameters and the engagement in physical activity. However, the literature reveals that their long-term effects and the mechanisms underlying the effectiveness of the technologies have been poorly studied.

The objective of this thesis is to contribute to identifying these mechanisms, with a focus primarily on the mechanisms of acceptability of several types of technology-based physical activity interventions in young women with severe obesity. The first preliminary study was a scoping review of the effects and acceptability of technology-based physical activity interventions in the context of bariatric surgery (Study 1). A second preliminary study (Study 2) sought to develop and validate a psychometric tool to measure the acceptability of eHealth technology to promote physical activity, based on the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology-2 (UTAUT2) model. Studies 3 and 4 characterized the level of acceptability of three types of technologies (i.e., mobile applications, active video games, videoconferencing) using hypothetical *scenarii* and identified the motivational factors related to technology acceptability. Specifically, general causality orientations for physical activity (i.e., orientations concerning the initiation and regulation of behavior according to the Self-Determination Theory) are predictors of the acceptability profiles of the technologies studied. Study 5 characterized the behavior change potential of two technology-based physical activity interventions, both adapted to the context of bariatric surgery and available on the French market: the *MyBody* platform proposed by *BePatient* and an adapted physical activity program conducted by videoconference proposed by *Mooven*. In view of the behavior change techniques that these two technologies mobilize, we hypothesized that they would have positive effects on the physical activity of young women post-bariatric surgery. To examine the extent to which the acceptability of these technologies and the related motivational factors contribute to explaining the lasting effects of these technologies, we designed the OCAPAS randomized controlled interventional trial protocol (Study 6).

This doctoral research program contributes to the identification of the mechanisms underlying the effectiveness of technology-based physical activity interventions in the context of obesity. Differences have been demonstrated between the technologies in terms of: (a) the acceptability degree and profile, (b) the general orientations to causality that predict the acceptability of each technology, and (c) the behavior change techniques mobilized by the technologies. These results illustrate an extension of the UTAUT2 model. They also suggest that an integrative model of behavioral change through technology should be developed. The results of the interventional trial, and the research perspectives discussed in this doctoral work, will help to define the conditions that best ensure the effectiveness of technology-based physical activity interventions and to clarify the recommendations for health professionals.

Keywords: technology acceptability, promotion of physical activity, behavioral change, obesity.