



**HAL**  
open science

# Conception d'interactions motivationnelles, adaptatives et mobiles pour le changement de comportement : application à la lombalgie

Florian Debackere

► **To cite this version:**

Florian Debackere. Conception d'interactions motivationnelles, adaptatives et mobiles pour le changement de comportement : application à la lombalgie. Interface homme-machine [cs.HC]. Université Paris-Saclay, 2024. Français. NNT : 2024UPASG060 . tel-04786967

**HAL Id: tel-04786967**

**<https://theses.hal.science/tel-04786967v1>**

Submitted on 16 Nov 2024

**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.

# Conception d'Interactions Motivationnelles, Adaptatives et Mobiles pour le Changement de Comportement : Application à la Lombalgie

*Designing Motivational, Adaptive and Mobile Interactions for Behavior  
Change: Application to Low Back Pain*

## Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay

École doctorale n°580 : Sciences et Technologies de l'Information et de la  
Communication (STIC)  
Spécialité de doctorat : Informatique  
Graduate School : : Informatique et Sciences du Numérique. Référent : Faculté des  
Sciences d'Orsay

Thèse préparée dans l'unité de recherche **Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences  
du Numérique (Université Paris-Saclay, CNRS)**, sous la direction de **Jean-Claude  
MARTIN**, Professeur des Universités, et le co-encadrement de **Céline CLAVEL**,  
Maîtresse de conférences

Thèse soutenue à Paris-Saclay, le 22 octobre 2024, par

**Florian DEBACKERE**

## Composition du Jury

Membres du jury avec voix délibérative

### Gaëlle CALVARY

Professeure des Universités, LIG-CNRS, Université Grenoble Alpes Présidente

### Yann LAURILLAU

Maître de conférences-HdR, LIG-CNRS, Université Grenoble Alpes Rapporteur & Examineur

### Elena MUGELLINI

Professeure des Universités, Institut HumanTech, Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg Rapporteuse & Examinatrice

### Christophe KOLSKI

Professeur des Universités, LAMIH-CNRS, Université Polytechnique Hauts-de-France Examineur

### Audrey SERNA

Maîtresse de conférences, LIRIS-CNRS, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon Examinatrice

**Titre :** Conception d'Interactions Motivationnelles, Adaptatives et Mobiles pour le Changement de Comportement : Application à la Lombalgie

**Mots clés :** Interactions Humain-Machine, Interventions numériques pour le changement de comportement, Système adaptatif, Profils de patients, Lombalgie chronique, Santé mobile

**Résumé :** Aujourd'hui se développent les technologies dites persuasives ou motivationnelles qui désignent des technologies, applications ou services conçus pour induire des changements d'attitudes et de comportements chez ceux qui les utilisent. Cela fait l'objet de recherche en Interaction Humain-Machine en lien avec des théories issues de la psychologie liées par exemple au changement de comportement ou à la motivation. Des recherches sur ces technologies suggèrent qu'afin d'encourager une adhésion à long-terme, ces "coachs virtuels" doivent être personnalisés et/ou adaptés en fonction des caractéristiques individuelles des utilisateurs (stade de changement de comportement, motivations, préférences, barrières). Par exemple, selon la Théorie de l'Auto-Détermination (TAD), un individu peut présenter différentes formes de motivation plus ou moins efficaces. Il s'agit alors de pouvoir identifier les formes de motivation présentes chez les utilisateurs afin de proposer des services et des interactions permettant de les renforcer ou de les faire évoluer. L'utilisation de tels systèmes dans le domaine de la santé a le potentiel d'induire et de renforcer des comportements de santé parfois difficiles à instaurer par les soignants. Proposer une prise en charge quotidienne et personnalisée représente un coût humain et financier considérable pour les professionnels de santé. Une application mobile a l'avantage de pouvoir faire face à ces contraintes. L'objectif de cette thèse est de concevoir ce coach informatique avec et pour des patients atteints de lombalgie chronique pour les accompagner dans la gestion de leur pathologie notamment vis à vis de leurs douleurs et de la pratique d'une activité physique régulière.

Les défis majeurs de cette thèse incluent la sélection et la coordination des différentes méthodologies existantes, ainsi que l'évaluation de la qualité et de l'efficacité de l'application. Les questions clés abordent une compréhension approfondie des patients en termes de caractéristiques psychologiques, la mise en œuvre d'une approche centrée-utilisateur et participative pour répondre aux besoins des patients, l'adaptation de l'intervention pour favoriser le processus de changement de comportement, et l'évaluation de cette intervention sur l'engagement et le processus de changement de comportement des patients. Les contributions s'articulent autour de trois axes : (1) la proposition d'un métamodèle de conception et d'évaluation pour des interventions numériques adaptatives de soutien au changement de comportement, (2) l'identification de profils de patients lombalgiques basés sur des caractéristiques psychologiques liées au processus de changement de comportement et (3) la conception d'une application mobile à destination des patients lombalgiques. Ainsi, cette thèse propose une approche utile pour guider la conception d'interventions et interactions humain-machine adaptatives, fondées sur des théories en psychologie du changement de comportement et en impliquant les professionnels et les patients dans le processus de conception.

**Title :** Designing Motivational, Adaptive and Mobile Interactions for Behavior Change: Application to Low Back Pain

**Keywords :** Human-Machine Interactions, Digital behavior change interventions, Adaptive system, Patient profiles, Chronic low back pain, mhealth

**Abstract :** Today's technologies are known as persuasive or motivational, referring to technologies, applications or services designed to induce changes in the attitudes and behaviors of those who use them. This is the subject of research in Human-Computer Interaction, in conjunction with theories from psychology linked, for example, to behavior change or motivation. Research on these technologies suggests that, in order to encourage long-term adherence, these "virtual coaches" need to be personalized and/or adapted according to users' individual characteristics (stage of behavior change, motivations, preferences, barriers). For example, according to Self-Determination Theory (SDT), an individual may present different forms of motivation, more or less effective. The aim is to identify the forms of motivation present in users, in order to offer services and interactions that reinforce or develop them. The use of such systems in the healthcare field has the potential to induce and reinforce health behaviors that are sometimes difficult for caregivers to establish. Offering personalized daily care represents a considerable human and financial cost for healthcare professionals. A mobile application has the advantage of being able to cope with these constraints. The aim of this thesis is to design this computer coach with and for patients suffering from chronic low back pain, to help them manage their condition, particularly with regard to their pain and the practice of regular physical activity.

The major challenges of this thesis include the selection and coordination of different existing methodologies, as well as the evaluation of the application's quality and effectiveness. Key issues address a thorough understanding of patients in terms of psychological characteristics, the implementation of a user-centered and participatory approach to meet patients' needs, the tailoring of the intervention to foster the behavior change process, and the evaluation of this intervention on patients' engagement and behavior change process. The contributions are structured around three axes: (1) the proposal of a design and evaluation metamodel for adaptive digital interventions to support behavior change, (2) the identification of low back pain patient profiles based on psychological characteristics related to the behavior change process, and (3) the design of a mobile application for low back pain patients. Thus, this thesis proposes a useful approach to guide the design of adaptive human-machine interventions and interactions, based on theories in the psychology of behavior change and involving professionals and patients in the design process.

# REMERCIEMENTS

Il m'est difficile de réaliser que cette aventure arrive à son terme. Quatre années de travail, de découverte, de soutien et surtout de rencontre, parmi lesquelles j'ai tant appris, et qui m'ont permis d'aboutir à ce résultat.

Je voudrais tout d'abord remercier les membres du jury pour votre contact chaleureux et pour le temps que vous avez accordé à l'étude de mes travaux. Tout particulièrement, j'aimerais remercier les rapporteurs, Yann Laurillau et Elena Mugellini, pour vos rapports détaillés qui m'ont permis de faire évoluer mes réflexions quant à mes travaux de recherche. Aussi, je tiens à remercier Gaëlle Calvary pour votre participation depuis mon comité de suivi, qui a grandement contribué à l'évolution de ma réflexion scientifique.

Mes remerciements vont ensuite à mes directeurs de thèse. Tout d'abord Jean-Claude Martin, pour ton implication et ta bienveillance dans mon encadrement, ponctué par un rire communicatif et une énergie inspirante. Mais aussi Céline Clavel, pour le temps et les discussions que tu m'as accordés. Tes mots remplis d'honnêteté et d'empathie m'ont énormément apporté, autant sur le plan scientifique qu'humain.

Merci à toute l'équipe du projet Back4P, et notamment à Christelle Nguyen et Alexandra Rorën pour leur collaboration et pour leur aide précieuse dans la conception de l'application mobile. Mes remerciements vont aussi à tous les participants et patients qui ont contribué à la conception de l'application mobile. D'ailleurs, concernant le développement de cette application, je tiens à remercier Louis Lecardonnel et Baptiste Masoud qui ont contribué, en tant que stagiaire, au développement de certains modules de la première version de l'application mobile. Aussi, merci à Simon Philipot pour sa contribution sur l'amélioration du design de la maquette. Et merci à Wissam Hlayhel pour m'avoir enseigné, en début de thèse, les bases en développement kotlin me permettant d'acquérir les compétences nécessaires pour ce travail.

Pour la suite, je tiens à remercier tous les permanents du groupe CPU : Nicolas, Brian, Vincent, Chloé, et Virginie, qui ont su m'accueillir dans un environnement aussi enrichissant qu'amusant et qui m'ont permis de construire mon positionnement en tant que chercheur. Notamment, Élise Prigent, avec qui j'ai partagé mon bureau, mais aussi beaucoup de mes doutes et réflexions. Ton écoute et ta franchise, toujours accompagnée d'une bonne humeur communicante, ont grandement contribué à mon évolution. Mais une vie épanouie au laboratoire n'aurait pu exister sans la présence de mes collègues non-permanents, aujourd'hui devenue amis. Tout d'abord merci Jennifer pour ces moments d'écoutes post-réunion et pour ton rire permanent à chacune de mes blagues. Merci Valentin pour m'avoir guidé dans cette ascension vers la connaissance, et aussi pour me suivre dans nos ambitions de badistes professionnelles. Et merci Séverine, pour ces moments de covoiturage, toujours remplie d'humour et d'authenticité, et qui m'ont souvent beaucoup motivé à continuer. Aussi, merci à toutes les autres belles rencontres de CPU : Gaby, Jean-Baptiste, Pierre-Adams, Alexis, David, Amine, Manon, et tous les autres partis trop tôt, qui ont su apporter une ambiance que je vais beaucoup regretter.

Enfin, j'en arrive aux amis de toujours. Merci Meryem pour avoir suivi en détail toute cette épopée. Merci Aurore et Laura pour nos moments toujours très ressourçant. Merci Justine pour ton soutien. Merci à toute cette bande de copain qui a toujours cru en mes capacités.

Et surtout, merci à ma famille pour votre soutien inconditionnel. Merci à mes grands-parents qui m'ont apporté la rigueur et le soutien nécessaire pour accéder à des études longues. Et merci à ma mère, dont la force de caractère est une source d'inspiration qui m'a grandement aidé à persister.

Pour finir, merci Adriano d'être cette personne qui a su me faire rire et me reconforter dans chacune des épreuves que j'ai traversées. Tu es sans aucun doute la plus belle rencontre que j'ai faite durant ces quatre années.

# TABLE DES MATIÈRES

---

## **Partie I : Introduction, État de l'art et Problématique ..... 11**

### **Chapitre 1: Introduction .....12**

- 1.1. Contexte général et question de recherche ..... 12
- 1.2. Objectifs ..... 15
- 1.3. Organisation du manuscrit..... 17

### **Chapitre 2: Lombalgie et changement de comportement .....20**

- 2.1. Présentation et prise en charge de la lombalgie..... 20
- 2.2. Changement de comportement et activité physique..... 30
- Conclusion du chapitre ..... 44

### **Chapitre 3: Technologies d'aide au changement de comportement.....46**

- 3.1. Enjeux du domaine ..... 46
- 3.2. Concevoir une expérience engageante..... 64
- 3.3. Concevoir des technologies adaptatives..... 72
- Conclusion du chapitre ..... 84

### **Chapitre 4: Problématique et approche de la thèse.....87**

- 4.1. Synthèse et limites de l'état de l'art général..... 87
- 4.2. Problématique de recherche ..... 92
- 4.3. Approche et méthode proposée ..... 94

## **Partie II : Contributions de la thèse, Réflexions et Perspectives ..... 97**

### **Chapitre 5: Comprendre les utilisateurs .....98**

- 5.1. Introduction..... 98
- 5.2. Hypothèses ..... 99

5.3. Méthode.....	100
5.4. Résultats.....	106
5.5. Discussion.....	119
À retenir.....	124
<b>Chapitre 6: Concevoir l'intervention .....</b>	<b>125</b>
6.1. Introduction.....	125
6.2. Comprendre les tâches et le contexte .....	127
6.3. Comprendre et spécifier les attentes .....	138
6.4. Co-conception du prototype.....	146
6.5. Adaptation de l'intervention.....	165
6.6. Développement de l'application mobile .....	169
6.7. Discussion.....	173
À retenir.....	180
<b>Chapitre 7: Evaluer l'intervention .....</b>	<b>181</b>
7.1. Introduction.....	181
7.2. Hypothèses .....	182
7.3. Méthode.....	184
7.4. Résultats.....	188
7.5. Discussion.....	205
À retenir.....	213
<b>Chapitre 8: Réflexions et perspectives .....</b>	<b>214</b>
8.1. Synthèse de l'approche proposée.....	214
8.2. Retours sur les contributions.....	215
8.3. Perspectives générales.....	224
Conclusion générale.....	233
<b>Bibliographies .....</b>	<b>236</b>

**Annexes ..... 286**

**Annexe 1 : Questionnaires ..... 287**

Annexe 1a : EMAPS (Motivation Activité Physique) ..... 287

Annexe 1b : Échelle d'Auto-Efficacité Spécifique à la douleur Chronique (FC-CPSES) .. 289

Annexe 1c : Peurs et croyances (FABQ-AP) ..... 294

Annexe 1d : Moral (PHQ-9) ..... 295

Annexe 1e : Fardeau du traitement (TBQ) ..... 297

Annexe 1f : Qualité de vie (Suivi annuel) (EQ-5D-5L) ..... 300

Annexe 1g : Vos symptômes (suivi à 6 mois) (MYMOP) ..... 302

Annexe 1h : Activité physique (IPAQ) ..... 304

**Annexe 2 : Analyses qualitatives pour la conception ..... 308**

Annexe 2a : Résultats des entretiens exploratoires ..... 308

Annexe 2b : Résultats des ateliers de co-conception ..... 311

**Annexe 3 : Traduction française de la taxonomie des techniques de changement de comportement ..... 314**

**Annexe 4 : Questionnaire concernant les attentes envers une application mobile pour l'autogestion de la lombalgie ..... 333**

**Annexe 5 : Liste des messages motivationnels ..... 340**

**Annexe 6 : Formulaire pour les tests utilisateur ..... 345**

**Annexe 7 : Expérience utilisateur (MeCUE) ..... 349**

**Annexe 8 : Tens-Task traduit en français ..... 351**

**Annexe 9 : Retours utilisateurs ..... 352**

**Annexe 10 : Avis du CER de l'Université Paris-Saclay ..... 355**

**Annexe 11 : Avis du DPD du CNRS ..... 356**



## TABLE DES FIGURES

---

Figure 1: workpackages du projet BACK-4P .....	17
Figure 2: modèle HAPA (Schwarzer, 2016) .....	35
Figure 3: continuum d'autodétermination (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) .....	39
Figure 4: modèle de Ritterband (2009) .....	53
Figure 5: métamodèle conceptuel pour la conception et l'évaluation d'interventions numériques de changement de comportement .....	94
Figure 6: instanciation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Comprendre les utilisateurs" .....	98
Figure 7: dendrogramme avec un découpage en 4 groupes .....	111
Figure 8: diagramme de Kiviat des 4 profils de patients lombalgiques .....	117
Figure 9: arbre de classification pour l'attribution d'un profil à un nouveau patient .....	118
Figure 10: positionnement des quatre profils motivationnels sur le modèle HAPA .....	122
Figure 11: instanciation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Concevoir l'intervention" .....	125
Figure 12: carte d'expérience de la 1ère séance du "OneDay" .....	130
Figure 13: carte d'expérience de la 2ème séance du "OneDay" .....	132
Figure 14: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectif clinique "Pratiquer une activité physique régulière" .....	136
Figure 15: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectif d'usage "Faire une séance" .....	137
Figure 16: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectifs cliniques "Améliorer le confort ergonomique" et "Diminuer la souffrance psychique" .....	138
Figure 17: histogramme des fonctionnalités demandées .....	141
Figure 18: nuages de mots des avis des participants pour les modules « Activité physique » et « Gestion de la douleur », et pour les notifications .....	142
Figure 19: mise à jour du modèle BIT de l'application BACK-4P - stratégies pour la phase motivationnelle de l'objectif clinique "Pratiquer une activité physique régulière" .....	143
Figure 20: mise à jour du modèle BIT de l'application BACK-4P - stratégies pour la phase volitionnelle de l'objectif clinique "Pratiquer une activité physique régulière" .....	144
Figure 21: mise à jour du modèle BIT de l'application BACK-4P - stratégies pour les objectifs cliniques "Améliorer le confort ergonomique" et "Diminuer la souffrance psychique" .....	146
Figure 22: maquette de l'app BACK-4P - Initialisation du compte .....	147
Figure 23: maquette de l'app BACK-4P - Module "Suivi", page d'accueil et Module "Communauté" .....	148
Figure 24: maquette de l'app BACK-4P - Module "Activité physique" .....	149
Figure 25: maquette de l'app BACK-4P - Module "Gestion de la douleur" .....	150

Figure 26: maquette de l'app BACK-4P - Module "Ergonomie" et Module "Connaissance"	151
Figure 27: prototype de l'app BACK-4P - Initialisation .....	160
Figure 28: prototype de l'app BACK-4P - Accueil et Module "Suivi" .....	161
Figure 29: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectifs d'usages .....	162
Figure 30: prototype de l'app BACK-4P - Module "Activité physique" .....	163
Figure 31: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectif d'usage "Enregistrer les données" .....	164
Figure 32: prototype de l'app BACK-4P – Modules "Gestion de la douleur", "Ergonomie" et "Connaissance" .....	164
Figure 33: architecture de la liaison entre l'application mobile et la base de données.....	170
Figure 34: connexion à un compte utilisateur .....	171
Figure 35: modification de l'interface d'accueil.....	173
Figure 36: instanciation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Évaluer l'intervention" .....	181
Figure 37: comparaison des deux versions de l'application (Contrôle et Adaptée).....	185
Figure 38: comparaison des profils .....	190
Figure 39: temps par connexion en fonction des profils et des conditions.....	192
Figure 40: proportion de Prudents ayant consulté les Quiz 1 et 2.....	193
Figure 41: proportion de Confiants ayant planifié leurs séances.....	195
Figure 42: scores d'évitement des émotions négatives des Confiants en fonction de la condition .....	198
Figure 43: instanciation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Évaluer l'intervention" .....	216

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1: synthèse des barrières et ressources envers l'activité physique des patients lombalgiques (Boutevillain et al., 2017; Palazzo et al., 2016; Saner et al., 2018) .....	36
Tableau 2: comparaison des cadres, modèles et méthodes de conception en fonction des recommandations.....	91
Tableau 3: caractéristiques cliniques - état de santé général.....	106
Tableau 4: caractéristiques cliniques .....	107
Tableau 5: caractéristiques liées au changement de comportement.....	109
Tableau 6: corrélations entre les variables de l'analyse de regroupement.....	110
Tableau 7: correspondances des groupes de la CAH et de K-means .....	111
Tableau 8: caractéristiques liées au changement de comportement en fonction des groupes .....	112
Tableau 9: auto-efficacité à gérer sa pathologie (score de 1 à 10) .....	114
Tableau 10: caractéristiques cliniques en fonction des groupes.....	115
Tableau 11: comparaison des profils .....	121
Tableau 12: adaptation des séances d'activité physique proposée en fonction du niveau de l'utilisateur .....	165
Tableau 13: adaptation des recommandations et de leur ordre en fonction du profil .....	166
Tableau 14: adaptation des messages motivationnels en fonction du profil .....	168
Tableau 15: exemples de messages en fonction des critères à renforcer .....	169
Tableau 16: statistiques descriptives des profils identifiés par l'arbre de classification .....	189
Tableau 17: différences significatives entre la condition adaptée et contrôle .....	191
Tableau 18: résultats significatifs de l'impact de l'intervention sur les réponses aux échelles post intervention.....	200

**Partie I :**  
**Introduction, État de l'art et**  
**Problématique**

## Chapitre 1: Introduction

### 1.1. Contexte général et question de recherche

Imaginez-vous sur le point de lacer vos baskets, avec détermination et bonnes intentions : "Cette fois c'est décidé, je me mets au sport !". Beaucoup d'entre nous connaissent ce scénario. La pratique est régulière durant une semaine, peut-être un mois ou plus pour les plus courageux, puis bien souvent ça nous échappe. La dure réalité nous rattrape : changer de comportement est un processus difficile à mettre en place et à maintenir. Que ce soit pour s'engager dans une activité physique régulière, adopter de meilleures habitudes alimentaires ou arrêter de fumer, ces changements d'habitude constituent des enjeux de la prévention primaire (en amont de la maladie), secondaire (stade précoce de son évolution) et tertiaire (éviter la survenue de complications et de rechutes). Malgré les nombreuses campagnes de prévention et recommandations des professionnels de santé, motiver la population à un mode de vie plus sain demeure donc un réel défi pour les institutions.

L'enjeu est d'autant plus important lorsque l'adoption des comportements de santé occupe une place centrale dans le traitement des pathologies. C'est le cas en général des maladies chroniques, qui sont des affections de longue durée (au moins supérieure à 3 mois), souvent incurables, et qui nécessitent une gestion continue par les patients. Ainsi, les maladies telles que le diabète, les maladies cardiovasculaires et les troubles musculo-squelettiques nécessitent souvent des ajustements du mode de vie des patients pour contrôler les symptômes, prévenir les complications et améliorer la qualité de vie (Boiche et al., 2019; Dean & Söderlund, 2015).

Parmi l'ensemble des pathologies chroniques existantes, la lombalgie est la principale cause d'invalidité dans le monde (Ferreira et al., 2023; James et al., 2018). Cette maladie représente donc un problème de santé publique majeur, en constante augmentation, notamment avec le vieillissement de la population. Les douleurs lombaires, caractérisées par des douleurs dans la région inférieure du dos, entraînent des limitations fonctionnelles, une diminution de la qualité de vie et des coûts socio-économiques considérables (Fatoye et al., 2023; Ferreira et al., 2023; Husky et al., 2018). Dans la majorité des cas, le principal

traitement recommandé est la pratique d'une activité physique régulière et d'exercices thérapeutiques (Roren et al., 2023; WHO, 2023). Malgré les efforts des professionnels de santé, les patients font rarement les exercices recommandés une fois sortis des consultations (McLeod et al., 2023; van Koppen et al., 2022). L'une des raisons est la place importante des peurs et fausses croyances chez les patients (Boutevillain et al., 2017). L'enjeu est donc de réussir à provoquer un changement d'attitude chez les patients pour les motiver à adopter ces comportements en autonomie, et ainsi mieux gérer leur handicap. Pour ce faire, les professionnels proposent des programmes de rééducation en présentiel basés sur approche multidimensionnelle qui englobe les facteurs physiques, psychologiques et environnementaux (Kamper et al., 2015). Ces programmes ont l'avantage de proposer des approches stratégiques et personnalisées pour favoriser des résultats durables (Ceulemans et al., 2024; Fleckenstein et al., 2022). Cependant, ces programmes représentent un coût financier et humain important ce qui réduit leur portée et leur efficacité (Gatchel et al., 2014; Wong et al., 2017).

Face à ces défis, les interventions numériques émergent comme des outils prometteurs et à faible coût pour favoriser le changement de comportement des patients (Du et al., 2020; Khan et al., 2017). Les dispositifs portables et les plateformes en ligne permettent de fournir un soutien continu, des conseils personnalisés et des rappels pour encourager l'adoption de comportements de santé (Du et al., 2020). L'avantage des applications mobiles, par rapport aux autres outils numériques, s'appuie sur leur accessibilité accrue, leur convivialité et leur capacité à offrir un soutien personnalisé en temps réel. Leur utilisation a été évaluée chez des personnes atteintes de maladies chroniques. Certaines se sont avérées avoir un effet positif significatif sur la surveillance de la maladie, l'auto-déclaration, l'éducation, la promotion de l'activité physique (Bort-Roig et al., 2014; Whitehead & Seaton, 2016) ainsi que l'amélioration de la douleur et du handicap à court terme pour des patients souffrant de lombalgies chroniques (Du et al., 2020).

En 2020, plus de 350 000 applications concernant la santé étaient disponibles sur les différents magasins en ligne (App Store, Google Play Store, etc.) (HAS, 2022). Malgré tout, 83% des applications de

santé ont été installées moins de 5000 fois, ce qui représente moins d'1% du total des téléchargements (IQVIA, 2021). De plus, il est important de considérer la part d'utilisation passive dans ces téléchargements, souvent en majorité, qui correspond à l'utilisation occasionnelle et limitée de ces applications (Y. Wang et al., 2021). Une des raisons est qu'elles présentent une qualité moyenne et que leur efficacité pour améliorer les résultats des patients est rarement évaluée empiriquement (Boulos et al., 2014; Chan et al., 2015; Irvine et al., 2015; Machado et al., 2016). La difficulté à identifier et comprendre ce qui fonctionne ou échoue dans ces systèmes pour influencer le comportement des utilisateurs reste un enjeu à surmonter (T. Webb et al., 2010). Les utilisateurs réagissent de manière variée aux interventions, en fonction de facteurs individuels tels que leur motivation, leurs préférences, leur état émotionnel et leurs habitudes de vie (Baumeister et al., 2023; Rei et al., 2020). Cette variabilité peut donc rendre difficile la détermination claire de l'efficacité de ces technologies sur le comportement des utilisateurs. Aussi, la pluralité des stratégies mises en œuvre et de leurs formats, ainsi que le manque de mesures objectives généralisables, sont des obstacles supplémentaires à l'évaluation et la comparaison de leur efficacité (HAS, 2021). Cela crée un effet "boîte noire" où l'impact des processus internes de l'application sur l'utilisateur restent opaques. Ainsi, des préoccupations éthiques ont émergé appelant à des normes internationales minimales et des directives à destination des développeurs et des professionnels de santé concernant la sécurité, la qualité et l'efficacité des applications de santé mobile (HAS, 2021; Rossmair, 2021). Pour répondre à ces enjeux, il est essentiel d'adopter des approches de conception centrées utilisateur, de favoriser la transparence dans la communication des processus internes de l'application et d'utiliser des méthodes d'évaluation appropriées pour mesurer l'impact réel sur les utilisateurs (Danaher et al., 2015; Marini et al., 2023). La littérature suggère aux concepteurs d'applications de travailler en étroite collaboration avec les professionnels de santé et les patients pour s'assurer que le contenu de l'application soit précis, fondé sur des preuves et engageant (Eyles et al., 2016; Polhemus et al., 2020).

Cette introduction pose ainsi les enjeux et défis liés à la conception d'applications mobiles comme outils de changement de comportement dans la prise en charge de la lombalgie chronique. Nous avons souligné le rôle crucial de l'adaptation de l'intervention en fonction des besoins individuels des patients, et les lacunes actuelles dans la compréhension, la mise en œuvre et l'évaluation de telles interactions. Ces éléments offrent ainsi un aperçu des contributions potentielles de cette thèse en informatique, à la fois sur le plan théorique et pratique. Les travaux présentés aspirent à ouvrir de nouvelles perspectives pour la conception d'applications mobiles pour l'autogestion des douleurs chroniques, en intégrant des concepts issus de la psychologie, de l'ergonomie et de l'interaction humain-machine.

## **1.2. Objectifs**

Les travaux menés dans cette thèse visent à explorer et à adresser les défis associés à la conception et à l'évaluation d'applications mobiles d'aide au changement de comportement, en se concentrant spécifiquement sur le contexte des patients souffrant de lombalgie chronique. À travers une approche multidisciplinaire intégrant des connaissances en psychologie, ergonomie, interaction humain-machine et médicales par le biais de l'équipe partenaire de l'AP-HP (Assistance Publique - Hôpitaux de Paris), ces travaux aspirent à fournir des solutions méthodologiques et numériques permettant d'améliorer l'autogestion de cette pathologie et favoriser le bien-être des patients. Les objectifs scientifiques de la thèse sont les suivants :

- Proposer une approche de conception et d'évaluation d'applications mobiles adaptatives d'aide au changement de comportement pour l'autogestion des douleurs chroniques : ce premier objectif expose l'une des principales contributions de cette thèse qui est de fournir une approche intégrant des méthodes centrées-utilisateur et des connaissances en psychologie pour soutenir un accompagnement adapté du processus de changement de comportement des patients.
- Comprendre la population lombalgique par le biais de fondements théoriques du changement de comportement : le deuxième objectif de cette thèse est d'approfondir la compréhension des processus psychologiques qui sous-tendent le changement de comportement chez les patients



lombalgiques, en explorant les phases du processus et les facteurs déterminants.

- Concevoir une application mobile d'aide à l'autogestion de la lombalgie : le dernier objectif est de concevoir une application mobile adaptée aux besoins des utilisateurs visés : des patients pour accompagner leur processus de changement de comportement. L'évaluation de l'application permettra de mieux comprendre l'impact de la stratégie adoptée et des fonctionnalités proposées sur les caractéristiques psychologiques et le comportement des patients.

Pour atteindre ces objectifs, le projet BACK-4P (Patient, Pain, Prevention, Prediction) rassemble des partenaires de l'AP-HP, du CNRS et de l'INSERM avec pour ambition d'approfondir la connaissance de la lombalgie et des personnes qui en souffrent. L'enjeu global du projet est de réussir, à terme, à améliorer le diagnostic, le pronostic et la prise en charge de la lombalgie chronique. Porté par le Dr Christelle Nguyen (AP-HP), ce projet est développé en partenariat avec l'équipe du Pr François Rannou de l'hôpital Cochin (AP-HP), le Centre de Recherche Épidémiologie et Statistique Sorbonne Paris Cité (INSERM), dirigé par le Pr Philippe Ravaut et l'équipe CPU dirigée par Jean-Claude Martin au Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique (LISN – CNRS - Université Paris-Saclay). La société Arthritis Recherche et Développement est responsable du suivi et de la coordination de l'étude par le biais des cheffes de projet scientifique, Gaëlle Le Turdu et Yosra Messai. Afin de rendre possible le développement des travaux, la Fondation Arthritis, la Société Française de Rhumatologie et Malakoff Humanis financent ce projet à hauteur d'1 million d'euros sur 3 ans. Les 3 objectifs principaux qui guident les équipes de recherches sont :

1. Mieux comprendre les caractéristiques des patients et l'évolution de leur lombalgie chronique grâce à la constitution d'une e-cohorte sur la plateforme ComPaRe (Communauté de Patients pour la Recherche, AP-HP).
2. Développer un outil de prédiction capable d'identifier les patients à risque d'évolution défavorable (douleur, absentéisme, handicap persistant).

3. Développer une application smartphone de coaching personnalisé pour changer les croyances et les comportements des patients afin de prévenir une évolution défavorable.

Pour répondre à ces objectifs, 4 workpackages décomposent le projet (Figure 1). Les travaux menés durant cette thèse contribuent à la réalisation du WP3 dirigé par Jean-Claude Martin (LISN).

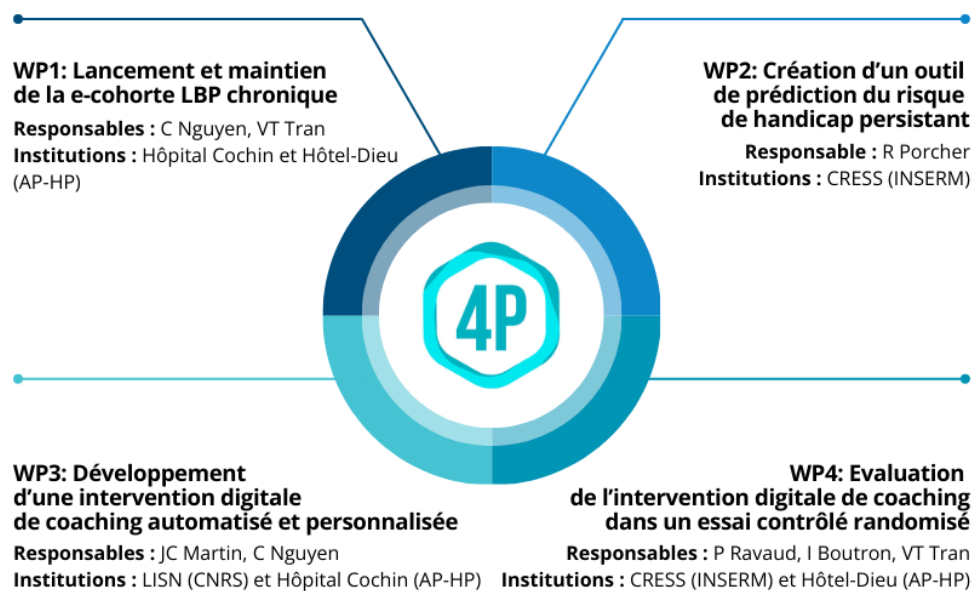


Figure 1: workpackages du projet BACK-4P

En résumé, cette thèse a pour objectif global de contribuer à l'amélioration de la prise en charge des patients lombalgiques en approfondissant l'état actuel des connaissances sur la manière de concevoir des applications mobiles capables de soutenir le processus de changement de comportement des patients.

### 1.3. Organisation du manuscrit

La première partie de la thèse se concentre sur l'étude de l'existant, en explorant en premier lieu les connaissances actuelles sur la lombalgie, et les apports de la psychologie concernant le processus de changement de comportement (Chapitre 2). Nous commencerons par une présentation détaillée de la pathologie, en définissant ses causes, sa prévalence et ses impacts sur les patients. Ensuite, nous

examinerons les approches cliniques actuelles pour la prise en charge de la lombalgie.

Pour mieux comprendre comment s'opère le processus d'initiation et de maintien du comportement, tel que la pratique d'une activité physique, nous poursuivrons dans une deuxième partie du chapitre dédiée à l'exploration des principaux concepts en psychologie dans ce domaine. Nous commencerons par une analyse approfondie du processus de changement de comportement, en mettant l'accent sur les facteurs déterminants et les différences interindividuelles qui influent sur l'attitude des individus. Nous passerons ensuite en revue les différentes phases pour atteindre un nouveau comportement, en nous appuyant sur les principaux modèles théoriques proposées dans la littérature. Enfin, nous examinerons plus en détail le rôle de la motivation dans le maintien des comportements, en gardant la pratique de l'activité physique comme cas de référence.

Dans le Chapitre 3, notre attention se portera sur la conception de technologies de soutien au changement de comportement, notamment en santé, d'un point de vue ergonomique et informatique. Tout d'abord, nous décrirons les enjeux éthiques, techniques et méthodologiques du domaine et les différents cadres de conception existants. Nous affinerons notre recherche sur une revue des applications mobiles détaillées dans la littérature pour l'autogestion des pathologies chroniques, avec un accent particulier sur les applications spécifiques à la lombalgie.

Ensuite, nous nous focaliserons sur la conception de systèmes engageants, en définissant les facteurs déterminants, allant de l'adoption au maintien de l'utilisation. Puis nous détaillerons les méthodes de conception appropriées pour maximiser cet engagement.

Enfin, pour être en mesure de concevoir des technologies qui s'adaptent en fonction des besoins des utilisateurs, nous nous concentrerons sur le domaine des systèmes interactifs adaptatifs. Nous commencerons par définir les concepts qui englobent le terme d'adaptabilité puis nous détaillerons les différentes approches existantes pour adapter ces systèmes.

Cette première partie de la thèse vise à établir un socle théorique et à fournir une compréhension approfondie des principaux concepts et enjeux liés à l'utilisation d'applications mobiles pour influencer le changement de comportement chez les patients lombalgiques.

La seconde partie se concentre sur les contributions de la thèse. Elle comprend la proposition d'une approche intégrative (Chapitre 4) pour concevoir des technologies adaptatives et qui soutiennent le changement de comportement. Le modèle présenté vise à faire face aux limites identifiées dans la littérature en apportant une meilleure compréhension et articulation des différents cadres de conception existants. Chacun des chapitres suivants présentera la mise en œuvre de chaque étape de ce modèle pour la conception d'une application mobile interactive d'aide à l'autogestion de la lombalgie chronique.

Dans le Chapitre 5, nous présenterons une étude menée dans l'objectif d'identifier des profils de patients basées sur des caractéristiques ayant un impact sur leur processus de changement de comportement.

Le Chapitre 6 détaillera la méthodologie et les résultats d'une approche de conception permettant d'aboutir à une première version développée de l'application mobile. En fonction des profils de patients identifiés, nous proposerons une adaptation de cette intervention.

Le Chapitre 7 présentera une étude visant à évaluer l'adaptation proposée et plus largement la qualité de l'application par le biais d'un essai auprès de personnes souffrant de douleurs lombaires.

Enfin, dans le Chapitre 8 nous ferons une discussion générale sur les travaux présentés et nous exposerons les perspectives potentielles de cette thèse.

## **Chapitre 2: Lombalgie et changement de comportement**

Ce premier chapitre d'état de l'art vise à poser les bases des connaissances concernant la lombalgie d'un point de vue clinique et du processus de changement de comportement en psychologie. La première section propose une description clinique de la lombalgie, en détaillant sa définition, ses causes, sa prévalence et son impact sur le patient, avant de présenter les différentes approches de prise en charge clinique. La deuxième section se concentre sur les principaux modèles et théories en psychologie nous permettant de mieux comprendre les déterminants et les étapes du processus de changement de comportement, notamment en santé. La dernière section détaille une théorie majeure en psychologie pour mieux comprendre le concept de motivation, essentielle au développement de technologie motivationnelle.

### **2.1. Présentation et prise en charge de la lombalgie**

#### **2.1.1. Description de la pathologie**

##### ***2.1.1.1. Définitions, causes et prévalence***

La lombalgie se caractérise par une douleur au niveau des vertèbres lombaires, situées dans le bas du dos. Cette pathologie est la principale cause d'invalidité dans la plupart des pays (Ferreira et al., 2023; James et al., 2018). Deux types de lombalgies se distinguent : (1) les lombalgies spécifiques (ou symptomatiques) dues à une maladie dont le traitement associé est nécessaire pour faire disparaître les douleurs, et (2) les lombalgies communes (ou non spécifiques) qui présentent une absence de gravité au sens médical mais qui se démarquent par leur durée. Dans 90% des cas, la lombalgie est commune (WHO, 2023). Si elle est inférieure à un mois, on parle de lombalgie aiguë, alors qu'au-delà de 3 mois on parle de lombalgie chronique, et entre les deux elle peut être qualifiée de lombalgie subaiguë. Le terme de lombalgie récidivante ou récurrente est aussi employé pour caractériser des suites d'épisodes aigus durant les 12 derniers mois (Wallwork et al., 2024).

Les facteurs de risque les plus fréquents de la lombalgie commune sont le manque d'activité physique, le tabagisme, l'obésité et le stress physique au travail (WHO, 2023). Des facteurs personnels liés à des notions psychosociales comme l'appréhension-évitement et les croyances peuvent favoriser le manque d'activité et la sédentarité, ainsi que des caractéristiques liées à la maladie elle-même, comme des hernies discales ou des déformations de la colonne vertébrale (Gourmelen et al., 2007b; Nguyen et al., 2009). De plus, des facteurs professionnels tels que des contraintes rachidiennes lourdes, des postures contraignantes du tronc, ou des vibrations transmises au corps entier peuvent également jouer un rôle majeur (Fassier, 2011; Nguyen et al., 2009). Dans un environnement professionnel, la lombalgie est souvent associée à des accidents du travail, notamment dus à une mauvaise manutention manuelle ou des chutes (Francès et al., 2022). En outre, des facteurs environnementaux, socioéconomiques et médicolégaux peuvent contribuer au développement de la lombalgie chronique (Nguyen et al., 2009). Il est essentiel de noter que si les examens du rachis ne révèlent aucune anomalie, une lombalgie ne doit pas entraîner une inactivité, car la reprise de l'activité physique est souvent liée à la guérison. Cependant, si elle devient chronique, cela peut rendre difficile la reprise de l'activité professionnelle (Francès et al., 2022). La probabilité de retour au travail est seulement de 20% après 1 an d'arrêt maladie et de 0% après 2 ans (Fouquet & Trehorel, 2024). En France, les lombalgies sont reconnues comme des maladies professionnelles indemnifiables depuis 1999, répondant ainsi à une demande sociale forte des salariés (Fassier, 2011) et qui représentent un coût de 2,7 milliards d'euros par an (Fouquet & Trehorel, 2024). D'autre part, la situation sanitaire liée au COVID 19 a grandement bousculé l'organisation professionnelle de la plupart des Français (e.g. augmentation du télétravail), pouvant accroître les risques d'apparition ou d'aggravation de la lombalgie (Chazelle et al., 2020).

En France, selon une enquête de l'IFOP (2020), huit personnes sur dix ont déjà eu des douleurs de la colonne vertébrale au moins une fois dans leur vie, dont sept ont même fait l'expérience plusieurs fois. Les douleurs lombaires peuvent se manifester à tout âge avec des pics de présence à la fin de l'adolescence et entre 40 et 50 ans (Dionne et al.,

2006; Jeffries et al., 2007). La prévalence de la lombalgie peut varier selon le sexe. En général, les études ont montré que les femmes sont plus susceptibles de souffrir de lombalgie que les hommes (Fassier, 2011; Francès et al., 2022; Gourmelen et al., 2007b). Cependant, la différence de prévalence entre les sexes peut dépendre de divers facteurs tels que l'âge, le statut socio-économique, les habitudes de vie et les facteurs professionnels. Il est important de noter que bien que les femmes aient tendance à signaler davantage de douleurs lombaires, cela ne signifie pas nécessairement qu'elles ont une prévalence plus élevée de la maladie, mais plutôt qu'elles peuvent être plus enclines à chercher des soins médicaux pour leurs symptômes.

### **2.1.1.2. Impacts sur le patient**

Les douleurs lombaires peuvent être sourdes ou vives et peuvent également irradier dans d'autres parties du corps, notamment les jambes (parfois appelées sciatique ou douleurs radiculaires) (Moley, 2022). On distingue deux grands types de douleurs lombaires et des membres inférieurs : (1) les douleurs mécaniques, issues d'une lombalgie commune et qui sont dues à un problème au niveau du segment mobile lombaire (articulaires, ligaments, muscles). Elles sont responsables des douleurs irradiantes et diffuses depuis la colonne vertébrale jusque derrière les genoux, et (2) les douleurs neuropathiques, liées aux racines nerveuses qui transitent par la colonne lombaire pour descendre dans les membres inférieurs. Ces douleurs sont souvent décrites comme une sensation de décharge et peuvent s'accompagner d'un engourdissement ou de picotements et d'une faiblesse musculaire. Ainsi, la lombalgie peut restreindre la mobilité et avoir des conséquences sur la vie professionnelle et en communauté (Makris et al., 2017). Elle peut également perturber le sommeil et l'humeur et être une source de stress (Hereford, 2013). Des études longitudinales ont montré que les différentes formes de stress liées à la douleur lombaire sont des facteurs de risque importants de chronicisation de la douleur, même chez des personnes initialement peu douloureuses (Puschmann et al., 2020). Le stress peut également agir en interaction avec d'autres facteurs tels que la fatigue, les événements de vie négatifs, la dépression, ou l'anxiété qui amplifie le vécu douloureux. Ce vécu peut constituer une expérience effrayante et

amener la personne à vouloir l'éviter absolument (Nagarajan & Nair, 2010).

En cas de lésion, l'évitement de la situation douloureuse et les conduites de retrait peuvent être bénéfiques pour la guérison. Cependant, dans le cas de la lombalgie commune, la guérison ne dépend pas nécessairement d'une diminution de la douleur attendue mais plutôt d'une meilleure gestion de la souffrance psychologique causée par la douleur physique (Nagarajan & Nair, 2010; Rozenberg et al., 2012). Considérer la douleur comme une menace pour le corps nourrit des interprétations erronées et une peur liée à la douleur qui peut entraîner une cascade d'événements psychologiques et physiques contribuant au maintien des problèmes de douleur. Le modèle cognitivo-comportemental de la peur liée à la douleur (Vlaeyen & Crombez, 2009) décrit deux réponses comportementales différentes à la douleur : l'affrontement et l'évitement. Les patients vont alors mettre en place des stratégies d'adaptation (dites de coping) en lien avec le type de réponse, qualifiées respectivement de stratégies actives ou passives. Certaines stratégies sont considérées comme moins adaptées que d'autres à l'ajustement à la douleur chronique, notamment les stratégies passives (Zautra & Manne, 1992). Cependant, il est difficile d'affirmer de manière absolue qu'une stratégie est ou n'est pas adaptée, car son efficacité peut varier selon le moment et/ou selon le patient (Folkman et al., 1986; Zautra & Manne, 1992). Néanmoins, certaines stratégies comme le catastrophisme sont systématiquement associées à un mauvais ajustement à la douleur, étant lié à des croyances pessimistes excessives (Rouxel et al., 2001). D'autres variables telles que l'anxiété et la dépression peuvent également influencer l'utilisation de ces stratégies moins adaptées (Rezaei et al., 2009).

La dépression peut influencer des aspects cognitifs et émotionnels tels que la motivation, le contrôle perçu sur la situation et l'auto-efficacité, qui sont cruciaux pour la régulation de la douleur (Druss et al., 2008; Rouxel et al., 2001). En 2016, une étude portant sur plus de 43 pays a montré que les personnes atteintes de maux de dos seraient deux fois plus susceptibles de souffrir d'anxiété, de dépression, de stress, de psychose ou de privation de sommeil (Stubbs et al., 2016). Les auteurs



vont même plus loin en expliquant que le mal de dos ne causerait pas seulement des troubles psychiques, mais qu'il pourrait également être un des symptômes d'une pathologie dépressive. Le lien entre mal de dos et dépression semble donc être avéré (S. J. Linton & Bergbom, 2011), même si les liens de causalité n'ont pas encore été élucidés.

## **2.1.2. Prise en charge de la lombalgie**

### **2.1.2.1. *Evaluation clinique***

Afin d'évaluer les risques de chronicité d'un épisode de lombalgie, plusieurs facteurs sont évalués par les praticiens. Ceux-ci peuvent être liés aux aspects physiologiques tels que les incapacités fonctionnelles, mais peuvent aussi être d'ordre individuel, psychologique, social ou professionnel (Nguyen et al., 2009). Pour identifier ces facteurs, plusieurs signaux d'alertes ou drapeaux ont été établis sous quatre catégories et peuvent être détectés par des cliniciens (HAS, 2019; Kendall et al., 1998).

En premier lieu, les drapeaux rouges doivent être évoqués afin d'établir si les symptômes sont suggestifs d'une lombalgie symptomatique. Cela permet de déterminer si d'autres pathologies sont la cause des douleurs et donc de rediriger vers des spécialistes adaptés. Les drapeaux orange sont l'équivalent des drapeaux rouges pour la santé mentale et les problèmes psychologiques alertant le clinicien sur des problèmes graves qui pourraient être de nature psychiatrique.

Les autres drapeaux correspondent aux indicateurs psychosociaux et permettent de refléter les différentes interactions qui peuvent affecter le rétablissement. Les drapeaux jaunes couvrent les caractéristiques de la personne qui affectent la façon dont elle gère sa situation en ce qui concerne ses pensées, ses sentiments et ses comportements (Cedraschi, 2011). Les drapeaux bleus concernent la perception au travail de facteurs professionnels comme le stress, le manque de soutien ou la demande excessive. Enfin, les drapeaux noirs se concentrent sur les caractéristiques plus observables du contexte du travail et du système environnant (assurance, famille). Elles peuvent perturber les actions prises à l'encontre des drapeaux précédents (Rozenberg et al., 2012). Ces deux derniers drapeaux (bleus et noirs) permettent d'évaluer les facteurs de risque d'incapacité prolongée au travail ou d'obstacle au retour au travail.

Pour évaluer ces drapeaux, plusieurs méthodes sont possibles telles que l'observation, en situation de travail par exemple, les entretiens structurés ou les questionnaires. Tout d'abord, l'état de santé général des patients peut être évalué par le Measure Yourself Medical Outcomes Profile (MYMOP) (Paterson, 1996) qui permet une mesure des symptômes et des activités affectées par ces symptômes. Le Patient Health Questionnaire (PHQ-9) (Kroenke et al., 2001) peut ensuite être utilisé pour diagnostiquer et mesurer la gravité des symptômes dépressifs. Sur la base du score obtenu, le répondant se voit attribuer une interprétation allant de dépression minimale à dépression sévère. Ensuite, le questionnaire Örebro (S. Linton & Halldén, 1996), traduit en français (Nonclercq & Berquin, 2012), couvre la plupart des alertes jaunes et a été validé dans de nombreux pays afin d'évaluer le risque de chronicité.

Malgré le fait que la lombalgie soit fréquente, sa prise en charge reste sous-optimale en soins primaires (soins de premiers recours dont l'objectif est le bien-être de la population). Une raison est la persistance de peurs et fausses croyances parmi les patients et leur faible sentiment d'auto-efficacité (Ayre & Tyson, 2001; de Moraes Vieira et al., 2014). Le Fear Avoidance and Beliefs Questionnaire (FABQ) (Waddell et al., 1993) permet de mesurer ces peurs et fausses croyances liées à l'activité physique et au travail. La version française a été développée par le service de rééducation de l'hôpital Cochin (Chaory et al., 2004). Aussi, le French-Canadian Chronic Pain Self-efficacy Scale (FC-CPSES) (Lacasse et al., 2016) mesure le sentiment d'auto-efficacité des patients envers la gestion des maladies chroniques de manière globale et à travers dix sous-dimensions.

D'autres outils sont largement utilisés par les professionnels de santé pour mesurer l'impact de la pathologie sur les patients. L'EQ-5D-5L (Herdman et al., 2011) peut être utilisé pour mesurer la qualité de vie en cohérence avec le pays de résidence du répondant selon cinq dimensions : la mobilité, les soins personnels, l'activité habituelle, la douleur et l'anxiété. Le Treatment Burden Questionnaire (TBQ) (Tran et al., 2012) est le seul instrument qui mesure la charge de traitement de manière globale, indépendamment de la pathologie ou du traitement. Il évalue la charge liée à la prise de médicaments, à l'autosurveillance, aux examens de laboratoire, aux visites chez le médecin, au besoin

d'organisation, aux tâches administratives, au suivi des conseils en matière d'alimentation et d'activité physique, ainsi qu'à l'impact social du traitement. Enfin, le Dallas Pain Questionnaire (DPQ) (Lawlis et al., 1989), validé en français (Marty et al., 1998), a été développé pour quantifier les conséquences de la lombalgie chronique sur quatre domaines étant les activités quotidiennes, les activités professionnelles, l'anxiété/dépression et l'intérêt social. Ozguler et al., (2002) ont montré que le DPQ permettait une classification des patients en quatre groupes : incapacité mineure, incapacité intermédiaire, incapacité pour certaines activités physiques, incapacité physique et perturbations émotionnelles.

Pour adapter la prise en charge, plusieurs études ont alors tenté de classer les patients lombalgiques en se basant sur des facteurs cliniques déterminés par les professionnels de santé (Alrwaily et al., 2016; Rabey et al., 2015). Le Start Back Screening Tool (Hill et al., 2008), un outil validé en français (Bruyère et al., 2012), est un questionnaire qui propose une prise en charge stratifiée en fonction du risque. Celui-ci comporte 9 items permettant de catégoriser les patients en trois groupes : groupe à faible risque (traitement classique selon les recommandations), groupe à risque moyen (approche physiothérapeutique) et groupe à risque élevé (approche combinée physique et cognitivo-comportementale).

Ces différents questionnaires permettent une adaptation de l'approche thérapeutique, mais ils ne tiennent pas compte des caractéristiques de motivation et/ou de changement de comportement des patients qui sont des facteurs déterminants à l'adhésion au traitement (Horne & Weinman, 1998; Magee et al., 2015).

Lors de la prise en charge du patient, les professionnels de santé évitent de parler de la douleur afin de proposer une orientation plus positive. Celle-ci se focalise sur des stratégies de coping dans le but de réduire l'anxiété et les fausses croyances. Pour cela, le modèle de "Wood" (P. H. Wood, 1980) décrit l'état de santé d'un patient en fonction de : (1) sa déficience : l'expression clinique de la maladie (ex : douleur) ; (2) son incapacité : expression fonctionnelle de la maladie ; (3) son handicap/désavantage : l'expression sociale de la maladie (ex : qualité de vie, écologie du patient). À travers ce modèle, il s'agit donc

d'interroger ce que l'individu est capable de faire avec sa déficience en prenant en compte l'écologie dans laquelle il vit.

### **2.1.2.2. Approche bio-psycho-sociale**

Aujourd'hui, les paradigmes de traitement sont passés du simple concept de maladie somatique de la lombalgie à un modèle bio-psycho-social (Engel, 1981; Kamper et al., 2015) comprenant une approche multidimensionnelle qui englobe les facteurs physiques, psychologiques et environnementaux en s'appuyant sur une décision médicale partagée. L'écoute et l'information sont des éléments fondamentaux de la prise en charge (Main et al., 2010) afin que le patient se sente considéré, qu'il comprenne son problème et qu'il soit rassuré. Pour mieux comprendre les aspects à prendre en compte pour la réalisation d'une décision médicale partagée, O'Sullivan et al., (2016) ont identifié des facteurs associés au patient lombalgique et son interaction avec le thérapeute. Concernant l'expérience du patient, les facteurs modifiables concernent les croyances, les émotions, les comportements, les attentes et le style de vie, alors que les facteurs non-modifiables sont plutôt d'ordre social, économique, culturel, historique et génétique. Ils mettent également en avant le rôle de facteurs non spécifiques, tels que l'alliance thérapeutique, les croyances et les attentes du patient, la catastrophisation de la douleur et l'auto-efficacité du patient, qui sont plus prédictifs des résultats cliniques que des changements de synchronisation musculaire, de posture ou de position articulaire. Ces connaissances sous-tendent la nécessité d'une approche multidimensionnelle de raisonnement clinique pour l'examen et la gestion des patients afin d'identifier les différents facteurs sous-jacents de douleur et de handicap pour chaque individu. Développer une relation de confiance, établir un besoin dans l'esprit des patients afin qu'ils soient activement engagés dans leur réadaptation, et trouver des solutions de réadaptation réalisables permettrait une meilleure adoption de la prise en charge par les patients (Harman et al., 2014).

En 2019, un arbre décisionnel pour la prise en charge des patients lombalgiques a été proposé (HAS, 2019). Diverses stratégies y sont présentées telles que les traitements médicamenteux. Ceux-ci sont presque systématiques mais doivent toujours être conjugués avec des

pratiques d'activité adaptée. Ils incluent principalement des antalgiques, et si une composante dépressive est associée, des antidépresseurs peuvent être prescrits. L'éducation thérapeutique (ETP) peut y être associée avec pour objectifs d'aider les patients à être autonome dans leur pratique thérapeutique (Laroche, 2011). Elle permet d'acquérir un savoir-faire adapté sur le contrôle optimal de la maladie, l'amélioration des connaissances relatives à la pathologie, l'acquisition de stratégies positives et le choix d'activités personnalisées. L'ETP limite les conséquences négatives des comportements inadaptés en permettant une réduction du catastrophisme et du déconditionnement lombaire aidant plus globalement le patient à « faire avec » (Rozenberg et al., 2012). De plus, les améliorations des croyances en matière d'auto-efficacité de la douleur permettent de réduire le handicap, et de manière plus importante que l'amélioration de la peur du mouvement (Costa et al., 2011). D'autres stratégies plus spécifiques comme l'éducation à la neurophysiologie de la douleur (END) aide à gérer l'intensité de la douleur et ses répercussions fonctionnelles (Louw et al., 2016; Mansouri & Kostur, 2018). Ce genre de programme peut intégrer des notions de physiologie de la douleur et apporter une éducation sur l'anatomie et les postures de la région lombaire ainsi que sur le système nerveux. L'objectif est d'apporter des connaissances notamment sur l'origine de la douleur, sur le rôle du cerveau et sur les facteurs psychosociaux qui entrent en jeu dans sa perception.

La thérapie cognitivo-comportementale (TCC) utilise ces méthodes d'entraînement thérapeutique mais avec une participation plus active des patients sur leurs pensées et croyances et sur leurs comportements d'évitement et de repli. Les aspects émotionnels de la douleur et de son impact dans la vie quotidienne des patients lombalgiques y sont aussi inclus. Les processus mis en œuvre comprennent, en plus de l'éducation, la reformulation des croyances, l'apprentissage des stratégies de coping et la réassurance, les auto-injonctions positives, le travail sur les cognitions dysfonctionnelles, la gestion du stress, la relaxation, la méditation pleine conscience, l'hypnose, etc. (Rozenberg et al., 2012). Leur efficacité est documentée dans la littérature et elles font l'objet de nombreuses recommandations internationales (Laroche, 2011). L'objectif est de distinguer la douleur physique et la perception ressentie qui est régulée par d'autres facteurs tels que les

émotions. Ainsi, les techniques proposées visent à mettre en place une décentration de la douleur permettant une augmentation de la conscience métacognitive afin de diminuer le stress et l'anxiété (Marchand, 2012; Ngô, 2013; Teasdale, 1999), et donc in fine le risque que le patient chute dans le catastrophisme.

Pour terminer, les bénéfices de la pratique de l'activité physique en général dans la prise en charge de la lombalgie sont avérés. Celle-ci permettrait de prévenir la lombalgie chronique ainsi que de diminuer la douleur et l'incapacité (van Middelkoop et al., 2010). Cependant, ces bénéfices ne se concrétisent que dans le cas d'une pratique régulière et durable (Boiché et al., 2016). La rééducation active en kinésithérapie peut être un moyen d'avoir un programme d'activité physique personnalisé et d'améliorer les positions pratiquées lors de l'effort ou au repos, de muscler et aussi d'assouplir les patients.

Dans les cas les plus avancés où le patient est en difficulté ou en arrêt de travail du fait de la lombalgie, le ré-entraînement à l'effort (RAE), ou programmes de restauration fonctionnelle intensifs, a pour philosophie de restaurer la situation physique, psychosociale et socioéconomique des patients en suscitant une démarche active de leur part. Il s'agit d'une prise en charge multidisciplinaire associant médecins, kinésithérapeutes, ergothérapeutes, assistants sociaux, psychologue et médecin du travail dans certains programmes. Conduits en hôpital, ces programmes sont proposés en petit groupe de patients pour une durée de 3 à 5 semaines. La composante principale est le réentraînement physique mais des évaluations et un apprentissage intellectuel et comportemental y est aussi inclus (Rozenberg et al., 2012).

Les pathologies comme la lombalgie nécessitent en général un changement du style de vie des patients, notamment en ce qui concerne l'activité physique (Bohman et al., 2015; Boiche et al., 2019). Cela nécessite l'adoption d'une routine pour que l'activité devienne automatique. Le défi pour les professionnels de santé est donc de réussir à initier et maintenir ce comportement chez les patients. Dans la section suivante, nous détaillons les théories et modèles en psychologie nous permettant de comprendre comment s'opère ce processus notamment dans le cas de l'activité physique.

## **2.2. Changement de comportement et activité physique**

L'adoption de l'activité physique est une stratégie fondamentale de la prévention pour beaucoup de pathologies (Boiche et al., 2019). C'est pourquoi elle constitue depuis longtemps un défi pour les prestataires de soins de santé, qui tentent de la faire adopter à différents types de patients et à différentes étapes de la prise en charge. Une des recommandations principales de l'Inserm (2019) pour permettre une meilleure adoption de ce comportement chez des patients atteints de pathologie chronique est de proposer des programmes personnalisés en fonction des caractéristiques individuelles (état clinique, niveau d'AP, motivation, préférences, attitude vis-à-vis de l'activité physique, stade de changement) et du contexte de vie (charge familiale et professionnelle, niveau socioéconomique, lieu de vie) de chaque patient (Ninot, 2020). L'objectif est de garantir le meilleur ratio bénéfice/risque et, par la suite, les meilleures chances de pratique suffisante et régulière.

Un des axes de recherche de la psychologie de la santé est d'étudier la régulation des comportements et de proposer des théories et modèles permettant de décrire ces processus de changements. Alors que les modèles de changement de comportement sont plus orientés vers la compréhension des facteurs qui expliquent ou prédisent un comportement spécifique, les théories du changement sont plus orientées vers les processus qui visent généralement à modifier un comportement donné (Darnton, 2008). Certains auteurs ont énuméré entre 83 et 101 théories et modèles du changement de comportement et de la motivation (Fenouillet, 2023; Michie et al., 2014). Dans cette section, nous décrivons les principaux modèles et théories, particulièrement pour la pratique d'une activité physique régulière, afin de mieux comprendre ce processus et nous permettre de construire des interventions adaptées.

### **2.2.1. Les déterminants du comportement**

En psychologie sociale, une distinction est faite entre attitude et comportement. La première est « conçue comme une évaluation générale (positive ou négative) d'une personne à l'égard d'un objet » (Fointiat & Barbier, 2015). Alors que le comportement est défini par

des actes réels observables réalisés par l'individu. Ainsi, de nombreux modèles se sont concentrés sur l'identification des facteurs déterminants pour la construction de l'attitude envers le comportement.

La Théorie de l'Action Raisonnée (TAR) (Fishbein & Ajzen, 1975) pose que le prédicteur le plus déterminant du comportement est l'intention comportementale, considéré comme la probabilité perçue par les individus d'exécuter le comportement. Selon la TAR, l'intention est influencée par des attitudes et des normes subjectives concernant le comportement, elles-mêmes influencées par les croyances en ces normes et ces attitudes. Ainsi, plus l'attitude et la pression normative pour s'engager dans le comportement sont positives, plus il est probable que les intentions comportementales seront renforcées et donc que le comportement sera effectué. Étant donné que la TAR se concentre principalement sur des facteurs sociaux-environnementaux pour expliquer le comportement, Ajzen a élargi cette théorie afin de la généraliser pour des comportements plus complexes tels que les comportements de santé. C'est ainsi qu'a émergé la Théorie du Comportement Planifié (TCP) (Ajzen, 1991) qui ajoute un troisième facteur, le contrôle comportemental perçu, qui influence l'intention comportementale et donc le comportement réel. Ce facteur fait référence à la perception de contrôle du comportement des individus lié aux déterminants environnementaux mais aussi à leurs ressources personnelles.

Cette notion de perception de contrôle en lien avec les ressources personnelles est très proche du concept de sentiment d'auto-efficacité faisant partie intégrante de la Théorie Sociale-Cognitive (TSC) (Bandura, 1986). Cette théorie postule que les comportements doivent être compris dans le contexte du déterminisme réciproque. Cela fait référence à l'idée que les caractéristiques d'une personne, de son environnement et du comportement lui-même interagissent et déterminent si un comportement est exécuté. La TSC suggère que le déterminant le plus central du changement de comportement est l'auto-efficacité, et insiste sur le fait qu'un individu doit également croire que l'adoption de ce comportement conduira à des résultats souhaitables. Ainsi, selon cette perspective, un individu est plus



susceptible d'adopter un comportement favorable à sa santé s'il possède une perception positive de sa capacité à adopter le comportement (auto-efficacité) et la conviction que le fait d'adopter ce comportement conduira aux résultats souhaités.

Un des premiers modèles dans le contexte des comportements de santé est le modèle des croyances en matière de santé (Health Belief Model ou HBM) (Rosenstock, 1974) qui présente la perception de la menace d'une maladie ou d'un résultat négatif comme un facteur déterminant pour l'adoption d'un comportement de santé. Ses différentes composantes sont : 1) la susceptibilité perçue (la perception subjective du risque de répercussions négatives d'une maladie donnée), 2) la gravité perçue (les croyances correspondant à la gravité des conséquences de la maladie y compris ses conséquences sociales), 3) les bénéfices perçus et les barrières perçues (Janz & Becker, 1984) et enfin 4) le sentiment d'auto-efficacité (Bandura, 1986). Les barrières perçues peuvent être la peur de conséquences négatives liées à la pratique du comportement (par exemple, la peur d'avoir des douleurs liées à la pratique d'une activité physique dans le cas de la lombalgie). Ainsi, d'après le modèle HBM, pour changer nos comportements nous devrions nous sentir personnellement menacés par notre comportement actuel, croire que le changement peut s'effectuer à un coût raisonnable, et enfin nous sentir capables de dépasser les barrières perçues de l'action.

Ces différentes théories se limitent souvent aux déterminants de l'intention, qui ne se traduisent pas toujours par des changements de comportements (Sheeran & Webb, 2016; T. L. Webb & Sheeran, 2006). Dans le contexte de la promotion à l'activité physique par exemple, les tentatives visant à influencer seulement l'attitude des individus se sont souvent révélées inefficaces pour induire des changements de comportement significatifs (Conn et al., 2011; Rhodes & Pfaeffli, 2010; D. M. Williams et al., 2005). Les interventions axées sur le renforcement de l'auto-efficacité envers l'activité physique ont montré des changements comportementaux modestes (French et al., 2014; Rhodes & Dickau, 2012; S. L. Williams & French, 2011). Selon Gurlan et al., (2016), aucune théorie sociale cognitive en particulier n'a pu démontrer une efficacité supérieure à une autre pour la

promotion à l'activité physique. Bien que l'écart entre l'intention et le comportement reste encore difficile à déterminer, d'autres modèles ont tenté d'apporter des éléments supplémentaires pour combler le manque de compréhension entre ces deux notions.

### **2.2.2. Le comportement par l'action**

Un modèle largement utilisé dans la littérature pour la conception d'interventions numériques de santé est le Modèle TransThéorique (MTT) (Prochaska & DiClemente, 1983). Ce dernier décrit le processus de changement de comportement au cours du temps selon cinq étapes principales :

1. la *pré-contemplation* : pas d'intention de changer de comportement,
2. la *contemplation* : intention de changer de comportement dans un avenir prévisible,
3. la *préparation* : mise en place des plans d'action (ex : planification du comportement) pour un changement dans un futur proche,
4. l'*action* : modification du comportement,
5. la *maintenance* : maintien de la modification du comportement, qui suit avec soit la *terminaison* (intégration du nouveau comportement dans son quotidien sans risque de rechute), soit la *chute ou rechute* (étape possible faisant partie du processus normal de changement et qui ramène l'individu à une étape antérieure).

Le MTT décrit donc le processus de changement comme cyclique plutôt que linéaire car les individus peuvent avancer par étapes, reculer, ou recommencer les étapes de changement. D'ailleurs, les auteurs ont proposé une révision de ce modèle avec une représentation en spirale pour illustrer l'itération du processus étant donné la fréquence importante de rechute pour certains comportements ciblés (e.g. arrêt du tabac) (Prochaska et al., 1993). Néanmoins, ce modèle présente plusieurs limites. Tout d'abord, nous pouvons constater une faible prise en compte des facteurs socio-environnementaux dans le processus. Ensuite, la définition des étapes de changement peut varier d'un comportement à un autre, ce qui peut remettre en cause son universalité (West, 2005).

Plusieurs études ont tenté d'évaluer si les variables socio-cognitives peuvent prédire les transitions entre les étapes du MTT (L. Muller & Spitz, 2012). Bien que les résultats n'apportent pas de soutien plus solide au fondement conceptuel des étapes, elles suggèrent une disjonction entre les étapes de précontemplation, contemplation et préparation d'une part et les étapes d'action et de maintien d'autre part. Armitage et al. (2004) ont montré que les variables de la TAR pouvaient très bien rendre compte des transitions entre toutes les étapes du changement, à l'exception de la transition entre la préparation et l'action. Plusieurs autres études ont également fait état de difficultés particulières à expliquer le passage de la préparation à l'action (Armitage, 2006; Armitage & Arden, 2008; Plotnikoff et al., 2001). La disjonction apparente entre les phases de précontemplation, de contemplation et de préparation, d'une part, et les phases d'action et de maintien, d'autre part, soulève la question de savoir s'il existe un autre cadre théorique qui correspondrait mieux au modèle implicite en deux étapes décrit ci-dessus.

L'approche du processus d'action en santé (The Health Action Process Approach ou HAPA) (Schwarzer, 2008, 2016) tente de répondre aux limites du MTT en proposant un modèle du changement de comportement adapté au contexte de la santé. Développé pour combler l'écart entre intention et comportement, le modèle HAPA associe l'approche sociale cognitive traditionnelle avec des constructions volitionnelles comprenant une vue cyclique de l'action. Aussi, il permet une certaine flexibilité en mettant en lumière les barrières et ressources, à préciser selon les contextes, et pouvant avoir un impact à chaque phase du processus. Étant donné son approche intégrative et appliquée au contexte de la santé, le modèle HAPA a connu des applications considérables pour la conception d'interventions d'aide au changement de comportement (Chen et al., 2020; J. K. Ma et al., 2019; Ranjbaran et al., 2022) au cours des dernières années. Ce modèle suggérant que l'adoption, l'initiation et le maintien des comportements de santé peuvent être divisés en deux phases principales : une phase motivationnelle et une phase volitionnelle (*Figure 2*).

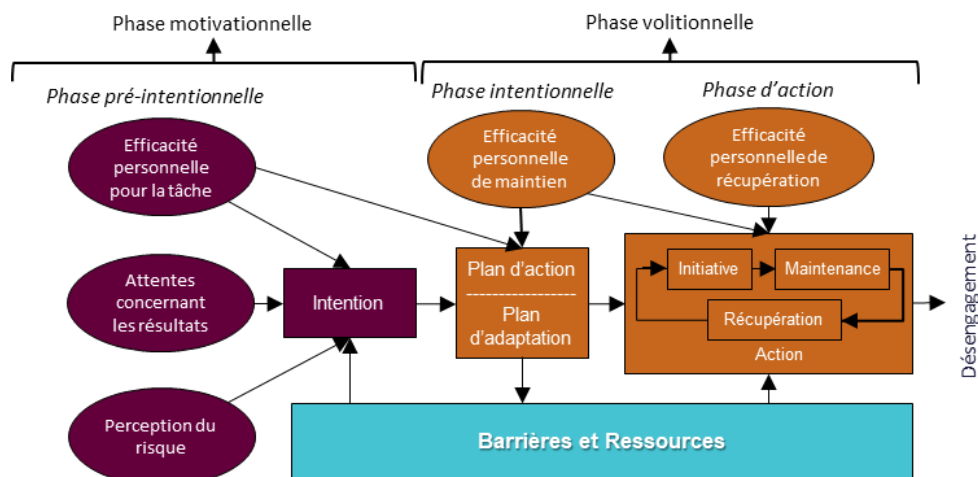


Figure 2: modèle HAPA (Schwarzer, 2016)

La phase motivationnelle correspond à la construction de l'intention de changer de comportement, principalement influencée par des facteurs socio-cognitifs. Nous retrouvons la perception du risque et les attentes concernant les résultats, deux facteurs préalablement identifiés dans le modèle HBM décrit plus haut, mais qui impactent ici seulement le début de la phase motivationnelle, sans s'étendre au-delà. Alors que le sentiment d'auto-efficacité, identifié dans la TSC, est présenté dans le modèle HAPA avec un lien direct sur chaque phase du processus. Les auteurs précisent que l'auto-efficacité et les attentes en matière de résultats sont considérées comme les principaux prédicteurs de l'intention, et que le rôle de la perception du risque a peut-être été surestimé dans les recherches et interventions antérieures. Leur point de vue suggère un ordre causal dans lequel la perception du risque est spécifiée comme un antécédent distal qui contribue à stimuler les attentes envers les résultats qui, à son tour, stimulent davantage l'auto-efficacité. Ainsi, le chemin direct entre la perception du risque et l'intention peut devenir négligeable si les attentes sont déjà bien établies.

La deuxième phase est subdivisée en une phase de planification et une phase d'action. Une fois l'intention façonnée, l'individu doit planifier et mettre en place les différents plans d'action pour parvenir au comportement souhaité. Ensuite, l'individu peut entrer dans la boucle d'action suivant les étapes suivantes : initiation, maintenance et récupération. Nous retrouvons ici une conceptualisation cyclique de l'action qui permet de prendre en compte l'aspect itératif du processus

de changement de comportement. Par exemple, la pratique d'une activité physique régulière correspond à la succession de plusieurs actions telles que la pratique de séances d'activité physique qui vont être effectuées dans le temps. Le modèle précise que l'auto-efficacité influence la construction cognitive des plans d'action, mais aussi le maintien dans la boucle d'action. Si l'individu ne parvient pas à maintenir le comportement dans le temps, alors il sort du processus et se désengage. Enfin, les obstacles et opportunités situationnels sont aussi pris en compte dans le modèle. Les actions ne sont pas seulement dépendantes de l'intention et du contrôle cognitif, elles sont également influencées par le contexte interne et environnemental des individus.

Plusieurs études ont tenté de répertorier les barrières et ressources à l'activité physique chez les patients lombalgiques (*Tableau 1*) (Boutevillain et al., 2017; Palazzo et al., 2016; Saner et al., 2018). Boutevillain et al. (2017) proposent de les répartir en 3 catégories : Physique, Psychologique et Socio-environnementale.

*Tableau 1: synthèse des barrières et ressources envers l'activité physique des patients lombalgiques (Boutevillain et al., 2017; Palazzo et al., 2016; Saner et al., 2018)*

	<b>Physique</b>	<b>Psychologique</b>	<b>Socio- environnementale</b>
<b>Barrières</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La douleur</li> <li>- Comorbidités</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque d'avantages perçus</li> <li>- Peurs et fausses croyances</li> <li>- Dépression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque de temps</li> <li>- Fausses recommandations</li> <li>- Mauvaise organisation</li> <li>- Profession</li> </ul>
<b>Ressources</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Support dorsal (ex : ceinture lombaire)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auto-efficacité/ Estime de soi</li> <li>- Motivation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervision par un professionnel de santé</li> <li>- Suivi de l'AP</li> <li>- Pratique en groupe</li> </ul>

Nous pouvons constater que certaines barrières et ressources psychologiques listées sont assez proches de certains facteurs décrits dans le modèle HAPA. Les « peurs et fausses croyances » peuvent être associées à la « perception du risque » et aux « attentes en matière de résultats » et aurait donc surtout un impact sur la phase motivationnelle. La ressource « sentiment d'auto-efficacité » est déjà spécifiée pour chaque phase sous le terme d' « efficacité personnelle ». Une autre barrière psychologique plus spécifique à la lombalgie mise

en évidence ici est la « dépression » mais il nous est difficile de situer exactement son impact sur le processus. De même pour la ressource "motivation", car dans le modèle HAPA initial, elle n'est pas considérée comme une ressource mais plutôt comme une phase de construction de l'intention. Ainsi, Chevance et al. (2019) ont tenté d'identifier des profils motivationnels de patients basés sur le modèle HAPA afin de proposer des interventions personnalisées pour favoriser la pratique d'une activité physique régulière dans le cas de patients atteints de maladies respiratoires chroniques. Pour cela, ils ont mesuré quatre variables dites motivationnelles (attitudes, auto-efficacité, intentions et planification). Ils ont identifié 3 profils : « Motivés » (66 %), « Non motivés » (20 %) et « Faible planification » (14 %). Aucune caractéristique démographique, clinique, ou comportementale (e.g. niveau d'AP) ne distinguait ces profils, à l'exception de la sévérité de la pathologie respiratoire. Les auteurs concluent en donnant des recommandations sur la manière d'orienter les interventions pour soutenir le changement de comportement des patients en fonction de leurs profils. Par exemple, pour des personnes non motivées, cibler des techniques visant un renforcement d'une attitude positive et de l'auto-efficacité. Pour des personnes déjà motivées mais qui ne pratique pas suffisamment d'AP, identifier leurs barrières par le biais d'un entretien motivationnel (Miller & Rollnick, 2012). Et pour des personnes motivées mais rapportant des niveaux faibles de planification, utiliser des techniques d'autorégulation pour permettre le passage à l'action. Cette approche de profilage motivationnel a l'avantage d'identifier le stade de changement où se situent les patients et ainsi orienter les interventions pour permettre un meilleur accompagnement. Cependant, les profils proposés par ces auteurs ont une vision binaire de la motivation (Motivé/Non motivé) qui ne permet pas d'identifier les sources de la motivation des individus. Une récente étude a tenté d'identifier les facteurs de motivation pour le maintien d'un changement de comportement, notamment en termes d'activité physique. Les résultats ont indiqué que le plaisir, les émotions positives et la récompense étaient les principaux facteurs de motivation (Snuggs et al., 2023). Cependant, ces résultats concernaient des adultes qui ne souffraient pas de maladies chroniques.

En psychologie, la motivation est un processus complexe qui fait l'objet de nombreuses théories autant sur sa description que sur son évolution. Mieux comprendre ce processus pourrait permettre de renforcer l'accompagnement des interventions en sollicitant ou renforçant les sources motivationnelles les plus appropriées selon les individus. Dans la section suivante nous décrivons ces théories dans le but de mieux comprendre comment s'opère la motivation humaine et nous permettre d'affiner notre compréhension de ce concept.

### **2.2.3. La motivation humaine**

L'un des principaux enjeux pour les professionnels de santé est de pouvoir faire face aux freins et leviers motivationnels des patients. De nombreuses théories tentent de décrire ce qui se situe à la racine de l'ensemble des motivations humaines et expliquer ce qui va plus directement motiver les individus. L'approche humaniste, en psychologie, suggère que les humains ont des besoins inhérents et que le comportement n'est pas simplement une réponse à un renforcement ou à une punition (House et al., 2017). Les théoriciens de cette approche pensent plutôt que l'action humaine est motivée par une volonté innée de grandir, de se développer et de réaliser son potentiel, que nous retrouvons sous le terme d'épanouissement personnel (House et al., 2017; Maslow, 2013; Rogers, 1963). La théorie de l'autodétermination TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) se situe dans cette approche et propose six « mini-théories » visant à mieux comprendre la motivation humaine : la théorie des besoins psychologiques fondamentaux (Deci & Ryan, 2000), la théorie de l'intégration organismique (Deci & Ryan, 1985c), la théorie de l'évaluation cognitive (Deci & Ryan, 1985b), la théorie de l'orientation causale (Deci & Ryan, 1985a) et la théorie du contenu des buts (Kasser & Ryan, 1996).

La théorie des besoins psychologiques fondamentaux (Deci & Ryan, 2000) postule l'existence de trois besoins psychologiques qui, une fois satisfaits, permettraient à l'individu d'atteindre un état optimal à la fois en termes d'expérience comportementale, de développement personnel et d'expérience dans des situations spécifiques. Ces trois besoins psychologiques sont les besoins d'autonomie, de compétence et d'affiliation. Le besoin d'autonomie fait référence au fait d'être à

l'origine de son propre comportement de se sentir libre de faire ses choix. Le besoin de compétence renvoie à la sensation que peut éprouver l'individu lorsqu'il interagit efficacement avec son environnement, qu'il relève des défis et qu'il exprime et développe ses capacités. Enfin, le besoin de relation sociale est lié au fait de se sentir connecté aux autres, d'avoir des relations satisfaisantes, d'être attentif à autrui et d'avoir un sentiment d'appartenance. Étant donné la nature complexe des interactions sociales, des liens interpersonnels et des dynamiques de groupes, la satisfaction de ce besoin par le biais d'interventions numériques fait l'objet de nombreuses recherches (Burke et al., 2010; Hudson et al., 2015; Sheldon et al., 2011). Ces études montrent que selon le comportement de l'utilisateur, certaines interactions peuvent avoir des effets délétères sur la satisfaction de ce besoin de relation. D'ailleurs, certaines études remettent en cause la nature indépendante de la satisfaction de ces 3 besoins, et suggèrent que le besoin de relation pourrait être dépendant de la satisfaction du besoin d'autonomie envers cette recherche de relation (Kluwer et al., 2020; Wenhart & Hassenzahl, 2024).

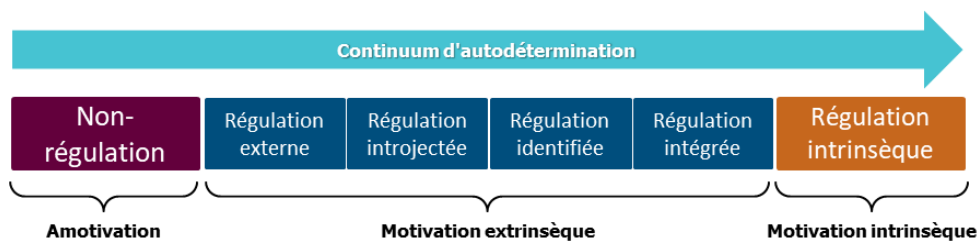


Figure 3: continuum d'autodétermination (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023)

Dans la TAD, la théorie de l'intégration organismique (Deci & Ryan, 1985c) permet de définir plusieurs qualités de motivation à travers un continuum (Figure 3) dit d'autodétermination. Le plus faible niveau, l'amotivation, peut être définie comme une absence totale de motivation, où l'individu ne comprend pas le sens du comportement ciblé. Ensuite vient la motivation extrinsèque qui correspond au fait d'être motivé par des facteurs externes tels que des pressions ou des récompenses. Enfin, le plus haut niveau, le plus autodéterminé, est la motivation intrinsèque, qui est le fait d'être motivé par des ressources internes telles que la satisfaction ou le plaisir. Cette dernière favoriserait l'épanouissement personnel et le bien-être de l'individu. Selon les auteurs, l'évolution dans ce continuum est dépendante de la



satisfaction des besoins psychologiques énoncés précédemment. Cette théorie distingue donc trois niveaux de motivation (amotivation, motivation extrinsèque et motivation intrinsèque) régulés par différents mécanismes, aussi appelés régulations comportementales : (1) Tout d'abord, l'amotivation correspond à l'absence totale de régulation comportementale. Dans le cadre de la pratique d'une activité physique, les individus amotivés vont justifier leur comportement en disant « je n'en ai aucune idée, je crois que ça ne me sert à rien » ou encore « franchement je fais de l'activité physique mais je ne vois pas l'intérêt ».

(2) Ensuite, la motivation extrinsèque est déclinée en quatre régulations qui se distinguent en fonction du niveau d'autodétermination :

- Régulation externe : la moins autodéterminée et qui se traduit par un comportement uniquement centré sur la volonté de répondre à des attentes sociales et/ou d'éviter des sanctions. Par exemple, « je pratique une activité physique pour ne pas avoir à entendre les reproches de certaines personnes » ou « parce que j'y suis obligé(e) par mon entourage ».
- Régulation introjectée : forme de motivation extrinsèque partiellement internalisée où l'individu va être motivé par des incitations et des pressions internes tels que le sentiment de culpabilité, des menaces adressées à l'estime de soi ou au contraire par des compliments qui vont valoriser son ego. Exemples : « je pratique une activité physique parce que je me sentirais mal si je ne faisais pas cet effort » ou « parce que je dois le faire pour me sentir bien avec moi-même ».
- Régulation identifiée : régulation autodéterminée car le comportement n'est plus guidé ou déclenché par une pression extérieure mais relève d'une volonté interne. L'individu estime que le comportement correspond à quelque chose d'important et dont l'atteinte des objectifs est nécessaire. Exemples : « je pratique une activité physique parce que je pense que c'est une bonne chose pour mon développement personnel » ou « parce que je pense que l'activité physique me permettra de me sentir mieux ».
- Régulation intégrée : forme la plus internalisée de la motivation extrinsèque et qui s'apparente à la motivation intrinsèque. À ce

niveau, les différentes identifications sont intégrées en un tout cohérent avec les valeurs de l'individu et qui lui permettent un certain développement personnel lié au comportement. Exemples : « je pratique une activité physique parce que ça fait partie intégrante du style de vie que j'ai choisi » ou « parce que je considère que faire de l'activité physique est une partie de mon identité ».

(3) Enfin, la motivation intrinsèque correspond à la régulation intrinsèque où la motivation est déclenchée de façon totalement libre et autodéterminée, par intérêt, pour le plaisir et pour la satisfaction de pratiquer le comportement en lui-même. Exemples : « je pratique une activité physique pour la satisfaction que je ressens à progresser dans ce genre d'activités » ou « pour les sensations agréables que me procure l'activité physique ».

L'échelle EMAPS (Boiché et al., 2016), Echelle de Motivation pour l'Activité Physique à des fins de Santé, permet de mesurer chacune de ces régulations dans le contexte de la motivation à la pratique d'une activité physique à des fins de santé. Les exemples donnés ci-dessus pour illustrer les différents types de régulation reprennent les items de cette échelle.

Un point important à prendre en considération lorsque l'on s'intéresse aux comportements de santé est que ceux-ci sont activés, dans la majorité des cas, par une source externe, comme des messages de prévention ou de promotion de la santé, ou bien encore par des prescriptions médicales. Bien que la motivation extrinsèque peut permettre d'enclencher l'action vers le comportement ciblé, plusieurs études montrent que la motivation intrinsèque est plus prédictive de l'adhésion à long terme (Petosa & Holtz, 2013; Ryan et al., 1997; Thøgersen-Ntoumani et al., 2016). L'engagement à long terme des personnes atteintes de maladies chroniques dans une activité physique serait principalement motivé par le plaisir, les bénéfices pour la santé et le bien-être psychologique (Boiché et al., 2016). Les obstacles principaux à cette pratique sont liés à leur état de santé et aux symptômes. Les motivations externes, comme satisfaire l'entourage ou les risques perçus, ont peu d'impact sur les comportements. Alors que la confiance en soi pour pratiquer malgré les contraintes, ainsi que l'influence sociale, notamment du corps

médical et de la famille, sont cruciales pour la motivation (Boiché et al., 2016).

Selon le type de motivation d'un individu, les stratégies de renforcement telles que les récompenses peuvent entraîner une diminution de sa motivation intrinsèque. Pour expliquer ces effets différentiels, Deci et Ryan ont mis au point la théorie de l'évaluation cognitive qui montre comment les conditions environnementales peuvent avoir un impact sur la motivation (Deci & Ryan, 1985b). Tout d'abord, cette théorie postule que donner une récompense pour un comportement dont la motivation est déjà intrinsèque a tendance à externaliser la motivation, ce qui explique la diminution de la motivation intrinsèque (Deci et al., 1999). De même, les comportements de pression comme les menaces, les punitions, les échéances et la surveillance ont tendance à diminuer la motivation intrinsèque à cause de leur fonction contrôlante qui entrave le besoin d'autonomie. Alors que des comportements informationnels tel que la mise en avant des réussites peuvent répondre au besoin de compétence et permettre une augmentation de la motivation intrinsèque. Chaque comportement extérieur peut contenir un aspect contrôlant ou informationnel pouvant induire des effets contradictoires dépendant de la signification fonctionnelle attribuée par l'individu.

La théorie de l'orientation causale (Deci & Ryan, 1985a) renvoie à la tendance de l'individu à adopter globalement un type de motivation plutôt qu'un autre. Dans cette théorie, les auteurs ont réorganisé les types de motivations présentées dans la théorie de l'intégration organismique sous 3 formes d'orientation : autonome, contrôlée ou impersonnelle. L'orientation autonome renvoie au fait de faire des activités pour des raisons internes, d'être engagé et proactif. Elle apparaît lorsqu'il y a satisfaction des trois besoins psychologiques. Elle est associée à la régulation intrinsèque, intégrée et identifiée. L'orientation contrôlée correspond au fait d'être sensible aux facteurs externes tels que les récompenses, les punitions ou la pression des autres, et provient de la frustration du besoin d'autonomie et d'une satisfaction des besoins de compétence et de relation. Elle correspond à la régulation externe et introjectée. Enfin, l'orientation impersonnelle

est la tendance à adopter une posture résignée et une absence de motivation qui vient de la frustration des trois besoins. Elle correspond à l'amotivation.

Pour finir, la théorie du contenu des objectifs fait référence aux buts et aspirations qui vont structurer la vie de l'individu en lien avec la satisfaction des trois besoins. L'individu peut avoir une préférence pour deux grandes catégories de buts de vie : (1) les buts extrinsèques qui visent à accomplir des résultats externes, et (2) les buts intrinsèques liés à des indicateurs internes de satisfaction et de valeurs et qui permettent une meilleure satisfaction des besoins psychologiques. Les individus dont les besoins sont frustrés auront tendance à adopter plus de buts extrinsèques. Cependant, même si elles parviennent à leur objectif, leurs besoins psychologiques restent frustrés ce qui peut entraver leur bien-être.

Ces éléments nous permettent une meilleure compréhension du processus de changement de comportement et de motivation chez les individus, notamment dans le contexte de la pratique d'une activité physique régulière. Plusieurs études ont tenté d'identifier des profils motivationnels basés sur la TAD qui ont montré un bon potentiel pour amorcer des stratégies permettant de développer l'adhésion à l'exercice (Friederichs et al., 2015; Gourlan, Trouilloud, et al., 2016; Matsumoto & Takenaka, 2004; Miquelon et al., 2017; C. K. J. Wang et al., 2010, 2016; C. K. J. Wang & Biddle, 2001). Globalement, les résultats sont cohérents avec le continuum d'autodétermination distinguant en moyenne 4 profils : "Auto-déterminé" ou "Très motivé", "Modérément motivé", "Peu motivé" et "Amotivé". Mais certaines études ont aussi constaté des profils combinés, c'est-à-dire avec des scores élevés sur les motivations allant de la régulation intrinsèque à la régulation externe (Gourlan, Trouilloud, et al., 2016; Miquelon et al., 2017). En général, les profils étaient comparés en termes de compétence perçue, d'intention et de comportement. Les participants ayant des profils « Combinés élevés » et « Autodéterminés » déclarent une compétence perçue, une intention et une pratique de l'AP plus élevée que les profils "Amotivé", "Peu motivé" ou "Modérément motivé" (Gourlan, Trouilloud, et al., 2016; Miquelon et al., 2017; C. K. J. Wang et al., 2010). Matsumoto & Takenaka (2004) ont tenté d'approfondir l'étude des liens entre profils motivationnels et stades de changements basés sur

le MTT. Le profil "Autodéterminé" était plus souvent en phase de maintenance, le profil "Modéré" en phase de préparation, le profil "Non-autodéterminé" montrait seulement une déviation importante de la phase d'action et enfin le profil "Amotivé" était plus souvent en phase de précontemplation et de contemplation. Ainsi, les profils basés sur la TAD semblent cohérents avec l'ordre des stades de changement. En considérant une vision plus globale avec les 2 phases principales du modèle HAPA (motivationnelle et volitionnelle) dont la séparation est marquée par l'intention, nous pouvons considérer que les profils peu motivés seraient encore en phase motivationnelle alors que des profils plus auto-déterminés seraient déjà en phase volitionnelle.

## **Conclusion du chapitre**

La première section de ce chapitre est dédiée à la description clinique du cas d'étude de cette thèse, la lombalgie chronique. Cette pathologie courante se caractérise par des douleurs au niveau du bas du dos, entraînant souvent des limitations fonctionnelles et une altération de la qualité de vie. Avec une prévalence élevée et des facteurs de risque variés, cette pathologie représente un défi majeur en termes de prise en charge clinique. Une approche intégrée et personnalisée tenant compte des aspects physiques et psychologiques semble essentielle pour favoriser le rétablissement. Ainsi, les professionnels de santé s'appuient sur une combinaison de traitements alliant éducation thérapeutique, rééducation physique et thérapies cognitivo-comportementales. L'activité physique régulière joue un rôle central dans la prévention et la gestion de la lombalgie, mais nécessite l'adoption et le maintien d'un nouveau comportement difficile à mettre en œuvre sur le long terme pour beaucoup de patients.

Pour mieux comprendre comment s'opère ce processus, notamment dans le cas de l'activité physique, nous avons axé la deuxième section sur la description des principaux modèles et théories de changement de comportement en psychologie. Le modèle HAPA à l'avantage de proposer une approche intégrative et adaptée aux comportements de santé, en prenant en compte les déterminants socio-cognitifs permettant la construction de l'intention (phase motivationnelle) et les étapes menant au maintien du comportement (phase volitionnelle).

Nous avons aussi présenté les principales barrières et ressources pouvant impacter ce processus dans le cas de patients lombalgiques, découpé en 3 catégories : physiques, psychologiques et socio-environnementales. Une ressource psychologique a particulièrement retenu notre attention en raison de sa complexité d'un point de vue théorique : la motivation. La théorie de l'autodétermination permet une compréhension plus spécifique de la motivation humaine, moteur du maintien du comportement sur le long terme. La satisfaction des besoins d'autonomie, de compétence et de relation semble alors être des leviers pertinents pour maximiser l'efficacité d'une intervention de soutien au changement de comportement tout en prenant en compte le bien-être de l'individu. Et les types de motivations (amotivation, motivation extrinsèque ou contrôlée et motivation intrinsèque ou autonome) s'avèrent être une indication de l'état d'avancement des individus dans le processus de changement de comportement. Certains profils motivationnels basés sur ces connaissances ont été identifiés dans la littérature pour proposer des interventions personnalisées, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les freins et leviers spécifiques à chacun de ces profils.

Ces connaissances permettent d'apporter une compréhension du processus par lequel doivent potentiellement passer les utilisateurs d'intervention d'aide au changement de comportement pour assurer leur efficacité. Le chapitre suivant se concentrent sur la conception de technologies de soutien au changement de comportement et les enjeux associés du domaine.

## **Chapitre 3: Technologies d'aide au changement de comportement**

Dans le chapitre précédent, nous avons vu que les patients lombalgiques nécessitent un accompagnement pour adopter et maintenir des comportements de santé, notamment en termes d'activité physique, pour permettre le rétablissement. Les technologies de soutien au changement de comportement constituent un domaine de recherche en Interaction Humain-Machine (IHM) dont l'objectif est de mieux comprendre comment concevoir et évaluer des technologies numériques permettant d'accompagner ce processus dans l'adoption et le maintien de comportements spécifiques (Blandford, 2019; Rapp, 2023; L. Williams et al., 2020). Ce domaine est donc à la croisée de plusieurs disciplines, nécessitant des équipes et des compétences multidisciplinaires que ce soit en informatique, en ergonomie ou en psychologie (L. Williams et al., 2020). Des connaissances issues des sciences humaines sont nécessaires pour être capable de concevoir des technologies mettant en œuvre les modèles et théories psychologiques. Des compétences en ergonomie de conception et des interfaces sont aussi indispensables pour concevoir des technologies adaptées aux attentes et aux besoins des utilisateurs et leur apportant une expérience utilisateur optimale. Et enfin, des compétences techniques en ingénierie et informatique sont requises pour la conception et le développement informatique des systèmes. Dans ce chapitre, nous faisons état des connaissances sur la conception et l'évaluation des technologies de soutien au changement de comportement en présentant les enjeux du domaine. Ensuite nous détaillerons plus précisément comment concevoir une expérience engageante, et comment concevoir une technologie adaptative afin de répondre aux besoins individuels et changeants des utilisateurs.

### **3.1. Enjeux du domaine**

#### **3.1.1. Définitions et enjeux éthiques**

##### **3.1.1.1. Technologies persuasives**

B. J. Fogg est un des pionniers des recherches en technologies dites persuasives et de leur application à la santé (Fogg, 1998, 2019;

Fogg et al., 2003). Il a principalement porté ses recherches sur l'utilisation de la technologie dans le but d'influencer et de modifier les attitudes et les comportements des individus par le biais des théories en psychologie de la persuasion. Selon lui, les ordinateurs sont de puissants moyens de persuasion parce qu'ils représentent, pour l'opinion publique, une sorte de précision mathématique qui renvoient des informations « vraies et précises ». A travers ce qu'il nomme la triade fonctionnelle (Fogg, 1998), il décrit les différents rôles que les technologies persuasives peuvent jouer du point de vue de l'utilisateur :

- Le rôle d'outil : l'objectif est d'accroître la capacité des individus à adopter un comportement cible en rendant le résultat souhaité plus facile à atteindre en accompagnant le processus ou en effectuant des mesures qui motivent.
- Le rôle de média : utiliser à la fois l'interactivité et la narration pour créer des expériences convaincantes qui motivent et soutiennent la répétition d'un comportement, l'empathie ou l'exploration des relations causales. Le média peut transmettre l'information de deux manières : (1) en tant que média symbolique en utilisant des représentations visuelles (texte, graphiques, icônes, etc.) ou (2) en tant que média sensoriel pour transmettre des informations sensorielles (audio, vidéo, haptique, environnement virtuel, etc.) (Foulonneau et al., 2015).
- Le rôle d'acteur social : Les technologies peuvent également fonctionner comme des acteurs sociaux et donc exercer une influence sociale de la même manière que le feraient des humains, par exemple via l'utilisation d'agents conversationnels (Clavel et al., 2013) ou coach virtuel (El Kamali et al., 2020, 2023). En tant qu'acteur social, ces technologies peuvent être persuasives en récompensant les gens par un retour d'information positif, en modélisant un comportement (en montrant comment le réaliser) ou une attitude cible et en fournissant un réseau social de soutien.

Pour chacun de ces rôles, Fogg propose une liste de principes de conception pour rendre la technologie persuasive. Cette liste est complétée par des principes spécifiques pour des plateformes web et mobiles et pour augmenter la crédibilité de la technologie. Pour aider à la conception des technologies persuasives, Fogg propose le modèle



FBM (Fogg, 2009) qui met en évidence trois éléments devant converger simultanément pour qu'un comportement se produise : la motivation, la capacité et l'opportunité. Dans ce modèle, la motivation peut être influencée par des facteurs tels que les dualités plaisir/douleur, espoir/peur et acceptation/rejet social. Les capacités peuvent être affectées par le temps, l'argent, l'effort physique, les cycles cérébraux, la déviance sociale et la non-routine. Les opportunités ou déclencheurs peuvent être sollicités par des facilitateurs ou des signaux tels que des rappels. Ce modèle permet une représentation simpliste du processus de changement de comportement sans fondement issus des sciences humaines et sociales mais il s'applique directement aux questions pratiques des concepteurs.

La « persuasion » fait référence à un acte de communication se situant à mi-chemin entre le fait de « manipuler » et de « convaincre », ce qui a soulevé de nombreux questionnements éthiques lors de l'émergence des technologies persuasives. Donner cette responsabilité à une technologie implique de respecter des critères d'intelligibilité, de vérité, de véracité et de pertinence (Spahn, 2012). D'autant plus que ces considérations éthiques deviennent un critère pris en compte par les utilisateurs lorsqu'ils décident d'utiliser ou d'ignorer une technologie (Gram-Hansen & Kight, 2019). Une perspective de recherche sur l'éthique des technologies persuasives tend à discuter davantage des droits des concepteurs à persuader. Dans le contexte spécifique de l'utilisation de ces technologies pour la santé, les recommandations insistent sur la prise en compte des intérêts des utilisateurs et de leur autonomie (Jacobs, 2020). Pour cela, il est nécessaire de développer des outils ou méthodes pour solliciter l'intérêt des patients et soutenir un consentement adapté afin de garantir l'exclusion des cas de manipulation et de coercition.

### **3.1.1.2. Technologies éthiques pour la santé**

Dans la continuité des travaux dans le domaine des technologies persuasives, Oinas-Kukkonen (2010) a proposé le concept de système d'aide au changement de comportement en matière de santé (BCSS : Behavioral Change Support System) qu'il définit comme étant des technologies permettant de former, altérer

ou renforcer des attitudes, des comportements ou des actes sans utiliser la coercition ou la tromperie. Aujourd'hui, la littérature s'accorde sur le terme d'interventions numériques de changement de comportement (DBCIs : Digital Behavior Change Interventions) qui permettent d'encourager et de soutenir ce changement pour maintenir ou améliorer la santé par la prévention et la gestion. Ces interventions peuvent être menées par le biais de technologies numériques comme des sites Web, applications mobiles ou dispositifs portables (Yardley et al., 2016).

La santé mobile (mHealth) se définit selon l'OMS comme englobant *"les pratiques médicales et de santé publique reposant sur des dispositifs mobiles tels que téléphones portables, systèmes de surveillance des patients, assistants numériques personnels et autres appareils sans fil"* (WHO, 2011, 2017, 2019). Les objectifs des applications mobiles de santé sont de rendre les utilisateurs plus autonomes et responsables, de contribuer à une médecine plus personnalisée, à une optimisation de la qualité des soins, et à une réduction de la charge des soins pour les patients atteints de maladies chroniques (HAS, 2021). Pour cela, diverses stratégies de santé peuvent être adoptées, catégorisées en cinq principales approches selon l'IQVIA (2017) : (1) bien-être et prévention, (2) apparition des symptômes et recherche de soins, (3) diagnostic, (4) suivi à distance et (5) accompagnement au traitement. Ils ont également identifié plusieurs fonctions de base en termes d'usage permettant d'atteindre les objectifs de ces applications : informer, instruire, enregistrer des données, calculer/analyse, alerter/rappeler, afficher les données, guider et communiquer.

En 2021, la HAS décrit une évolution exponentielle du secteur de la santé mobile, avec une croissance significative des publications scientifiques évaluant leur utilité. Le rapport de l'IQVIA (2017) et les développements récents mentionnent des niveaux de preuve et d'évaluation d'utilité clinique pour les applications liées à la douleur. Cependant, sur plus de 327 000 applications répertoriées par l'Organisation for the Review of Care and Health Applications (ORCHA), seulement 43 d'entre elles représentent 83 % des téléchargements. De plus, les pathologies chroniques ne représentent environ que 4 % des pathologies couvertes par les applications de santé mobile (IQVIA, 2017). Le premier défi à relever dans ce domaine

concerne donc l'adoption de ces systèmes par le biais d'une communication plus efficace, une sensibilisation accrue et une meilleure accessibilité aux applications pertinentes (HAS, 2021).

Un deuxième défi concerne la fiabilité de ces technologies étant donné leur impact direct sur la santé de leurs utilisateurs. Ainsi, les risques potentiels en cas de défaillance du système ont rapidement été au cœur des préoccupations. Une matrice de risque (HAS, 2016) catégorise les applications en fonction de leur utilisation principale et du public ciblé. Elle comprend quatre catégories principales d'utilisateurs : le grand public, les patients et les aidants, les professionnels de santé en contact direct avec les patients, et les professionnels de santé avec leurs pairs. Elle distingue également quatre catégories d'utilisation principale : l'information (conseil), la prévention primaire, la prévention secondaire (éducation thérapeutique des patients), et enfin l'analyse des données et l'impact sur le traitement. Cette matrice de risque permet d'évaluer les critères de manière adaptée à chaque application ou dispositif, en attribuant un poids spécifique en fonction de son utilisation principale et de son public cible, tout en tenant compte à la fois des critères obligatoires et recommandés pour maintenir la qualité des produits.

La plupart des pays ne réglementent que les applications à haut risque, laissant un vide pour celles abordant diverses problématiques de santé. Des experts signalent des applications de qualité inférieure soulevant des questions éthiques et légales, appelant à des normes internationales minimales (Ferretti et al., 2019). La HAS (2021) propose plusieurs directives à destination des développeurs et des professionnels de santé. Tout d'abord, il s'agit d'informer les utilisateurs sur le produit et les risques potentiels liés à l'utilisation. Il faut aussi garantir la fiabilité et la qualité du contenu de santé et du contenu technique en termes de conception et de flux de données et d'assurer la confidentialité et la sécurité des données personnelles. Enfin, un dernier axe concerne l'utilisabilité afin de favoriser l'acceptation et l'engagement envers le système.

Pour s'assurer de la qualité du contenu de santé, l'implication des professionnels de santé est essentielle lors de la conception. Cependant, la contribution des cliniciens et des patients ou utilisateurs

finaux, est souvent absente lors de la conception d'une application de santé, ce qui se traduit par des applications qui ne correspondent pas aux préférences et aux objectifs des utilisateurs visés (Torous et al., 2019). L'utilisabilité et l'engagement pourraient être améliorés en incluant les parties prenantes dans le développement (Conway et al., 2016). De façon générale, il est largement reconnu qu'une conception centrée sur l'utilisateur est nécessaire (Michie et al., 2017), mais il existe relativement peu de rapports sur la manière de mettre en place cette approche pour la conception de telles applications, et donc peu de preuves que cette approche soit suivie dans la pratique (Blandford, 2019; Yardley et al., 2015).

Une seconde directive pour la conception de technologies efficaces visant un changement de comportement est qu'elles soient fondées sur des théories et modèles issues de la psychologie (Michie et al., 2017; Walsh & Groarke, 2019). Cette pluridisciplinarité pose de nombreux défis, tant pour l'utilisation des théories pour la conception et l'évaluation de ces technologies, que pour l'utilisation de ces technologies pour faire progresser les théories (Fenicio et al., 2021; Michie et al., 2017). Car ces théories n'ont pas été prévues pour concevoir des systèmes numériques, et il devient donc primordial de développer des méthodes et outils permettant d'assurer la liaison entre ces deux domaines. Dans cette perspective, le projet ePsyCHI porté par Yann Laurillau vise à développer des langages semi-formels permettant la formalisation, l'articulation et l'opérationnalisation de théories et modèles psychologiques pour la conception de DBCIs (Fenicio et al., 2021).

Une dernière directive pour favoriser l'efficacité de ces technologies est d'étendre les techniques de conception de systèmes adaptatifs (Blandford, 2019; Greenhalgh et al., 2017; Michie et al., 2017). Pour cela, il est recommandé de développer des méthodes capables d'analyser efficacement des ensembles de données volumineux et complexes pour tester des propositions théoriques dynamiques et ainsi permettre une personnalisation des DBCIs pour mieux accompagner le processus de changement de comportement (Michie et al., 2017). Dans cette perspective, l'apport de l'intelligence artificielle semble alors être prometteur. Cependant, la recherche dans ce domaine doit encore progresser afin de répondre à certains défis, notamment en termes

d'explicabilité pour assurer la sécurité des patients (Blandford, 2019; Deniz-Garcia et al., 2023).

Ces directives visent à garantir la sécurité, la confidentialité, la qualité et l'efficacité des applications de santé mobile, en promouvant la confiance et en aidant les utilisateurs, les patients et les professionnels de santé à adopter ces technologies de manière appropriée. Dans la section suivante nous détaillons les principales méthodes de conception et d'évaluation de ces technologies décrites dans la littérature que nous analyserons au regard des directives présentées.

### **3.1.2. Méthodes de conception et d'évaluation**

#### **3.1.2.1. Principaux cadres de conception**

Selon Voorheis et al. (2022), les théories, les modèles et les cadres sont le plus souvent utilisés pour (1) guider le processus de conception, (2) conceptualiser le processus de changement de comportement, (ex : modèle COM-B, modèle HAPA, TAD) (3) identifier les stratégies de changement de comportement pertinentes et (4) évaluer les idées quant à leur applicabilité, leur faisabilité ou leur efficacité potentielle. Dans cette section, nous présentons les cadres de conception de technologies de soutien au changement de comportement pour la santé les plus utilisés dans la littérature.

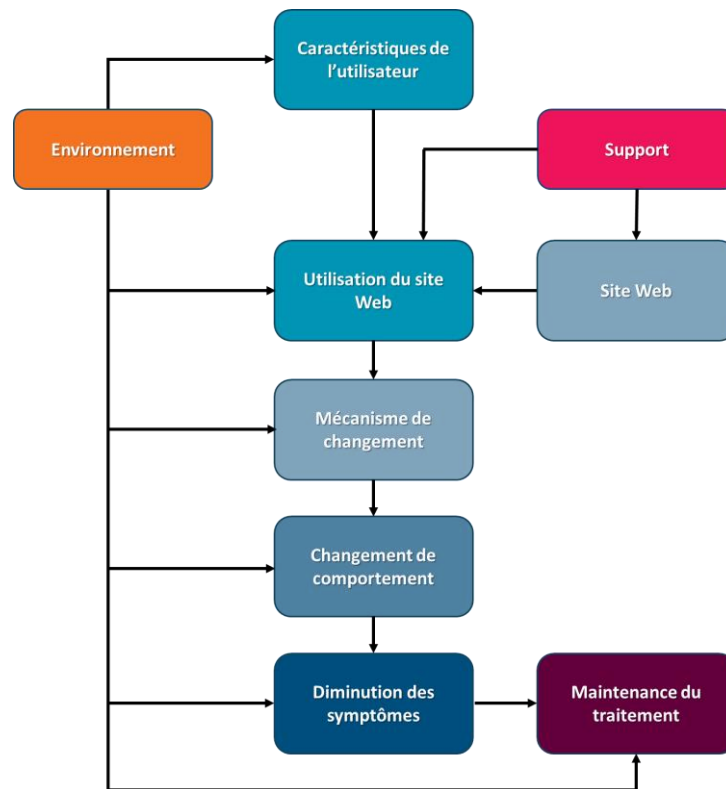


Figure 4: modèle de Ritterband (2009)

Le modèle de Ritterband (*Figure 4*) (Ritterband et al., 2009) est un des premiers modèles généralisables décrivant comment une intervention numérique basée sur le Web contribue au changement des symptômes. Selon le modèle, les individus abordent une intervention avec un ensemble de caractéristiques utilisateurs influencés par des facteurs environnementaux. Ces caractéristiques impactent l'utilisation de l'intervention numérique, également influencée par ses propres caractéristiques et le soutien offert par le programme pour aider les utilisateurs dans leur utilisation et leur adhésion à l'intervention. Le modèle prédit ensuite que l'utilisation de l'intervention devrait entraîner un changement de comportement via divers mécanismes de changement (ex : connaissance, croyances, motivations, etc.), ce qui entraîne une amélioration des symptômes. Le succès du traitement est maintenu grâce à la prévention des rechutes.

Bien que spécifique aux interventions basées sur le Web, ce modèle est tellement général qu'il pourrait également s'appliquer à d'autres technologies. Cependant, il n'explique pas comment mettre en œuvre une démarche de conception permettant d'assurer que la technologie

conçue suit les étapes du modèle. De plus, même si le modèle est décrit comme non linéaire, le poids de l'impact de chaque élément et leur articulation ne sont pas clairement établis.

Le modèle Persuasive System Design (PSD) (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009) a été conçu pour mieux encadrer les activités de recherche et de conception dans le domaine des technologies persuasives. Celui-ci propose différents postulats couvrant implicitement une multitude d'aspects qui doivent être pris en compte lors de la conception de systèmes persuasifs : la réactivité, l'absence d'erreurs, la facilité d'accès, la facilité d'utilisation, la commodité, la qualité de l'information, l'expérience positive de l'utilisateur, l'attrait, la fidélité de l'utilisateur et la simplicité. Les auteurs vont même plus loin en proposant une mise à jour du listing des stratégies persuasives à appliquer lors de la conception de systèmes persuasifs, initialement proposées par Fogg. Celles-ci sont ordonnées en 4 catégories : soutien à la tâche principale, soutien au dialogue, soutien à la crédibilité de la source et soutien social. Dans le domaine des interventions numériques pour la promotion de l'activité physique, une *metareview* a mis en évidence une meilleure efficacité des stratégies de soutien à la tâche principale, de soutien au dialogue et de soutien social (Aldenaini et al., 2020). Ce modèle a l'avantage de proposer des recommandations pour la conception de systèmes persuasifs en proposant des stratégies issues de connaissances en psychologie de la persuasion et directement applicables à la conception de système numérique. Cependant, bien que certaines stratégies mentionnent l'attrait de l'adaptation de la technologie à l'utilisateur et au contexte d'utilisation, le modèle ne donne pas plus d'indications sur comment mettre en œuvre cette adaptation. De plus, ce modèle ne repose pas sur des fondements théoriques basés sur le processus de changement de comportement et n'apporte pas non plus d'indications sur la manière d'intégrer et de réaliser une approche de conception centrée-utilisateur.

Dans la continuité de ses travaux, Fogg (Fogg & Hreha, 2010) a proposé une méthode de conception de systèmes persuasifs applicables au domaine de la santé : le Behaviour Wizard. Cette méthode repose sur une grille qui classe 15 types de comportement

en fonction de l'évolution attendue (initiation, recommencement, augmentation, diminution, arrêt) et de la période de changement souhaitée (ponctuelle, sur une période déterminée, permanente). Le Behaviour Wizard propose un questionnaire qui permet d'identifier le comportement ciblé parmi la grille et présente des exemples de stratégies psychologiques et techniques de persuasion adaptées. Bien qu'il offre un cadre utile pour comprendre les déclencheurs de comportement, cette approche se concentre principalement sur les déclencheurs externes et les actions spécifiques, négligeant souvent les facteurs contextuels et internes qui influencent les comportements comme les déterminants socio-cognitifs. De plus, le modèle ne tient pas compte de la diversité des motivations individuelles ni de la complexité des processus cognitifs et émotionnels qui sous-tendent les comportements humains.

Michie et al. (2011) ont proposé un autre cadre pour le développement de système d'aide au changement de comportement (Behaviour Change Wheel) basé sur le modèle COM-B. Ce modèle reprend les trois composantes du modèle de Fogg (capacité, opportunité et motivation), à la différence que les auteurs proposent une nouvelle subdivision de chacune de ces composantes. Pour la capacité, ils distinguent la capacité physique de la capacité psychologique. Pour l'opportunité, ils différencient l'opportunité physique offerte par l'environnement et l'opportunité sociale offerte par le milieu culturel. Et pour la motivation, ils identifient les processus réflexifs (impliquant des évaluations et des plans) et les processus automatiques (impliquant des émotions et des impulsions résultant d'un apprentissage associatif et/ou de dispositions innées). Le cadre proposé met le modèle COM-B au centre d'une « roue du changement de comportement » autour de laquelle sont positionnées neuf fonctions d'intervention (Éducation, Persuasion, Incitation, Coercition, Entraînement, Restriction, Restructuration environnementale, Modélisation, Activation) visant à remédier aux déficits dans une ou plusieurs des composantes du modèle COM-B. Après avoir sélectionné la ou les fonctions d'intervention les plus susceptibles d'être efficaces pour modifier un comportement cible, les auteurs suggèrent de les lier à des techniques de changement de comportement spécifiques (Michie et al., 2013).



Ce cadre présente l'avantage d'offrir une approche systématique et approfondie du changement de comportement en intégrant plusieurs niveaux d'influence qui confèrent une certaine flexibilité aux différents contextes et comportements ciblés. Fondé sur un modèle simpliste du changement de comportement, il peut cependant se révéler complexe en raison de son exhaustivité, surtout pour les praticiens non familiers avec tous les concepts abordés. Sa mise en œuvre, nécessitant du temps et des ressources considérables, peut ainsi devenir difficile. De plus, aucune directive n'est mentionnée pour guider la conception de systèmes adaptatifs. Bien qu'il encourage l'inclusion des parties prenantes dans le processus de conception des interventions, ce cadre n'offre aucune indication sur la manière d'inscrire une démarche de conception centrée-utilisateur cohérente avec les attentes du modèle.

Finalement, ces cadres de conception visent principalement à identifier des stratégies de changement de comportement pertinentes mais ils apportent peu d'indications sur la manière de mettre en œuvre une approche centrée-utilisateur ou de rendre le système capable de s'adapter en fonction des besoins des utilisateurs. De plus, ils ne sont pas fondés sur des théories ou modèles de changement de comportement issues des sciences humaines, ce qui limite leur fiabilité. Enfin, ces cadres ne donnent pas non plus d'indications précises sur la manière d'évaluer ces technologies. Dans la section suivante, nous détaillons les méthodes utilisées qui permettent une évaluation de la qualité et de l'efficacité de ces systèmes.

### **3.1.2.2. Méthodes d'évaluation**

La nature pluridisciplinaire de ces technologies implique la prise en compte des différents acteurs du domaine impliquant les informaticiens, les professionnels de santé, les psychologues, les ergonomes et les utilisateurs, ce qui a fait émerger une grande variété d'approches évaluatives (HAS, 2021). Certaines de ces approches comprennent l'utilisation de revues d'experts et d'utilisateurs, d'outils de mesure comme des questionnaires subjectifs, ou encore de méthodes épidémiologiques.

La récolte d'avis des utilisateurs et des experts a été l'un des premiers types d'évaluation rencontré lors de l'apparition des applications

mobiles de santé. Aujourd'hui, plusieurs plateformes internationales tentent de recenser ces avis pour une meilleure comparaison de leur évaluation (ex : Health Navigator, GGD Appstore, Onemind ou Groupe Pasteur Mutualité) (HAS, 2021). Cependant, ces données qualitatives limitent la comparaison objective entre les applications ce qui a rapidement fait émerger le besoin d'outils de mesure plus standardisés. Cela peut inclure des échelles, permettant une évaluation via un score ou une liste de contrôle, qui permettent une analyse rapide des applications, et des référentiels de qualité spécifiques, composés en moyenne de 300 critères qui visent une plus grande spécificité d'évaluation (HAS, 2021). Ces outils permettent d'évaluer différents aspects par des utilisateurs, des professionnels de santé ou des concepteurs. Le score MARS (Mobile Application Rating Scale) est un des plus étudié et utilisé (Stoyanov et al., 2015). Il vise une évaluation globale par les professionnels de santé incluant l'engagement, les fonctionnalités, l'esthétique, la qualité de l'information et la qualité subjective. Une version française a été validée et a permis l'évaluation de plusieurs applications mobiles dans le domaine de la santé mentale (Carrouel et al., 2022; Saliasi et al., 2021). Une version pour les usagers a aussi été développée (Stoyanov et al., 2016) complété par une partie sur l'impact perçu. D'autres outils se concentrent sur des domaines de santé particuliers, en tenant compte des critères spécifiques afin d'évaluer la précision, la compréhension et d'autres aspects liés au contenu médical. L'ACDC (App Chronic Disease Checklist) (Anderson et al., 2016) est une liste de contrôle mise en place pour évaluer les applications orientées sur les pathologies chroniques par les professionnels de santé. Elle est composée de quatre domaines (engagement, fonctionnalités, utilisation simple et gestion de l'information). L'objectif est d'inspecter et tester les applications par des professionnels et rechercher la présence de fonctionnalités spécifiques. Pour une évaluation plus approfondie, Nouri et al. (2018) ont publié une revue de littérature leur permettant de proposer un référentiel de qualité qui regroupe 7 catégories de critères : design, contenu (crédibilité, précision, qualité de l'information, quantité d'information), facilité d'usage, fonctionnalité, éthique, sécurité/données personnelles et perception utilisateur. Enfin, un formulaire de soumission d'Application du JMIR

(2013)<sup>1</sup> propose une grille de critères pour la soumission d'application originale et permet d'effectuer une relecture par ses pairs selon la même procédure que pour la relecture d'un article.

Bien que ces outils permettent une évaluation subjective plus ou moins rapide de la qualité des applications, ils restent des mesures auto-rapportées qui ne permettent pas vraiment d'évaluer l'impact réel des interventions et donc d'assurer leur validité clinique. Pour cela, d'autres méthodes d'évaluation sont utilisées, comme l'essai contrôlé randomisé (ECR) qui est la plus utilisée car considérée comme la méthodologie de référence pour répondre à cet objectif (Hariton & Locascio, 2018; Pham et al., 2016). Ces essais cliniques reposent sur la même méthodologie que pour l'évaluation d'autres dispositifs médicaux, où l'idée est de répartir aléatoirement des participants dans deux groupes (un groupe témoin et un groupe expérimental) pour comparer les effets de l'intervention testée. Cette répartition aléatoire permet ainsi de limiter les biais avec un contrôle statistique de leurs influences (Hariton & Locascio, 2018). Le Standard CONSORT-EHEALTH (Eysenbach & Consort-Ehealth Group, 2011) est une liste de contrôle pour l'évaluation des essais portant sur les interventions dans le secteur de la e-santé. Il est actuellement le seul standard disponible à notre connaissance concernant la publication d'essais sur les applications.

Il ne fait aucun doute que les ECR sont nécessaires pour évaluer les résultats cliniques et l'efficacité de la santé mobile (Hariton & Locascio, 2018; Ologeanu-Taddei, 2020). Néanmoins, les méthodes d'ECR conduisent à la mise en boîte noire des interventions mHealth (Free et al., 2013; Ologeanu-Taddei, 2020), ce qui signifie que la technologie est considérée comme un dispositif homogène ou comme une substance pharmaceutique. L'effet clinique des solutions mHealth dépend de leur acceptation, de leur adoption et de leurs médiateurs, tels que la facilité d'utilisation, les performances des fonctionnalités, la formation et la motivation des patients et des professionnels de santé ayant participé à l'essai, ou les caractéristiques de l'intervention (par exemple, un retour d'information personnalisé). Ces nouveaux facteurs contextuels et technologiques doivent être pris en compte pour avoir

---

<sup>1</sup> <https://tinyurl.com/appsform>

une meilleure compréhension de leur efficacité, mais aussi une meilleure identification des risques potentiels (Ologeanu-Taddei, 2020).

La diversité importante des systèmes d'évaluation et l'absence de directives internationales standardisées pour évaluer la qualité des applications mobiles de santé, notamment en matière de sécurité des patients, a soulevé de nombreuses préoccupations (Tan et al., 2022). Bien que les dimensions de l'évaluation soient généralement similaires, la précision des critères et leur découpage compliquent l'établissement d'équivalences. Des initiatives européennes lancées en 2016, telles que le "European mHealth Innovation and Knowledge Hub" ou la norme ISO-82304-2 (ISO, 2021), visent à normaliser ces systèmes d'évaluation, facilitant ainsi la compréhension pour les utilisateurs et les concepteurs, et favorisant la mise en place de mécanismes de reconnaissance mutuelle. En attendant une harmonisation éventuelle, les concepteurs doivent accorder une attention particulière à des informations clés pour permettre l'évaluation des applications. Ces données devraient répondre aux critères fréquemment utilisés dans les divers outils d'évaluation mentionnés précédemment.

Dans la section suivante, nous nous concentrons sur les évaluations scientifiques proposées dans la littérature concernant des applications mobiles pour la promotion de l'activité physique, l'autogestion des douleurs chroniques et plus spécifiquement pour l'autogestion de la lombalgie.

### **3.1.3. Applications mobiles de santé**

#### **3.1.3.1. *Activité physique et gestion des douleurs chroniques***

Plusieurs études ont évalué l'efficacité des applications mobiles de santé pour la promotion de l'activité physique. De manière générale, les stratégies de persuasion et les techniques de changement de comportement les plus utilisées pour encourager les utilisateurs sont la personnalisation, l'autosurveillance, la définition d'objectifs, les retours d'informations, les rappels, les récompenses, le façonnage des

connaissances et le soutien social (Aldenaini et al., 2020; Asbjørnsen et al., 2019; Matthews et al., 2016; Oyebode et al., 2020). Ces études soulignent également l'importance des stratégies concernant la crédibilité du système, pourtant moins utilisées, pour maximiser la persuasion et l'engagement des utilisateurs (Matthews et al., 2016; Oyebode et al., 2020). Néanmoins, Oyebode et al. (2020) encouragent à minimiser le nombre de stratégies de persuasion lors de la conception de ces applications pour éviter la surcharge cognitive des utilisateurs.

Concernant la gestion des douleurs chroniques, de nombreuses applications mobiles sont disponibles dans le commerce et se sont révélées fonctionnelles et appréciées des patients et des professionnels de santé (Thurnheer et al., 2018). Pour observer un impact sur la santé des utilisateurs, celles-ci doivent inclure une approche cognitivo-comportementale (TCC) axées sur la promotion de l'autogestion. En général, les applications comportant des interventions cognitives, telles que la méditation, obtiennent un bon score pour l'autogestion, mais ces résultats n'avaient pas été rapportés par des personnes souffrant de douleur persistante (Devan et al., 2019). Bailey et al. (2020) ont évalué l'efficacité d'un programme de soins numériques auprès de patients souffrant de douleurs chroniques au genou et au dos. L'intervention a permis un taux d'achèvement et d'engagement élevés et une relation positive significative entre l'engagement et la réduction de la douleur. De plus, une diminution des scores de dépression et d'anxiété et une amélioration de la productivité au travail ont aussi été constatés. Ce programme intégrait des modules d'éducation, d'exercices physiques guidés par des capteurs et de soutien avec un coaching de santé individuel à distance. Ce dispositif demande donc des ressources importantes, que ce soit en accessoires techniques avec les capteurs, ou en disponibilité humaine avec le coaching à distance.

Récemment, un essai contrôlé randomisé a été mené auprès de patients souffrant de fibromyalgie pour évaluer l'efficacité de l'application mobile *Stanza* utilisant la thérapie d'acceptation et d'engagement (troisième vague de la TCC) (Gendreau et al., 2024). Cette thérapie utilise des processus psychologiques tels que l'acceptation, le travail sur les pensées limitantes, la pleine conscience,

l'observation de soi et le renforcement des valeurs et des actions engageantes pour aider le patient à faire face à ses douleurs. Les résultats ont montré une amélioration progressive significative des résultats cliniques (incapacité fonctionnelle, fatigue, problèmes de sommeil, intensité de la douleur, interférence de la douleur et humeur) dès 2 semaines d'utilisation dans le groupe expérimental. De plus, l'utilisation de l'application a été associée à moins d'événements indésirables. Les auteurs mentionnent également un fort engagement des patients envers le traitement, que ce soit dans le groupe contrôle ou expérimental, et une très bonne utilisabilité de l'application. Cependant, aucune donnée concernant l'utilisation réelle de l'application n'est mentionnée.

Pour la suite, nous nous concentrons sur les applications mobiles à destination des patients lombalgiques.

### **3.1.3.2. Auto-gestion de la lombalgie chronique**

Aujourd'hui, de nombreuses applications d'autogestion de la lombalgie ou des douleurs associées ont été développées dans le commerce. Certaines évaluations de ces applications ont révélé que la grande majorité ne reposent pas sur un cadre scientifique et n'ont pas fait l'objet d'évaluations rigoureuses (Laloo et al., 2015). Pour la suite, nous présentons les principales applications mobiles présentées dans la littérature qui ont fait l'objet d'une évaluation scientifique.

L'application mobile américaine *Limbr* propose un programme de physiothérapie de 3 mois basé sur la présentation de rapports visuels quotidiens axés sur la douleur, l'activité physique et les mécanismes d'adaptation (e.g. médication), des didacticiels vidéo de réadaptation, et un coaching de santé avec un kinésithérapeute via messagerie (Selter et al., 2018). Les résultats de l'étude pilote ont montré un engagement élevé des participants qui ont terminé le programme, ainsi qu'une bonne expérience utilisateur de l'application. Cependant, sur 80 participants ayant téléchargé l'application, seulement 35 participants sont allés au bout du programme. Les auteurs précisent que l'âge et la durée des symptômes étaient chacun des prédicteurs individuels du nombre total d'interactions avec l'application. De même,

l'évaluation d'une autre application de santé visant la promotion d'habitudes alimentaires saines a montré que les participants adolescents étaient plus impliqués dans l'utilisation du système comparé aux participants plus âgés (Caon et al., 2022).

Une autre application américaine (*Snapcare*) a comme objectifs d'augmenter l'activité physique et la capacité fonctionnelle grâce à la fixation d'objectifs personnalisés, des retours d'informations sur les progrès et des éléments de ludification (Chhabra et al., 2018). Les résultats de l'essai contrôlé randomisé ont montré une augmentation de l'activité physique et du fonctionnement quotidien et une diminution significative de la douleur et de l'incapacité chez les patients. Cependant, les données sur les activités quotidiennes et les progrès fonctionnels ont été recueillies uniquement via l'application, ce qui signifie que ces données n'étaient pas disponibles pour le groupe contrôle. De plus, bien que les auteurs indiquent un fort engagement des utilisateurs envers l'application, notamment grâce aux fonctionnalités de ludification, aucune donnée concernant la durée d'utilisation n'a été mentionnée.

L'application allemande *Kaia* développée par l'entreprise Kaia Health Software numérise le traitement multidisciplinaire de la douleur. La première étape de l'intervention est un auto-test visant à vérifier qu'aucun drapeau rouge n'est présent chez le patient. Ensuite, en fonction des caractéristiques de la douleur (distribution, durée, intensité) et de la forme physique en général, le système adapte les exercices. Au fur et à mesure de l'intervention, le contenu est mis à jour à partir des données du patient. Cette application a fait l'objet d'une évaluation dont les résultats ont montré une réduction significative de la douleur au fil du temps chez les patients lombalgiques utilisant cette application (Huber et al., 2017). Cependant il est difficile d'affirmer que cette amélioration est directement liée à l'utilisation de l'application dans la mesure où il n'y avait pas de groupe contrôle comme dans un essai contrôlé randomisé. De plus, les résultats ont montré un abandon de l'utilisation au fil du temps. Sur 180 participants, le nombre d'utilisateurs est tombé à 123 au bout de 4 semaines, puis à seulement 32 à la fin du programme (12 semaines).

Pour finir, l'application mobile danoise *Self-Back* utilise des techniques d'apprentissage par renforcement pour adapter les conseils au patient (Mork et al., 2018). L'application fournit des recommandations en

termes (1) d'activité physique (nombre d'étapes), (2) d'exercices de force et de flexibilité, et (3) de contenu éducatif. De plus, l'application fournit également des informations générales sur la lombalgie et donne accès à plusieurs outils (établissement d'objectifs, audios de pleine conscience, exercices de soulagement de la douleur et rappels de sommeil) que les participants peuvent utiliser à leur convenance. Les données utilisées pour adapter l'intervention comprennent des données initiales collectées par questionnaire (données démographiques et cliniques), des rapports hebdomadaires des patients (ex : progression des symptômes) et un bracelet de détection d'activité physique. L'essai contrôlé randomisé a montré une réduction de l'incapacité liée à la douleur à 3 mois, cependant celle-ci était trop faible pour assurer une significativité clinique (Sandal et al., 2021).

Globalement, les contenus des interventions numériques actuelles pour l'autogestion de la lombalgie peuvent être regroupés en 5 catégories : matériel éducatif sur la douleur, activités de bien-être général, conseils d'exercice et objectifs, communauté électronique et des récits de patients (Nicholl et al., 2017). Les éléments interactifs peuvent donc comprendre la tenue d'un journal, le dialogue entre l'utilisateur et le système (ex : prise de décision partagée), des petits exercices, un rapport du patient sur ses résultats, des commentaires sous forme d'objectifs révisés, des graphiques illustrant les changements d'intensité de la douleur, des messages motivationnels ciblés et des forums de discussion en ligne avec des pairs et des professionnels de santé. Ces informations nous permettent de faire état des fonctionnalités existantes mais en général, les études évaluant l'efficacité de ces interventions numériques ne sont pas en mesure de démontrer des effets bénéfiques significatifs spécifiques à une fonctionnalité.

Nous pouvons constater qu'aucune des applications présentées ne mentionne un fondement théorique sur le changement de comportement. Selon des patients, l'adhésion aux programmes d'exercices à domicile pourrait être facilitée en augmentant l'attrait des programmes (programmes évolutifs, gamification, accessibilité dans l'environnement), en améliorant leurs performances (proposer un modèle tel que des vidéos de démonstration, fournir un retour d'informations) et en favorisant le sentiment d'être soutenu (Palazzo



et al., 2016). Les patients relativement jeunes auraient tendance à préférer un soutien visuel et dynamique et un retour d'information sur leurs performances. Alors que les patients relativement âgés réclament plutôt la possibilité d'être guidés lors des exercices (Palazzo et al., 2016). D'autre part, il semble pertinent de prendre en compte l'heure de la journée, les étapes de changement et les niveaux d'intensité de la douleur pour des patients lombalgiques afin d'optimiser davantage la stratégie de retour d'information (van Weering et al., 2012). Plus globalement, il est essentiel de mettre l'accent sur l'expérience de l'utilisateur, qui dépend à son tour de l'interface utilisateur. En effet, la conception claire et intuitive facilite l'adhésion du patient à un traitement à long terme comme celui de la lombalgie (Grolier et al., 2023). Pour mieux comprendre comment s'opère l'adoption et le maintien de l'utilisation de ces technologies, nous allons poursuivre notre exposé sur la description de ces notions et sur les méthodes permettant la conception et l'évaluation de technologies plus engageantes.

## **3.2. Concevoir une expérience engageante**

### **3.2.1. Parcours d'engagement des utilisateurs**

#### **3.2.1.1. Acceptabilité et acceptation**

L'enjeu principal pour une nouvelle technologie est d'être adoptée par son public cible. Pour cela, de nombreuses recherches se sont concentrées sur la notion d'acceptabilité et d'acceptation. Souvent utilisés comme synonymes, ces deux notions font partie intégrante d'un processus plus complexe commençant avant l'usage et allant jusqu'à l'usage prolongé (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009). Certains auteurs distinguent l'acceptabilité de l'acceptation, considérant l'acceptabilité comme une tendance à être plus ou moins favorable à l'usage d'une technologie avant sa diffusion (Schade & Schlag, 2003; Schuitema et al., 2010). Tandis que l'acceptation arriverait après usage de la technologie et impliquerait le jugement et les réactions comportementales des utilisateurs (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009; Schuitema et al., 2010). Pour d'autres auteurs, l'acceptation est comprise dans l'acceptabilité car elle est considérée comme le « *degré d'intégration et d'appropriation d'un objet dans un contexte d'usage* » (Barcenilla & Bastien, 2009). Dans ce sens, nous

pouvons distinguer 3 formes d'acceptabilité : l'acceptabilité sociale, l'acceptabilité pratique et l'acceptabilité située (Sagnier et al., 2019).

- L'acceptabilité sociale inclut les impressions des utilisateurs, les attitudes et les contraintes sociales et normatives conduisant à choisir ou supporter l'utilisation d'une technologie donnée (Bobillier-Chaumon & Dubois, 2009). Elle correspond à la définition initiale de l'acceptabilité en se préoccupant davantage des perceptions des utilisateurs antérieurement à l'usage effectif.
- L'acceptabilité pratique met l'accent sur la relation entre les fonctionnalités proposées et la facilité d'usage. Elle englobe donc l'utilité et l'utilisabilité. L'utilité représente la capacité de l'objet à répondre aux attentes des utilisateurs alors que l'utilisabilité représente sa facilité d'utilisation.
- L'acceptabilité située prend en compte l'activité des utilisateurs dans leurs contextes d'usage avec la technologie.

Ces deux dernières formes d'acceptabilité font échos à la définition initiale de l'acceptation correspondant au jugement après un premier usage.

Afin d'assurer une acceptabilité et acceptation optimale, la notion d'utilisabilité fût au cœur du processus de conception pendant de nombreuses années (Kuutti, 2010). Certains outils de mesures rapides existent pour mesurer la satisfaction des utilisateurs vis-à-vis d'un système interactif, tel que le SUS (System Usability Scale) (Brooke, 1996; Gronier & Baudet, 2021) qui est le plus utilisé dans la communauté scientifique.

### **3.2.1.2. *Expérience utilisateur (UX)***

De nos jours, la simple étude de l'utilisabilité ne suffit plus pour satisfaire les utilisateurs. Le nouveau challenge des concepteurs vise à englober d'autres paramètres tels que la notion d'affect ou d'émotion provoqués par le système. Ceci marque le début d'un concept d'étude plus large et de plus en plus présent dans les modèles de conception : l'expérience utilisateur (User eXperience ou UX).

Énoncée pour la première fois dans les années 90 par Donald Norman, l'UX est aujourd'hui définie selon la norme ISO 9241-210 comme étant les *"réponses et perceptions d'une personne qui résultent de l'usage ou*

*de l'anticipation de l'usage d'un produit, d'un service ou d'un système"* (ISO, 2019). Néanmoins, ce concept est beaucoup plus difficile à définir de par tous les paramètres qu'il peut inclure. Les qualités instrumentales et hédoniques de la technologie jouent un rôle majeur dans l'UX (Hassenzahl et al., 2003; Thüring & Mahlke, 2007). Les qualités instrumentales font référence aux attributs permettant la manipulation du système, engageant les notions d'utilité et d'utilisabilité. Alors que les qualités hédoniques mettent l'accent sur des qualités plus subjectives tels que les aspects esthétiques, symboliques et motivationnels. Ces deux types de qualités combinées joueraient un rôle dans les réactions émotionnelles des utilisateurs, impactant ainsi les conséquences de son usage (Thüring & Mahlke, 2007). L'échelle meCUE est un questionnaire standardisé d'évaluation de l'UX (Minge & Riedel, 2013) basé sur le modèle de Mahlke et Thüring. La version française a été réalisée et validée (Lallemand & Koenig, 2017).

La diversité des notions qui composent l'UX en fait un concept multidimensionnel ayant un impact direct sur le comportement et l'engagement des utilisateurs que nous définissons dans la section suivante.

### **3.2.1.3. Engagement**

Maintenir l'engagement des utilisateurs représente un challenge important pour les concepteurs. De nombreuses variables semblent jouer un rôle dans la construction de l'engagement pouvant influencer jusqu'aux préférences des utilisateurs (Hartmann et al., 2008). Les recherches en IHM ont permis de mettre en avant plusieurs concepts rattachés à l'engagement tel que l'intérêt (Webster & Ho, 1997), les émotions (Bourassa et al., 2022), l'attention focalisée (Attfield et al., 2011) ou encore la motivation (O'Brien & Toms, 2010). Certains auteurs définissent l'engagement utilisateur comme étant *"la qualité de l'expérience de l'utilisateur qui met l'accent sur les aspects positifs de l'interaction, et en particulier sur les phénomènes associés au fait d'être captivé par une application web, et donc d'être motivé à l'utiliser."* (Lehmann et al., 2012). Cette définition permet de mettre en lumière l'expérience utilisateur, considérée aujourd'hui comme concept central pour maximiser l'adoption et l'engagement envers les technologies.

Dans le cadre des technologies de soutien au changement de comportement, de multiples facteurs d'interaction (par exemple, le soutien social, l'attrait sensoriel, la facilité d'utilisation) peuvent influencer l'engagement en tant qu'expérience ou l'engagement en tant qu'usage (Perski et al., 2017). Le premier, que l'on retrouve aussi sous le terme de « flow » (Csikszentmihalyi, 1990), fait référence à un état cognitif et affectif pouvant s'apparenter à l'état d'immersion caractérisé par l'absorption cognitive. Alors que le second correspond à un processus comportemental, conceptualisé comme un degré d'implication au cours du temps. Dans ce cas, l'adhérence, caractérisée par les données d'utilisation d'une technologie (ampleur, durée, fréquence et profondeur de l'utilisation) (Tang & Kay, 2017), peut être un moyen de mesurer cet engagement d'usage. D'ailleurs, d'autres auteurs distinguent l'engagement envers la technologie, et l'engagement envers le comportement de santé ciblé (Cole-Lewis et al., 2019). Selon les auteurs, l'engagement envers la technologie est dépendant des interactions entre l'utilisateur et le système qui vont déterminer à la fois son expérience utilisateur et la mise en jeu des déterminants du comportement. Ainsi, l'engagement envers le comportement de santé serait donc dépendant d'un premier engagement envers la technologie, mais ces deux types d'engagement doivent être mesurés pour garantir l'efficacité du système. Yardley et al. (2016) soulignent la nécessité de promouvoir un « engagement efficace » envers la technologie, défini comme un engagement suffisant pour atteindre les résultats escomptés, plutôt que simplement plus d'engagement.

Maintenant que nous avons défini l'engagement et ses facteurs déterminants, nous allons présenter dans la section suivante les différentes méthodes de conception permettant de concevoir des expériences satisfaisantes et engageantes, notamment pour des technologies de changement de comportement.

## **3.2.2. Méthodes et cadres de conception**

### **3.2.2.1. Conception centrée-utilisateur**

En 1995, une distinction entre deux approches de conception fût mise en évidence, l'approche technocentrée et l'approche anthropocentrée (Rabardel, 1995). La première, centrée sur la machine (techno) et ses possibilités, implique que c'est à l'utilisateur de s'adapter. Tandis que la deuxième est centrée sur l'homme (anthropo) et ses besoins, c'est donc à la machine de s'adapter à l'utilisateur. Cette deuxième approche est au cœur de ce que l'on nomme aujourd'hui la conception centrée utilisateur plaçant ses besoins au centre du processus, en vue de lui offrir une expérience d'utilisation optimale et donc de favoriser son engagement envers le système. Selon la norme ISO 9241-210 (ISO, 2019), les 6 critères qui définissent une démarche de conception centrée-utilisateur sont : (1) la conception est fondée sur une compréhension explicite des utilisateurs, des tâches et des environnements, (2) les utilisateurs sont impliqués tout au long du processus de conception et de développement, (3) la conception est dirigée et affinée par l'évaluation centrée sur l'utilisateur, (4) le processus est itératif, (5) la conception couvre l'expérience de l'utilisateur dans son intégralité, et (6) l'équipe de conception inclut des compétences et des perspectives pluridisciplinaires. Cette approche comprend en général 3 phases principales :

- Phase de recherche utilisateur : l'objectif est d'identifier les attentes et les besoins des utilisateurs finaux. Elle permet une meilleure compréhension des utilisateurs, de leurs tâches et de leurs environnements. C'est lors de cette phase que l'utilité du système se dessine. Les méthodes utilisées peuvent comprendre l'utilisation de questionnaires, de grilles d'observation, de focus group ou d'entretien.
- Phase de conception : sur la base des résultats de la phase de recherche utilisateur, une première maquette du produit est conçue, dite fonctionnelle. Celle-ci propose un schéma des interfaces pour définir les zones et composants qu'elle doit contenir. Ces croquis peuvent être effectués à la main ou via des logiciels de maquettage (ex : balsamiq, Sketch, etc.). Ensuite, cette maquette est augmentée avec l'ajout du graphisme et d'une identité visuelle, ce qui constitue le premier prototype du

système (ex de logiciel : Figma, Adobe XD, etc.). En fonction des retours recueillis, ce prototype évoluera de manière itérative lors de la phase d'évaluation. Une fois le prototype stabilisé, une première version est implémentée via des environnements de développement (ex : Android Studio, Xcode, etc.)

- Phase d'évaluation : consiste à mesurer l'utilisabilité du produit ainsi que la validation de la satisfaction des utilisateurs lors de l'exécution des tâches évaluées. Parmi les diverses méthodes possibles, le test utilisateur demeure la principale. Il implique la mise en situation réelle de l'utilisateur avec le produit, permettant ainsi d'observer les difficultés qu'il rencontre. L'évaluation vise à identifier les aspects à améliorer sur la maquette, préparant ainsi la version suivante qui sera soumise à de nouveaux tests, et ainsi de suite, jusqu'à ce que les exigences soient pleinement satisfaites.

La conception participative ou co-conception est une forme d'approche centrée-utilisateur où l'accent est mis sur le rôle actif des utilisateurs (M. J. Muller & Kuhn, 1993). Ici les utilisateurs ne sont pas seulement testeurs mais sont partenaires de la conception. Eux seuls connaissent vraiment les tâches et donc ils peuvent être à l'origine des innovations. Cette méthode se divise en trois phases importantes : l'exploitation initiale (rencontre des designers avec les utilisateurs, étude de l'existant), le processus de découverte (déterminer les tâches et les attentes) et le prototypage (mise en place des besoins fonctionnels, création du prototype et évaluation de l'utilisabilité) (Spinuzzi, 2005). Diverses techniques peuvent être employées dans ce type de conception tel que les scénarios, le Magicien d'Oz, les inspections cognitives, les brainstormings, etc. Cela permet une facilité d'acceptation du produit, et une meilleure réponse aux besoins mal identifiés ou peu structurés.

Dans le domaine des interventions de changement de comportement pour la santé, une nouvelle approche issue de l'approche centrée-utilisateur a été proposée, l'approche centrée sur la personne (Yardley et al., 2015). Contrairement à une simple approche centrée sur l'utilisateur, qui met l'accent sur l'interaction entre l'utilisateur et le produit, l'approche axée sur la personne vise à intégrer les solutions

numériques de manière plus holistique dans la vie quotidienne des utilisateurs. Quatre étapes sont proposées sur un calendrier de 12 à 18 mois : Planifier, Concevoir, Développer et évaluer l'acceptabilité, Mise en œuvre et expérimentation. La première consiste à mener des études qualitatives dans l'objectif de mieux comprendre les besoins, les motivations, le contexte de vie et les préférences personnelles des utilisateurs. Ensuite, lors de la deuxième phase il faut créer des principes directeurs sur la base d'une approche centrée-utilisateur et de modèles ou théories en changement de comportement pour aider les développeurs à résumer et à se référer facilement aux caractéristiques de l'intervention. Les auteurs recommandent la satisfaction des besoins d'autonomie, de compétence et de relation comme principes directeurs pour la conception. La troisième phase vise à évaluer tous les composants de l'intervention en détail et les optimiser du point de vue de l'utilisateur. Enfin la dernière étape propose d'évaluer l'intervention dans des contextes réels et faire les modifications nécessaires pour améliorer la mise en œuvre dans des contextes futurs.

### **3.2.2.2. Cadres pour des technologies de santé engageantes**

De nombreux cadres de conception mettent en avant une approche multidisciplinaire et centrée sur l'utilisateur, ou sur la personne, pour des interventions numériques de santé (Farao et al., 2020; Mummah et al., 2016; S. Patel & Arya, 2017; Voorheis et al., 2022; Yardley et al., 2015). Voorheis et al. (2022) propose une démarche de « conception créative pour le comportement » (« Behavioral Design Thinking ») et définissent 5 étapes pour la mettre en œuvre : (1) faire preuve d'empathie envers les utilisateurs et leurs besoins de changement de comportement, (2) définir les exigences des utilisateurs et de changement de comportement, (3) imaginer des fonctionnalités centrées sur l'utilisateur et du contenu de changement de comportement, (4) prototyper une solution centrée sur l'utilisateur qui prend en charge le changement de comportement, et (5) tester la solution par rapport aux besoins des utilisateurs et à son potentiel de changement de comportement. Notons que les auteurs recommandent l'implication des professionnels de santé, des partenaires communautaires, des experts en comportement, des

scientifiques concepteurs et des développeurs de technologies dès la première étape mais ne donnent pas de réelles directives sur la manière de les inclure.

Pour guider le processus de conception, l'IDEAS Framework (Mumma et al., 2016) propose une vue d'ensemble à travers 4 phases principales : Intégrer, Concevoir, Évaluer et Partager. La première phase consiste à combiner les méthodologies de diverses disciplines comme la théorie comportementale et la conception créative ("design thinking" en anglais) pour identifier les besoins des utilisateurs. Ensuite, la phase de conception vise à créer des solutions novatrices et créatives pour répondre aux besoins précédemment identifiés. S'en suit la phase d'évaluation de l'efficacité de l'intervention, que ce soit en termes d'utilisabilité ou de validité clinique. Et enfin, le partage consiste à diffuser les résultats et les interventions de manière à bénéficier au plus grand nombre. Ce cadre a l'avantage de proposer une vue d'ensemble des étapes de conception mais il ne donne pas d'indication sur comment intégrer un modèle de conceptualisation du processus de changement de comportement dans la conception, ni comment sélectionner les stratégies de changement pertinentes.

Le modèle BIT (Behaviour Intervention Technology) (Mohr et al., 2014) propose une méthode pour guider la sélection des stratégies de changement de comportement en posant les questions suivantes : Pourquoi, Quoi, Comment et Quand. En répondant à ces questions, le modèle promet de concevoir des technologies adaptatives par le biais de plusieurs composants (objectifs, stratégies de changement de comportement, éléments d'interaction, caractéristiques et flux des données). Les stratégies sélectionnées sont mises en jeu via des éléments interactifs et des règles de décision pour atteindre les objectifs de l'intervention. Cependant, le modèle BIT présenté dans l'article ne fournit que quelques exemples pour chaque composant (ex : une intervention dont l'objectif est de perdre du poids pourrait proposer l'autosurveillance comme stratégie de changement de comportement via la présentation du nombre de calories perdu au fil du temps). Les auteurs précisent que le modèle doit être modifié et élaboré selon le contexte pour répondre aux besoins des utilisateurs. Enfin, le modèle METUX (Peters et al., 2018) offre une approche intéressante pour la conception et l'évaluation de technologies



engageantes et axées sur le bien-être. Ce cadre est fondé sur la théorie de l'autodétermination (TAD) en mettant l'accent sur les trois besoins psychologiques fondamentaux : l'autonomie, la compétence et l'affiliation. En intégrant ces principes à la conception des technologies, le modèle METUX vise à améliorer l'engagement, la motivation et l'expérience utilisateur, tout en favorisant des changements positifs de comportement. L'un des points forts du modèle réside dans son approche holistique qui prend en compte plusieurs aspects de l'interaction entre l'utilisateur et la technologie définis selon 6 sphères : l'adoption, l'interface, les tâches, les comportements, la vie et la société. Ce modèle offre une nouvelle perspective de l'expérience utilisateur et des résultats attendus en mesurant la satisfaction des trois besoins pour chacune des sphères. Bien que le modèle METUX mette l'accent sur les besoins fondamentaux de l'utilisateur, il peut négliger d'autres aspects importants tels que la diversité des motivations individuelles ou les autres facteurs déterminants dans le processus de changement de comportement. Une approche plus flexible et adaptative pourrait être nécessaire pour tenir compte de ces facteurs.

Ces cadres mettent en lumière l'importance d'une approche multidisciplinaire et centrée sur l'utilisateur pour le développement d'interventions numériques favorisant l'engagement, la motivation et l'expérience utilisateur. Cependant, bien qu'ils offrent des structures utiles, ces cadres donnent peu d'indications sur la manière de concevoir des technologies capables de s'adapter aux besoins variés et changeant des utilisateurs. Pour répondre à cet enjeu, nous concentrons la suite de notre revue de littérature dans le domaine des technologies adaptatives.

### **3.3. Concevoir des technologies adaptatives**

#### **3.3.1. Définitions**

##### **3.3.1.1. IHM adaptatives**

L'adaptation des technologies visant à améliorer la santé des utilisateurs représente un enjeu majeur afin de proposer des interventions répondant aux besoins individuels et dynamiques de chaque patient. En ergonomie, le principe d'adaptabilité est défini par

Bastien & Scapin (1993) comme *"la capacité d'un système à réagir selon le contexte, et selon les besoins et préférences des utilisateurs"*. Les auteurs ajoutent que cette adaptabilité se réfère à la « *flexibilité* », et à la « *prise en compte de l'expérience de l'utilisateur* ». En d'autres termes, c'est au système de s'adapter à l'utilisateur, selon son avancée dans l'utilisation, en lui offrant des moyens pour personnaliser les fonctions, mais aussi pour répondre aux nouvelles exigences souhaitées. Ainsi, les IHM adaptatives peuvent être définis selon 6 niveaux d'adaptation (Totterdell & Rautenbach, 1990) :

1. Système câblé : (designed system) le comportement du système est défini à la conception, c'est-à-dire qu'aucune adaptation n'est possible. Cela se rapproche des « systèmes câblés ».
2. Système adaptable : (adaptable system) le système est personnalisable sur intervention explicite de l'utilisateur qui peut agir sur les paramètres fixés par le concepteur. Nous retrouvons cette approche sous le terme de "customisation" en anglais. En général, ces paramètres permettent une personnalisation du design de l'interface.
3. Système adaptatif : (adaptive system) le système est capable de distinguer ou différencier différents types de données (fixées par le concepteur) et donc de reconnaître des situations, et ainsi adopter une réaction appropriée (définie par le concepteur). Mais le système est incapable d'évaluer l'effet de sa réaction.
4. Système autorégulateur : (self-regulating adaptive system) le système est doué de facultés d'auto-évaluation. Non seulement il reconnaît la situation parmi les déclencheurs prévus par le concepteur, mais il utilise aussi une fonction de feedback sur lui-même par essai-erreur pour effectuer son choix de réaction. Autrement dit, il utilise une métrique qui évalue l'effet de la réaction retenue précédemment pour ce même déclencheur.
5. Système automédiateur : (self-mediating system) le système a les caractéristiques de l'autorégulation, mais en plus, il est capable de résoudre le problème de l'adaptation par planification et peut évaluer a priori l'effet d'une réaction (alors qu'un système autorégulateur n'évalue l'effet qu'a posteriori).
6. Système automodificateur : (self-modifying adaptive system) correspond au niveau ultime des systèmes adaptatifs. Il s'agit d'un système autonome doué de généralisation qui, par ses

méta-connaissances, a la capacité d'apprendre de nouveaux déclencheurs et de nouvelles réactions.

Dans le domaine des technologies pour la santé, le terme d'interventions "juste à temps" (JITAls) a été proposé (Nahum-Shani et al., 2017) visant à fournir le bon type de soutien au bon moment en fonction de l'état interne et du contexte changeant d'un individu, tout en éliminant les autres soutiens qui ne sont pas bénéfiques. Autrement dit, ces technologies s'adaptent en fonction des besoins uniques de chacun et identifient le contexte où la personne est la plus susceptible d'en avoir besoin ou d'être réceptive.

Les lacunes majeures dans le développement des JITAls résident dans la nature statique des théories comportementales existantes, soulignant le besoin de modèles comportementaux plus dynamiques. Les méthodes d'analyse de données issues de l'ingénierie et des statistiques peuvent éclairer la construction de modèles comportementaux plus fins et adaptés au contexte de la technologie, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer la meilleure façon d'ajouter des fonctionnalités (Nahum-Shani et al., 2017).

Finalement, les IHM adaptatives se réfèrent à la capacité intrinsèque du système à s'adapter automatiquement aux préférences de l'utilisateur, sans interaction spécifique de sa part. Quand on parle de personnalisation, notamment en anglais sous les termes de "personnalisation" ou de "tailoring", c'est bien souvent à l'adaptativité dont ont fait référence. Oinas-Kukkonen & Harjumaa (2009) définissent la "personnalisation" comme une stratégie permettant d'offrir une adaptation spécifique aux besoins individuels de l'utilisateur tandis que le "tailoring" propose une adaptation en fonction de différents facteurs potentiellement pertinents pour un groupe de plusieurs utilisateurs. Pour être adaptative, la technologie doit disposer d'une représentation de l'utilisateur, ou d'un groupe d'utilisateurs, généralement désignée sous le terme de "modèle utilisateur".

### **3.3.1.2. Modèle et profil utilisateur**

Le comportement d'un système adaptatif varie en fonction des données du profil et plus globalement du modèle utilisateur. Sans rien savoir sur l'utilisateur, un système se comporterait exactement de la même manière pour tous les utilisateurs. Selon Koch (2000) *"les utilisateurs sont différents : ils ont des antécédents différents, des connaissances différentes sur un sujet, des préférences différentes, des objectifs et des intérêts différents. Pour individualiser, personnaliser ou adapter les actions, un modèle utilisateur est nécessaire pour permettre la sélection de réponses individualisées à l'utilisateur."* Par conséquent, partout où une réponse individualisée du système est attendue, un modèle utilisateur devrait être appliqué.

Un modèle utilisateur est une représentation de l'utilisateur élaboré par le système. Ses paramètres peuvent comprendre diverses informations telles que le comportement de l'utilisateur, ses préférences, ses connaissances, ses objectifs (Carmagnola et al., 2011) ou encore le contexte d'utilisation comme la localisation de l'utilisateur, la météo, l'heure, etc. (Bumiller et al., 2023; Dey, 2001). La différence entre le profil et le modèle utilisateur réside dans le niveau de sophistication. Koch (2000) décrit un profil utilisateur comme un modèle utilisateur simple. Plus spécifiquement, un profil utilisateur est une collection d'informations personnelles telles que la personnalité, les informations démographiques ou le nom (Biswas & Springett, 2018; Georgiou & Demiris, 2017). Ces informations sont stockées après leur attribution de valeurs, généralement par l'utilisateur lui-même (comme des données auto-rapportées), et peuvent être statiques ou changer avec le temps. Selon le contenu et la quantité d'informations stockées dans le profil utilisateur, un utilisateur peut être modélisé. Ainsi, le profil utilisateur est utilisé pour récupérer les informations nécessaires à la construction d'un modèle utilisateur. En général, ce modèle va être complété par d'autres informations permettant de décrire les actions de l'utilisateur et leurs conséquences pendant l'interaction, récoltées par une analyse des données d'utilisation (comme le temps passé, les fonctionnalités sélectionnées etc.) (Fischer, 2001). Finalement, afin de modéliser correctement un utilisateur, il est recommandé d'utiliser plusieurs techniques de collecte de données, telles que des techniques explicites (ex : questionnaires soumis à l'utilisateur) ou implicites (ex :

analyse de son comportement d'utilisation) (Fischer, 2001; Georgiou & Demiris, 2017; van Rijn et al., 2011). Certaines études tentent d'utiliser des méthodes d'intelligence artificielle, tel que le machine learning, pour identifier les paramètres pertinents pour modéliser le modèle utilisateur et adapter l'interaction en fonction (Conati, 2024). Mais cela nécessite encore des recherches supplémentaires pour permettre la transparence de ces systèmes et ainsi répondre aux enjeux éthiques du domaine (Chambers et al., 2022; Conati, 2024).

L'utilisateur du "monde réel" est donc perçu par le système à travers un modèle utilisateur élaboré via l'interface humain-machine (Cena et al., 2019). Bien que ce modèle ne représente qu'une petite partie de l'utilisateur réel, celui-ci doit représenter les caractéristiques adéquates de l'utilisateur dans le contexte de l'application. L'enjeu est donc d'identifier les informations nécessaires et les méthodes de récolte appropriées pour proposer une bonne adaptation. En outre, l'adaptabilité représente un défi majeur afin de permettre au système de réagir aux besoins et préférences des utilisateurs, et ainsi améliorer leur expérience et leur engagement envers le système. Après avoir défini les différentes approches en termes d'adaptabilité et de modèle utilisateur, nous allons maintenant examiner comment ces méthodes sont appliquées dans la littérature pour concevoir des systèmes adaptatifs, notamment dans le cadre des technologies de santé.

### **3.3.2. Concevoir l'adaptation**

#### ***3.3.2.1. Conception de modèles et de profils utilisateur***

L'identification de modèles et de profils utilisateurs pertinents pour l'adaptation de technologies motivationnelles et thérapeutiques a fait l'objet de nombreuses études.

Vassileva (2012) a proposé un modèle utilisateur qui intègre diverses théories de la motivation, pour améliorer la personnalisation et l'engagement des utilisateurs envers des applications sociales. Ces applications visent à aider les individus à s'engager dans des communautés en ligne via des forums, blogs ou réseaux sociaux. Le modèle utilisateur proposé prend en compte les préférences

individuelles, les intérêts, les objectifs et les comportements passés des utilisateurs, afin de concevoir des mécanismes incitatifs adaptés à leurs besoins spécifiques. Dans ces travaux, un mécanisme incitatif est défini comme un moyen de motiver ou d'encourager les individus à adopter un comportement spécifique ou à atteindre un objectif particulier. Cela permet de créer des expériences utilisateur plus engageantes et personnalisées, avec des incitations qui correspondent au type de motivation des utilisateurs. Bien que le travail présenté permette une exploration globale des théories de la motivation et de leur convergence avec certains mécanismes incitatifs, il reste difficile d'attribuer le succès ou l'échec de ces mécanismes à une seule théorie de la motivation, car ils sont souvent basés sur une combinaison de plusieurs théories. De plus, le modèle utilisateur proposé est un modèle haut niveau qui n'est détaillé que très brièvement ce qui rend difficile son application.

Dans le contexte de la motivation à l'activité physique, Ghanvatkar et al. (2019) ont identifié 5 paramètres généralement utilisés pour la construction d'un modèle utilisateur : le profil d'activité physique, les données démographiques, les données médicales, les paramètres liés au changement de comportement et les informations contextuelles. Les résultats ont montré que les données démographiques et médicales récoltées n'étaient généralement pas utilisées à des fins de personnalisation, ou du moins cela n'était pas clairement explicité. Le profil d'activité physique, les paramètres liés au changement de comportement et les informations contextuelles permettent généralement de recommander des activités ou du contenu appropriés, au bon moment. Cette étude permet d'avoir un aperçu des grandes catégories de paramètres prises en compte actuellement, mais la pluralité des paramètres utilisés au sein d'une même catégorie rend difficile leur comparaison et leur évaluation. De plus, aucune indication ne peut être donnée sur le poids de ces paramètres ou sur leur effet direct sur le comportement des utilisateurs. Valk et al. (2021) ont étudié l'effet de certains facteurs personnels sur l'activité physique des personnes âgées dans l'objectif de créer des profils de motivation efficaces pour la personnalisation d'application mobile de coaching. Les auteurs ont montré un effet significatif de l'étape de changement (basé sur le modèle transthéorique) et de la confiance envers le

smartphone, mais pas d'effet de l'âge, du genre ou du sentiment d'auto-efficacité. Il est important de préciser que l'application utilisée permettait uniquement une autosurveillance de l'activité et une visualisation des performances, ce qui limite la portée des résultats sur d'autres mécanismes incitatifs.

Dans le cadre de patients orthopédiques, 3 profils ont été identifiés dans le but de proposer des services de soins de santé sur mesure (Dekkers, 2020) :

- "Optimiste" : caractérisé par un état de santé préopératoire élevé, une faible anxiété, un comportement d'adaptation limité, une absence de préférence pour la communication personnelle et émotionnelle et de bonnes aptitudes à la communication.
- "Gestionnaire" : caractérisé par un état de santé préopératoire faible, des scores de douleur plus élevés, l'utilisation de multiples stratégies d'adaptation (ex : la recherche de soutien sociale, la distraction, etc.) et des compétences de communication, des préférences et un sentiment d'efficacité personnelle élevés.
- "Modeste" : caractérisé par une plus grande anxiété, une tendance plus élevée à la catastrophisation de la douleur, une préférence relativement élevée pour la communication émotionnelle par rapport à la communication participative et ouverte, et des compétences de communication et une auto-efficacité plus faibles.

Ces profils sont basés sur les résultats d'une analyse de regroupement de patients en se basant sur des données cliniques, psychologiques et de communication. Ces profils ont permis d'identifier des lignes directrices pour le développement d'une intervention numérique à destination des patients (Groeneveld et al., 2018, 2019). Néanmoins, notons que ces profils ne reposent pas sur une base théorique en changement de comportement qui permettrait de sélectionner les facteurs associés à ce processus.

Néanmoins, une telle approche de profilage basée sur l'analyse de regroupement à l'avantage d'identifier des profils précis. Mais cette méthode nécessite un ensemble de données représentatif de la population ciblée pour s'assurer de la fiabilité des résultats. Ainsi, pour développer des interventions numériques pour le changement de

comportement, l'implication d'experts en sciences de données dans le processus de conception est recommandée pour aider à l'adaptation de ces interventions (Sucala et al., 2020). En intégrant ces perspectives, nous sommes mieux équipés pour comprendre le processus de développement d'interventions adaptatives basées sur des profils.

Finalement, très peu d'études en informatique ont tenté d'identifier des profils motivationnels de patient dans l'objectif d'adapter des interventions numériques. La plupart des travaux se concentrent sur la formulation d'un modèle utilisateur souvent abstrait et avec peu de preuves sur la pertinence des paramètres recommandées. Néanmoins, nous avons vu que ces modèles peuvent permettre l'adaptation de certains mécanismes incitatifs. Dans la section suivante, nous détaillons comment s'opère l'adaptation des technologies en fonction des données d'interaction entre l'utilisateur et le système.

### **3.3.2.2. *Prise en compte des actions des utilisateurs***

Pour adapter l'interaction humain-machine, plusieurs recherches se concentrent sur les actions entre l'utilisateur et le système en guise de données d'entrées. Dans cette section, nous présentons comment ces systèmes prennent en compte ces actions et évaluent l'efficacité de l'adaptation proposée.

Le cadre ISATINE (López-Jaquero et al., 2007) propose un modèle d'adaptation de l'interface utilisateur basé sur le cycle d'action de Norman (Norman, 1986, 2019), et décomposé en sept étapes distinctes. La première étape consiste à définir les objectifs de l'adaptation, qui guideront tout le processus. Ensuite, l'adaptation peut être initiée soit par l'utilisateur, soit par le système lui-même. Une fois l'initiative prise, la spécification de l'adaptation intervient, détaillant les modifications nécessaires. Ces modifications sont ensuite appliquées à l'interface utilisateur, avec une attention particulière portée à la transition fluide entre l'ancien et le nouvel état de l'interface. L'interprétation des changements apportés permet de comprendre leur impact sur l'expérience utilisateur, tandis que l'évaluation finale détermine si les objectifs fixés ont été atteints. Ce processus complet



visée à assurer une adaptation efficace de l'interface utilisateur, en favorisant la clarté des objectifs, la réactivité aux besoins des utilisateurs et une évaluation continue des résultats obtenus. Ce cadre générique permet d'identifier des étapes communes à tous les systèmes adaptatifs : la définition d'un objectif, la définition de l'adaptation à effectuer pour atteindre cet objectif, la phase d'application de l'adaptation puis l'évaluation de l'atteinte de l'objectif. Cependant, les détails sur comment l'adaptation doit être réalisée restent peu détaillés.

Un autre cadre d'adaptation élaboré par Bouzit et al. (2017) propose un modèle en deux boucles de processus distinctes. La première boucle, nommée PDA ("Perception, Décision, Action"), se concentre sur l'interaction à travers l'interface utilisateur et son adaptation. Elle implique plusieurs étapes, notamment la perception de l'interface et de son fonctionnement par l'utilisateur et le système, la prise de décision sur l'action à entreprendre, et enfin la réalisation de l'action elle-même. La seconde boucle, appelée LPA ("Learning, Prediction, Adaptation"), vient compléter la première. Elle implique également les deux acteurs, mais de manière différente : l'utilisateur apprend du système et s'adapte en fonction de ses interactions passées, tandis que le système apprend des actions de l'utilisateur pour proposer des adaptations en adéquation. Ces deux boucles fonctionnent de concert pour permettre une interaction adaptative entre l'utilisateur et le système, se poursuivant jusqu'à ce que l'une des parties décide de les arrêter, généralement l'utilisateur considérant que l'objectif d'adaptation est atteint. Bien que le modèle PDA-LPA présente des avantages dans la conceptualisation de l'interaction entre l'utilisateur et le système, il est difficile de déterminer précisément quand chaque étape se déroule et dans quel ordre, ce qui peut rendre la mise en œuvre pratique de ce modèle complexe et peu intuitive. De plus, bien que le modèle soit conçu pour permettre une adaptation continue de l'interface utilisateur, il ne fournit pas de directives claires sur la manière dont les décisions d'adaptation doivent être prises, ni sur la façon dont les conflits potentiels entre les actions de l'utilisateur et les adaptations du système doivent être résolus. Pour finir, le modèle n'est pas évalué directement par les auteurs, ce qui soulève des questions sur son efficacité dans des environnements réels d'utilisation.

Ces modèles soulignent la nécessité d'une adaptation continue et réactive pour améliorer l'expérience utilisateur mais présentent des limites en termes de mise en œuvre pratique et de spécification des adaptations. Dans la prochaine section, nous explorerons comment est mise en œuvre l'adaptation des technologies visant la promotion d'une activité physique.

### **3.3.2.3. Adaptation pour promouvoir l'activité physique**

De nombreuses études ont proposé des approches et des dimensions d'adaptation pour des technologies de changement de comportement (Alslaity et al., 2023). Dans cette section, nous décrivons les dimensions d'adaptation décrites dans la littérature afin de concevoir des technologies promouvant une activité physique, étant donné que c'est le principal comportement à adopter chez les patients lombalgiques.

En 2014, sept concepts permettant l'adaptation de systèmes d'entraînement à l'activité physique en temps réel ont été proposés, aussi applicables à d'autres contextes (Akker et al., 2014) : *retour d'information*, *interaction inter-humaine*, *adaptation*, *ciblage des utilisateurs*, *définition des objectifs*, *prise en compte du contexte* et *auto-apprentissage*. Le *retour d'information* consiste à présenter aux utilisateurs des informations descriptives, comparatives ou évaluatives. L'*interaction inter-humaine* constitue le support de toute forme d'interaction avec d'autres personnes réelles (ex : le contact avec les pairs, avec les professionnels de santé, ou le partage des informations). L'*adaptation* désigne l'idée de présenter du contenu adapté en fonction des caractéristiques individuelles de l'utilisateur tel que des déterminants théoriques du comportement ciblé (connaissances, attentes en matière de résultats, croyances normatives, efficacité et/ou compétences) (Hawkins et al., 2008). Le *ciblage des utilisateurs* propose de présenter des données spécifiques (données démographiques, préférences) pour accroître son attention ou sa motivation en faisant comprendre que la communication est conçue spécifiquement pour lui (Hawkins et al., 2008). Trois tactiques courantes sont proposées dans la littérature : l'*identification* (forme de "personnalisation placebo"

en utilisant des informations individuelles tel que le nom, une photo, l'anniversaire etc.), *augmenter l'attente* (ex : mentionner explicitement qu'un conseil a été spécialement conçu pour le destinataire) et la *contextualisation* (ex : faire correspondre le contenu des messages à l'âge, le sexe, la culture, etc.). La *définition des objectifs* consiste à définir des objectifs à court et à long terme pour encourager le progrès de l'utilisateur. La *prise en compte du contexte* désigne la capacité du système à prendre en compte toute information qui peut être utilisée pour caractériser la situation d'un utilisateur ou du système afin de fournir de nouvelles informations et/ou services pertinents. Enfin, l'*auto-apprentissage* permet au système de mettre à jour son modèle interne de l'utilisateur en apprenant de ses interactions passées. Actuellement, les concepts les plus utilisés sont le *retour d'information*, la *définition d'objectif*, le *ciblage de l'utilisateur* et l'*interaction inter-humaine* tandis que l'*auto-apprentissage*, la *prise en compte du contexte* et l'*adaptation* le sont moins (Monteiro-Guerra et al., 2020). La définition de ces concepts ont permis aux auteurs de proposer un modèle pour la génération de messages motivationnels personnalisés dans le cadre de la promotion de l'activité physique (Akker et al., 2015).

La construction et l'affichage de messages motivationnels pour promouvoir l'activité physique a fait l'objet de nombreuses études permettant d'émettre plusieurs recommandations (Williamson et al., 2020). La première est que les messages doivent être formulés de manière positive, avec un accent particulier sur les bienfaits de l'activité physique sur la santé sociale et mentale afin d'augmenter la motivation et le sentiment d'auto-efficacité. De plus, ces auteurs mettent en avant les avantages de l'adaptation des messages sur les sentiments envers l'AP, l'auto-efficacité et le comportement. Une deuxième recommandation est que les messages doivent être brefs et éviter un langage basé sur les menaces. En effet, le style de communication amical serait significativement plus encourageant que le style dominant (Niess et al., 2020). Pour les populations cliniques, les messages doivent être transmis par des professionnels de santé pour maximiser leur acceptation. D'autre part, les messages faisant la promotion de l'imagerie mentale favoriseraient le comportement d'AP (ex : Imaginez comme vous vous sentirez apaisé après avoir pratiqué votre séance d'activité physique).

Outre les messages motivationnels, d'autres éléments d'interaction adaptables très utilisés pour les interventions numériques promouvant l'activité physique sont les recommandations (Ghanvatkar et al., 2019). Celles-ci peuvent être regroupées en 3 catégories : *recommandation d'objectif*, *recommandation d'activité* et *recommandation de partenaire de fitness*. La *recommandation d'objectifs* implique la fixation de buts quantifiés tels que la durée de l'activité, le nombre de pas ou les calories brûlées, adaptés à chaque utilisateur. Cela se rapproche du concept de *définition d'objectif* décrit précédemment (Akker et al., 2014). La *recommandation d'activités* concerne la prescription d'activités appropriées, basées sur des systèmes automatisés ou des conseils d'experts en santé. Ce type de recommandation représente un outil pertinent pour mettre en jeu le concept d'*adaptation* décrit par Akker et al. (2014). Les auteurs précisent que le contenu éducatif personnalisé est aussi très utilisé pour accroître la connaissance des utilisateurs sur l'importance de l'activité physique et les techniques pour l'améliorer. Il peut s'agir de liens vers du contenu Web pertinent ou de conseils adaptés aux besoins spécifiques des utilisateurs (Ghanvatkar et al., 2019). Enfin, la *recommandation de partenaires de fitness* vise à jumeler des utilisateurs similaires pour les motiver à maintenir leur activité physique. Cela représente un outil plus orienté pour l'*interaction inter-humaine* décrit par Akker et al. (2014). Les études examinées par Ghanvatkar et al. (2019) utilisent souvent des cadres théoriques tels que les théories du changement de comportement ou les techniques de persuasion pour guider l'adaptation. D'autres études utilisent également des algorithmes d'apprentissage automatique pour recommander des objectifs ou des activités, mais sans nécessairement recourir à des cadres théoriques.

La diversité des possibilités d'adaptation décrites rend leur comparaison et leur évaluation d'autant plus difficile. La complexité de l'évaluation des systèmes adaptatifs se manifeste dans la nécessité de décomposer et d'évaluer chaque aspect de l'adaptation de manière séparée (Paramythis et al., 2010). Pour cela, il faut identifier les étapes clés telles que la collecte des données d'entrée, leur interprétation, la modélisation, la prise de décision en matière d'adaptation et l'application des adaptations. Cela permet aussi une analyse

approfondie et précise de chaque aspect du processus d'adaptation, améliorant ainsi la qualité et l'efficacité des systèmes adaptatifs.

## **Conclusion du chapitre**

Dans ce chapitre, nous avons exploré le domaine des technologies de soutien au changement de comportement en détaillant les enjeux du domaine et les méthodes de conception et d'évaluation proposées dans la littérature.

Pour commencer, bien que ces technologies offrent un grand potentiel pour influencer positivement les attitudes et les habitudes de vie des individus, plusieurs enjeux éthiques, techniques et méthodologiques perdurent. Tout d'abord, l'avènement des technologies persuasives a fait émerger des besoins d'intelligibilité, de véracité et de pertinence de ces technologies afin d'exclure les cas de manipulation ou de coercition. Dans le contexte des technologies pour la santé, d'autres exigences s'ajoutent en termes de fiabilité, de confidentialité et sécurité des données et de qualité du contenu. Pour répondre à cette dernière, nous avons identifié 3 recommandations majeures pour la conception d'interventions numériques de soutien au changement de comportement : (1) les technologies doivent être fondées sur des théories et/ou modèles de changement de comportement, (2) impliquer les professionnels de santé et les patients dans la conception, et (3) concevoir des technologies capables de s'adapter en fonction des besoins variés des individus. Malheureusement, aucun cadre de conception proposé dans la littérature ne permet de guider les concepteurs dans la prise en compte de ces trois recommandations. Après avoir concentré notre revue sur les applications mobiles de santé, notamment pour la gestion des douleurs chroniques, nous avons constaté que la plupart ne mentionnent pas de fondement théorique en changement de comportement. Aussi, peu d'entre elles proposent une approche adaptative, ou alors elles utilisent des méthodes d'intelligence artificielle avec peu de transparence et d'explicabilité sur les choix d'adaptation. Enfin, les résultats montrent en général un faible engagement des utilisateurs envers ces technologies.

Pour mieux comprendre comment concevoir des technologies plus engageantes, nous avons concentré la deuxième partie de ce chapitre sur la définition des facteurs déterminant de l'engagement et les

méthodes de conception proposées dans la littérature pour favoriser cette notion. Ainsi, nous avons détaillé la temporalité de l'adoption des technologies, allant de l'acceptabilité préalable au maintien de l'utilisation. Pour le bon déroulé de ce parcours, des considérations instrumentales, telles que l'utilisabilité, mais aussi émotionnelles sont à prendre en compte. Ces considérations font référence à l'expérience utilisateur, indispensable pour favoriser l'engagement envers la technologie. La conception centrée-utilisateur et participative vise à concevoir des expériences qui répondent aux plus près des besoins des utilisateurs par le biais d'un processus itératif et d'une collaboration étroite avec les parties prenantes. Plusieurs cadres de conceptions ont été proposés pour guider le processus de conception de technologies de changement de comportement en incluant une approche multidisciplinaire et centrée-utilisateur. Le cadre IDEAS s'est révélé comme étant un cadre pertinent qui propose un processus clair en 4 étapes (Intégrer, Concevoir, Évaluer et Partager). Cependant, ce cadre se limite en termes de directives pour l'intégration de théories ou modèles robustes de changement de comportement pour la conception. Un autre cadre, le modèle BIT, apporte une méthodologie complémentaire pour formaliser l'intégration et l'adaptation de stratégies de changement de comportement en éléments d'interaction. Cependant, bien que ce modèle apporte une méthode de formalisation intéressante, il donne peu d'indications sur la manière de concevoir une adaptation efficace en fonction des besoins des utilisateurs.

La dernière section se concentre donc sur les différentes approches de conception de systèmes adaptatifs. L'utilisation de profils et modèles utilisateurs offre une approche prometteuse pour personnaliser l'interaction, favorisant ainsi une meilleure représentation de l'utilisateur par le système. Bien que de nombreuses études tentent de définir des profils ou modèles pertinents pour l'adaptation de technologies de santé, très peu d'entre elles ont proposé des profils motivationnels basés sur la TAD comme c'est le cas en sciences humaines pour l'adaptation d'intervention de santé (voir Chapitre 2). Aussi, pour la promotion d'une activité physique régulière via une technologie, nous avons constaté que les messages motivationnels et les recommandations représentent des éléments d'interaction pertinents pour mettre en œuvre des concepts d'adaptation.

Pour finir, nous avons détaillé dans ce chapitre un dernier défi, présent dans chacune des sections, lié à l'évaluation de ces technologies. Car la diversité des approches présentées et des composantes utilisées rend difficile la comparaison et la validation des résultats. Ainsi, l'harmonisation des critères d'évaluation et la mise en œuvre d'essais cliniques rigoureux sont alors essentielles pour établir l'efficacité clinique des applications de santé.

## **Chapitre 4: Problématique et approche de la thèse**

### **4.1. Synthèse et limites de l'état de l'art général**

Dans l'introduction, nous avons présenté trois objectifs de recherche qui guident les travaux de cette thèse. Le premier est d'approfondir la compréhension des processus psychologiques qui sous-tendent le changement de comportement chez les patients lombalgiques. Le second est de concevoir une application mobile de soutien au changement de comportement adaptée aux besoins des patients. Le dernier objectif est la proposition d'un cadre de conception pour des technologies de soutien à l'autogestion des douleurs chroniques. Pour commencer, nous présentons une synthèse de l'état de l'art visant à mettre en lumière les limites actuelles qui nous permettront d'orienter les recherches menées dans cette thèse.

Tout d'abord, le Chapitre 2 nous a permis de mieux comprendre les enjeux et défis liés au contexte de la lombalgie. D'un point de vue clinique, la prise en charge nécessite une prise en compte des facteurs physiques, psychologiques et sociaux des patients (Engel, 1981; Kamper et al., 2015). Cette approche fait alors émerger un enjeu en termes de personnalisation des interventions pour répondre aux plus près des besoins variés des patients (Ninot, 2020). Concernant les approches thérapeutiques proposées par les professionnels, l'éducation thérapeutique et la thérapie cognitivo-comportementale sont très utilisées pour aider le patient à gagner en autonomie mais aussi pour réduire sa souffrance psychique causée par la maladie (Rozenberg et al., 2012). Malgré tout, le principal traitement recommandé reste la pratique d'une activité physique régulière, qui constitue un enjeu majeur pour les professionnels (Boiche et al., 2019). Car en général, cela constitue un nouveau comportement difficile à adopter et à maintenir pour les patients.

Pour mieux comprendre comment s'opère le processus de changement de comportement, nous avons décrit les principales théories et modèles en psychologie permettant d'illustrer son fonctionnement et les facteurs déterminants. Cette littérature nous a



permis de mettre en avant le rôle des facteurs socio-cognitifs sur la formation de l'intention à changer de comportement, ainsi que les constructions volitionnelles telles que la planification et la boucle d'action (Schwarzer, 2008). La simple utilisation de théories socio-cognitives a révélé avoir un impact modeste voire inefficace pour induire des changements significatifs (Conn et al., 2011; Rhodes & Pfaeffli, 2010; D. M. Williams et al., 2005). Le modèle HAPA a l'avantage de proposer une approche intégrative dans le contexte de la santé en permettant de mieux combler l'écart entre intention et comportement (Schwarzer, 2016). De plus, il propose une certaine flexibilité en indiquant des barrières et facilitateurs à déterminer selon le contexte. Dans le cas de l'adoption d'une activité physique régulière pour des patients lombalgiques, plusieurs barrières et facilitateurs ont déjà été identifiés, tels que la douleur, la dépression, les peurs et croyances ou la motivation (Boutevillain et al., 2017; Palazzo et al., 2016; Saner et al., 2018). La théorie de l'autodétermination (TAD) (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) propose une conceptualisation de la motivation humaine à travers un continuum qui décrit différents types de motivations. L'évolution dans ce continuum vers une motivation dite intrinsèque, plus prédictive du maintien du comportement sur le long terme, serait dépendante de la satisfaction des besoins d'autonomie, de compétence et d'affiliation (Deci & Ryan, 2000). Ainsi, de nombreuses études ont tenté d'identifier des profils motivationnels basés sur la TAD afin de proposer des interventions plus personnalisées (Friederichs et al., 2015; Gourlan, Trouilloud, et al., 2016; Matsumoto & Takenaka, 2004; Miquelon et al., 2017; C. K. J. Wang et al., 2010, 2016; C. K. J. Wang & Biddle, 2001). Certains de ces profils ont montré être des indicateurs pertinents pour situer l'état d'avancement des individus dans le processus de changement de comportement (Matsumoto & Takenaka, 2004), mais aucun à notre connaissance, n'a tenté de les mettre en lien avec le modèle HAPA.

Dans le Chapitre 3 nous nous sommes concentrés sur la littérature en informatique et Interaction Humain-Machine concernant les technologies de soutien au changement de comportement. D'abord, nous avons présenté les principaux enjeux du domaine, dont le premier vise à concevoir des technologies éthiques favorisant l'autonomie et le bien-être des utilisateurs (Oinas-Kukkonen, 2010).

Ensuite, d'autres enjeux plus spécifiques au domaine de la santé ont émergé, tels que la confidentialité et la sécurité des données, la fiabilité et l'efficacité de l'intervention et la qualité du contenu (HAS, 2021). Pour répondre à ces enjeux en terme d'efficacité et de qualité, nous avons identifié trois recommandations principales (Blandford, 2019; Conway et al., 2016; Greenhalgh et al., 2017; Michie et al., 2017; Torous et al., 2019) : (1) fonder l'intervention numérique sur des théories et/ou modèles de changement de comportement, (2) impliquer les professionnels de santé et les patients dans la conception, et (3) concevoir des technologies capables de s'adapter en fonction des besoins variés et changeant des individus. De ces enjeux découle le défi de l'évaluation de ces technologies, afin de s'assurer que leur qualité et leur efficacité soient bien avérées (HAS, 2021). Actuellement, l'essai contrôlé randomisé représente la méthode la plus consensuelle pour effectuer une évaluation clinique des applications (Hariton & Locascio, 2018; Pham et al., 2016). Cependant, ces essais ne tiennent souvent pas compte des données liées à l'utilisation des technologies, ce qui limite notre compréhension de leur efficacité (Free et al., 2013; Ologeanu-Taddei, 2020). D'ailleurs, notre revue des interventions numériques pour la gestion de la lombalgie a révélé un faible engagement des utilisateurs envers ces technologies (Huber et al., 2017; Selter et al., 2018).

Pour offrir une expérience optimale et ainsi augmenter l'engagement des utilisateurs, l'approche centrée-utilisateur est fortement recommandée, notamment par le biais de la co-conception avec les parties prenantes (Conway et al., 2016; Michie et al., 2017). Dans le cadre des interventions de soutien au changement de comportement en santé, l'approche centrée sur la personne a émergé comme une approche augmentée de celle centrée sur l'utilisateur (Yardley et al., 2015). Cette approche recommande une prise en compte plus globale de la vie quotidienne des utilisateurs, notamment par le biais de méthodologies qualitatives, et propose un fondement théorique basé sur la satisfaction des besoins issus de la TAD. D'autre part, le modèle BIT (Mohr et al., 2014) à l'avantage de se focaliser sur la phase de conception en proposant une formalisation des objectifs et des stratégies sélectionnées et de leurs traductions en composantes du système. Cependant, le cadre BIT est limité en termes de fondement théorique du changement de comportement, ce qui réduit sa capacité

à guider les concepteurs dans la sélection d'objectifs et de stratégies appropriés.

Pour répondre aux besoins individuels et changeants des utilisateurs, le domaine des IHM adaptatives propose deux approches pour concevoir une expérience personnalisée : (1) l'adaptation dynamique en fonction des actions entre l'utilisateur et le système, et (2) l'adaptation basée sur un profil et un modèle utilisateur. Cette dernière a le potentiel de pouvoir prendre en compte des caractéristiques plus proches de l'état psychologique de l'utilisateur (Cena et al., 2019) et donc de son avancée dans le processus de changement de comportement. Pourtant, peu d'études ont tenté d'identifier des profils motivationnels de patients pour adapter des interventions numériques. Les modèles utilisateurs proposés sont souvent abstraits et avec peu de preuves sur la pertinence des paramètres recommandés. Dans le contexte des technologies adaptatives pour le changement de comportement en santé, leur conception et leur évaluation restent des défis majeurs.

Au regard des enjeux et défis décrits, nous avons présenté les principaux modèles, cadres et méthodes de conception et d'évaluation de technologies de soutien au changement de comportement présentés dans la littérature. Bien qu'ils permettent de guider les concepteurs pour répondre à certains défis cités, aucun n'est suffisant pour accompagner la mise en œuvre des trois recommandations identifiées (*Tableau 2*). Nous considérons que les cadres se basant sur des modèles de changement de comportement non issus des sciences humaines, ou indiquant simplement de se baser sur des théories et modèles sans guider leur intégration, valident seulement partiellement cette recommandation (encoche grisée).

Tableau 2: comparaison des cadres, modèles et méthodes de conception en fonction des recommandations

	UTILISATION DE THÉORIE OU MODÈLE DE CHANGEMENT DE COMPORTEMENT	IMPLIQUER LES PROFESSIONNELS DE SANTÉ ET LES PATIENTS DANS LA CONCEPTION	DIRECTIVES POUR LA CONCEPTION D'UN SYSTÈME ADAPTATIF
MODÈLE DE RITTERBAND (Ritterband et al., 2009)	✗	✗	✗
MODÈLE PERSUASIVE SYSTEM DESIGN (PSD) (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009)	✓	✗	✗
BEHAVIOUR WIZARD (Fogg & Hreha, 2010)	✓	✗	✗
BEHAVIOUR CHANGE WHEEL (Michie et al., 2011)	✓	✗	✗
APPROCHE CENTRÉE-UTILISATEUR ET PARTICIPATIVE (ISO, 2019) (M. J. Muller & Kuhn, 1993)	✗	✓	✗
APPROCHE CENTRÉE SUR LA PERSONNE (Yardley et al., 2015)	✓	✓	✗
BEHAVIORAL DESIGN THINKING (Voorheis et al., 2022)	✓	✓	✗
CADRE IDEAS (Mummah et al., 2016)	✓	✓	✗
MODÈLE BIT (Mohr et al., 2014)	✓	✗	✓
MODÈLE METUX (Petars et al., 2018)	✓	✗	✗
CADRE ISATINE ET MODÈLE PDA (López-Jaquero et al., 2007) (Bouzit et al., 2017)	✗	✗	✓
MODÈLE UTILISATEUR (Koch, 2000)	✓	✗	✓

Néanmoins, chacun permet de répondre à au moins un des quatre objectifs suivant (Voorheis et al., 2022) : (1) guider le processus de conception (ex : User/Person-centered design, Behavioral Design Thinking, IDEAS), (2) conceptualiser le processus de changement de comportement, (ex : modèle COM-B, modèle HAPA, TAD) (3) identifier les stratégies de changement de comportement pertinentes (ex : Behaviour Change Wheel, modèle PSD, modèle BIT) et (4) évaluer les idées quant à leur applicabilité, leur faisabilité ou leur efficacité potentielle (ex : échelles de mesure type SUS, MeCue, MARS, essais longitudinaux type ECR). Ainsi, cette nouvelle nomenclature des modèles permet d'avoir une compréhension plus fine des forces et limites de chacun.

En résumé, bien que la littérature offre des directives et des perspectives précieuses pour la conception de technologies de changement de comportement, l'étendue des enjeux éthiques, techniques et méthodologiques et la diversité des cadres, méthodes et modèles proposés rendent difficile la mise en œuvre d'une approche holistique. Ainsi, la nécessité d'un cadre ou d'un modèle plus haut

niveau permettant de combler les lacunes présentées pour développer des interventions numériques de changement de comportement efficaces semble émerger. Dans la section suivante nous détaillons les questions et la problématique générale de cette thèse qui découle de cette synthèse.

## **4.2. Problématique de recherche**

Changer de comportement à des fins de santé par le biais d'une application mobile motivationnelle et adaptative est l'ambition finale des travaux menés cette thèse. Pour assurer l'efficacité, la qualité et la fiabilité de cette application, celle-ci doit s'appuyer sur des fondements théoriques en psychologie du changement de comportement, impliquer des professionnels de santé et des patients dans la conception et être capable de s'adapter en fonction des différents besoins des utilisateurs (Blandford, 2019; Conway et al., 2016; Greenhalgh et al., 2017; Michie et al., 2017; Torous et al., 2019). Mais cela soulève de nombreuses questions aussi bien d'un point de vue théorique que pratique en tant que concepteur d'interactions humain-machine.

Le modèle HAPA (Schwarzer, 2016) s'est révélé être un modèle pertinent pour comprendre le processus de changement pour des comportements de santé, en donnant les grandes étapes du processus et les facteurs déterminants. Aussi, la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) nous permet de mieux comprendre les motivations des individus et comment les faire évoluer grâce à la satisfaction des besoins psychologiques. La diversité des profils de patients en termes de type de motivation et d'évolution dans le modèle représente une perspective intéressante pour proposer une approche adaptative du système et ainsi assurer un meilleur engagement. Cependant, diverses questions émergent pour mettre en œuvre une telle approche : *Comment situer les patients dans le processus de changement de comportement ? Comment identifier des profils de patients en fonction de caractéristiques liées au processus de changement de comportement ? Comment exploiter de tels profils pour adapter au mieux les fonctions et interactions de l'application ?*

D'autre part, concevoir une application mobile pour l'autogestion de la lombalgie nécessite une compréhension approfondie de l'accompagnement proposé par les professionnels de santé pour répondre aux besoins et aux attentes des patients. Pour être en mesure de retranscrire cet accompagnement dans un système numérique, la littérature recommande une approche de conception centrée sur l'utilisateur ou la personne, et participative (Conway et al., 2016; Michie et al., 2017). Bien que plusieurs directives soient données dans la littérature pour la mise en œuvre de telles approches, elles impliquent malgré tout un large éventail de méthodologies de recherche qualitative et quantitative (ex : entretiens, ateliers, questionnaires, tests utilisateurs, etc.) dont la sélection, la coordination et l'exécution de manière rigoureuse reste un défi majeur. De plus, une fois que nous avons identifié les informations et stratégies à mettre en œuvre dans l'application, l'implémentation de ces composantes en termes de fonctionnalité et d'interaction, notamment dans le cadre d'un système adaptatif, représente un deuxième défi à relever. Ainsi, nous posons les questions suivantes : *Comment mettre en œuvre une approche centrée sur la personne et participative (e.g. patients et professionnels de santé) permettant d'identifier les informations et stratégies à mettre en œuvre dans l'application ? Comment traduire ces informations et stratégies en fonctionnalités et interactions ? Quel(s) élément(s) de l'intervention peut-on adapter en fonction des profils identifiés et à quel moment ?*

Enfin, l'évaluation de la qualité de l'application et de l'efficacité de l'intervention reste également un défi pour pallier l'effet boîte noire. Des essais longitudinaux du type ECR semblent être des approches robustes pour évaluer l'efficacité des interventions. Cependant, ces essais considèrent généralement le système comme un tout et ne prennent pas en compte les données liées à l'utilisation, ce qui rend l'évaluation de son efficacité limitée (Free et al., 2013; Ologeanu-Taddei, 2020). De plus, ces essais visent principalement à évaluer l'efficacité clinique des interventions, mais pas à évaluer d'un point de vue Interaction Humain-Machine l'engagement envers le système et l'impact sur le processus de changement de comportement. Les questions qui découlent de cette réflexion sont les suivantes : *Comment évaluer l'impact des différentes interactions et fonctionnalités proposées dans l'application ? Quelles mesures sélectionner pour évaluer*

*l'efficacité de l'intervention en termes d'engagement et d'impact sur le processus de changement de comportement ?*

Finalement, nous pouvons rassembler l'ensemble de nos interrogations en une question centrale qui constitue la problématique de recherche de cette thèse :

**Comment concevoir et évaluer une application mobile interactive adaptée aux caractéristiques psychologiques impliquées dans le processus de changement de comportement des patients lombalgiques ?**

Pour répondre à cette question, nous présentons dans la section suivante l'approche et la méthode proposée dans cette thèse.

### 4.3. Approche et méthode proposée

Comme nous l'avons expliqué dans la synthèse de l'état de l'art, l'étendue des cadres, modèles et méthodes existants pour concevoir et évaluer des interventions numériques de changement de comportement rend difficile leur sélection par les concepteurs. De plus, notre analyse a révélé qu'aucun d'entre eux ne permet réellement de répondre à l'ensemble des enjeux que nous avons décrits, mais chacun présente des utilités variées. Ainsi, nous proposons un métamodèle conceptuel (Figure 5), conçu à partir de l'analyse des différents modèles, cadres et méthodes existants afin d'avoir une meilleure hiérarchisation et représentation de leurs utilité sur le processus de conception. Pour des raisons de simplicité, le terme "modèle" est ici employé comme terme générique pour aussi désigner des cadres ou des méthodes.

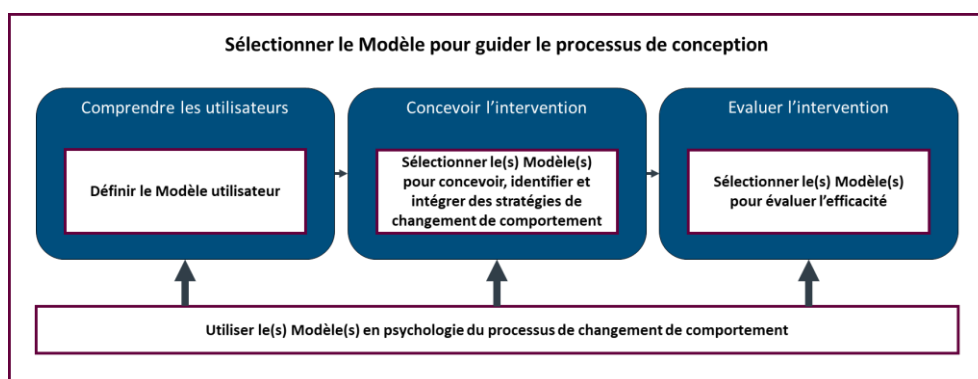


Figure 5: métamodèle conceptuel pour la conception et l'évaluation d'interventions numériques de changement de comportement

Ce métamodèle propose un premier niveau, le plus global, qui correspond aux modèles visant à guider les concepteurs dans le processus de conception. En général, trois grandes phases constituent ces modèles : (1) Comprendre les utilisateurs, (2) Concevoir l'intervention et (3) Évaluer l'intervention. Notons que les modèles de processus de changement de comportement vont être utiles pour chacune de ces phases dont nous détaillerons l'apport lors de sa mise en œuvre. Pour simplifier le schéma, ce métamodèle est présenté comme étant linéaire et continue, mais il est évidemment possible de revenir à des phases antérieures, surtout si l'on adopte une approche de conception itérative.

C'est autour de ces 3 phases que nous guiderons le plan des contributions exposées dans cette thèse, en mettant en application ce métamodèle pour la conception et l'évaluation d'une application mobile adaptative pour l'autogestion de la lombalgie chronique.

Le premier chapitre de contribution, le Chapitre 5, se concentre sur la compréhension des utilisateurs et plus globalement des patients lombalgiques. Car pour répondre aux enjeux précédemment cités, nous adoptons une approche centrée sur la personne en guise de modèle de processus de conception, afin de mieux comprendre les patients en termes de processus de changement de comportement. Aussi, nous indiquons dans notre métamodèle que cette phase est l'opportunité pour commencer à définir le modèle utilisateur. Pour cela, nous présenterons la méthode et les résultats d'une étude de profilage de patients lombalgiques basée sur des caractéristiques issues de modèles et théories de changement de comportement dans l'objectif de concevoir un système capable de s'adapter en fonction de ces profils.

Ensuite, le Chapitre 6 vise à mettre en application la deuxième phase du métamodèle : Concevoir l'intervention. Ainsi, nous y détaillerons nos choix de modèles pour concevoir, identifier et intégrer des stratégies de changement de comportement dans une application mobile adaptative. Mais aussi comment impliquer les patients et les professionnels de santé dans la conception. Les résultats de ce chapitre permettent d'aboutir à une première version de cette application mobile interactive à destination des patients lombalgiques.



Le Chapitre 7 met en œuvre la troisième phase du métamodèle dont l'objectif est d'évaluer l'intervention développée. Ainsi, nous présenterons nos choix méthodologiques pour évaluer l'efficacité de l'application et de l'adaptation proposée en termes d'impact sur l'engagement et le processus de changement de comportement des patients.

Pour finir, nous discuterons dans le Chapitre 8 des contributions présentées dans cette thèse, et des perspectives de recherches qui en découlent.

**Partie II :**  
**Contributions de la thèse,  
Réflexions et Perspectives**

## Chapitre 5: Comprendre les utilisateurs

### Étude de profilage des patients lombalgiques

#### 5.1. Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté l'approche globale de la thèse qui s'appuie sur l'élaboration d'un métamodèle conceptuel visant à accompagner le processus de conception et d'évaluation d'interventions numériques adaptatives pour le changement de comportement. Ce métamodèle permet d'avoir une vue complète de l'apport des différents types de modèles existants pour la conception de ce genre d'intervention. Dans ce chapitre, nous allons nous concentrer sur la première phase du métamodèle (Comprendre les utilisateurs) appliquée à la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques (Figure 6).

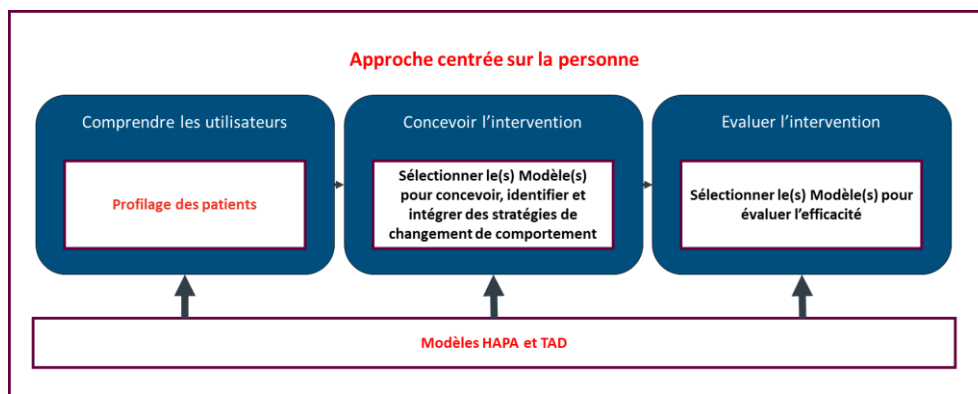


Figure 6: instanciation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Comprendre les utilisateurs"

Le niveau le plus global du métamodèle correspond à la sélection d'un ou plusieurs modèles visant à guider le processus de conception. Dans l'état de l'art, l'approche centrée sur la personne (Yardley et al., 2015) s'est révélée être un modèle pertinent pour répondre à nos objectifs étant donné sa vision holistique des patients, sa prise en compte de la démarche centrée utilisateur, et son fondement théorique basé sur la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023). Cette approche propose un processus détaillé en 4 étapes : (1) Planifier, (2) Concevoir, (3) Développer et évaluer l'acceptabilité, et (4) Mise en œuvre et expérimentation. Cependant, pour simplifier notre démarche, et rester

cohérent avec les 3 phases plus globales de notre métamodèle (Comprendre les utilisateurs, Concevoir l'intervention, et Évaluer l'intervention), nous resterons sur ce format en gardant néanmoins la philosophie de l'approche centrée sur la personne. L'idée est que nous allons tenter d'avoir une compréhension plus holistique de nos utilisateurs, notamment concernant leur processus de changement de comportement, en utilisant des méthodes quantitatives et qualitatives. D'autre part, dans notre métamodèle nous avons intégré les modèles qui visent à décrire le processus de changement de comportement en tant que support pour chacune des trois phases. Le modèle HAPA (Schwarzer, 2016) et la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) ont émergé comme des fondements théoriques appropriés, notamment pour l'adoption et le maintien de comportement de santé. De plus, nous avons pu identifier les barrières et facilitateurs envers la pratique d'une activité physique régulière pour des patients lombalgiques, à savoir la douleur, la dépression, les peurs et croyances, l'auto-efficacité et la motivation (Boutevillain et al., 2017; Palazzo et al., 2016; Saner et al., 2018). Cette dernière, la motivation, peut être caractérisée grâce à la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) en fonction du niveau d'autodétermination. D'ailleurs, une approche de profilage basée sur des caractéristiques motivationnelles est apparue comme étant une approche pertinente pour situer les patients sur le processus de changement (Matsumoto & Takenaka, 2004).

Dans les sections suivantes nous présentons la méthode et les résultats de l'étude que nous avons menée visant à identifier des profils de patients permettant de les situer sur le modèle HAPA (Debackere et al., 2022). Nous détaillons ainsi comment intégrer un modèle et une théorie de changement de comportement que nous avons sélectionné pour aider à la définition de profils servant de base pour le modèle utilisateur permettant l'adaptation de l'application mobile.

## **5.2. Hypothèses**

Les études de profilage motivationnel décrites dans la littérature identifient en moyenne 4 profils : "Autodéterminé" ou "Très motivé", "Modérément motivé", "Peu motivé" et "Amotivé" (Friederichs et al., 2015; Gourlan, Trouilloud, et al., 2016; Matsumoto & Takenaka,

2004; Miquelon et al., 2017; C. K. J. Wang et al., 2010, 2016; C. K. J. Wang & Biddle, 2001). Nous pouvons donc supposer que 4 profils de patients lombalgiques peuvent être identifiés sur la base de données motivationnelles. Étant donné que l'identification du type de motivation (amotivation, motivation extrinsèque ou contrôlée et motivation intrinsèque ou autonome) semble être un indicateur de l'état d'avancement des individus dans le processus de changement de comportement (Matsumoto & Takenaka, 2004), nous supposons que des individus peu motivés seront encore en phase motivationnelle, tandis que des personnes déjà motivées seront plutôt en phase volitionnelle.

Cependant, pour permettre une adaptation efficace de l'intervention numérique, nous souhaitons aussi identifier des profils qui nous permettent de mettre en avant leurs barrières et/ou facilitateurs spécifiques. Ainsi, en plus des caractéristiques motivationnelles, nos analyses tiennent aussi compte du niveau de peurs et fausses croyances, de dépression et d'auto-efficacité des patients lombalgiques. Étant donné que les peurs et fausses croyances semblent être plutôt déterminantes pour la construction de l'intention comportementale (Schwarzer, 2016), nous supposons qu'elles concernent plutôt des personnes moins motivées. Concernant la dépression, le manque de motivation est un symptôme pris en compte dans son diagnostic (Druss et al., 2008; Rouxel et al., 2001). Ainsi, nous pouvons aussi nous attendre à avoir des scores de dépression plus élevés chez des personnes moins motivées. Enfin, étant donné que l'auto-efficacité semble avoir un impact sur chaque phase du processus de changement de comportement (Schwarzer, 2016), nous supposons qu'elle puisse être présente pour chaque type de motivation, mais augmenter au fil du continuum d'autodétermination.

## **5.3. Méthode**

### **5.3.1. Participants et procédure**

Les participants ont été recrutés via deux campagnes menées sur la e-cohorte ComPaRe<sup>2</sup> de patients lombalgiques (Tran et al., 2022) : de juillet 2020 à septembre 2020 (70 patients recrutés) et d'octobre

---

<sup>2</sup> <https://compare.aphp.fr>

2021 à décembre 2021 (123 patients recrutés). Cette e-cohorte dirigée par l'AP-HP permet de réunir une communauté de patients à laquelle les chercheurs peuvent avoir accès sur une plateforme numérique collaborative pour aider à faire avancer la recherche. Grâce à cette plateforme, nous avons donc pu envoyer aux patients des questionnaires en français validés sous format numérique.

Au total, 193 participants ont été ainsi inclus dans l'étude. Ils ont été assurés qu'il n'y avait pas de bonnes ou de mauvaises réponses, et que les données collectées resteraient anonymes et ne seraient utilisées qu'à des fins de recherche.

### **5.3.2. Outils et mesures**

Dans un premier temps, nous avons analysé certaines données sociodémographiques afin de caractériser notre échantillon par rapport à la population générale de patients lombalgiques : âge, sexe, statut professionnel et durée de la lombalgie. Ensuite, avec l'aide de professionnels de santé experts dans la prise en charge des lombalgies chroniques, différentes échelles standardisées ont été sélectionnées ([Annexe 1](#)) pour caractériser notre échantillon de manière clinique : l'état de santé général, la qualité de vie, le fardeau du traitement et le niveau d'activité physique. De plus, nous avons sélectionné plusieurs échelles pour mesurer les facteurs psychologiques impliqués dans le processus de changement de comportement des patients et pouvant donc être pertinents en vue de la conception d'une application mobile personnalisée : le sentiment d'auto-efficacité, les symptômes dépressifs, la motivation et les peurs et croyances vis-à-vis de l'activité physique.

#### **5.3.2.1. Caractéristiques cliniques**

Pour mesurer l'état de santé général, nous avons utilisé le MYMOP (Paterson, 1996) ([Annexe 1g](#)). Il permet une approche individualisée et une mesure des symptômes et des activités affectées par les symptômes. Le patient identifie les deux symptômes qui affectent le plus son état de santé et les évalue sur une échelle de 0 (pas du tout gênant) à 6 (extrêmement gênant). Afin de pouvoir analyser les symptômes rapportés par nos participants, nous les avons classés par le biais de la Classification internationale des soins primaires 2 (ICPC-2) (WHO, 2005). Seule la "Fatigue" a été rajoutée au

vu du nombre de personnes ayant rapporté ce symptôme, normalement classé dans "Général et non-spécifié". Ensuite, le patient choisit une activité qui a été affectée par le premier symptôme et l'évalue à nouveau sur une échelle de 0 à 6 au cours de la semaine précédente. Enfin, le patient peut évaluer son bien-être sur la même échelle (0 = le meilleur possible à 6 = le pire possible).

L'EQ-5D-5L (Herdman et al., 2011) ([Annexe 1f](#)) a aussi été sélectionné pour mesurer la qualité de vie selon cinq dimensions : la mobilité, les soins personnels, l'activité habituelle, la douleur et l'anxiété. Les états de santé de l'EQ-5D-5L peuvent être résumés à l'aide d'un code à cinq chiffres représentant chaque dimension ou représentés par un seul nombre synthétique U(E). Chacune des dimensions est jugée sur une échelle de 1 (aucun problème) à 5 (problèmes extrêmes) et est pondérée en fonction des valeurs propres au pays ou à la région de l'échantillon étudié. La matrice des valeurs applicables à la France a été publiée en février 2020 (Andrade et al., 2020), ce qui nous a permis de pondérer les scores de notre échantillon. Enfin, l'EQ VAS est un score auto-rapporté entre 0 et 100 où les patients sont invités à évaluer eux-mêmes leur état de santé. Il est conceptuellement différent de l'indice U(E) car il représente uniquement le point de vue du patient.

Ensuite, le fardeau du traitement a été mesuré grâce au TBQ (Tran et al., 2012) ([Annexe 1e](#)) qui permet une évaluation globale, indépendamment de la pathologie ou du traitement. Il se compose de 13 éléments évalués sur une échelle de Likert allant de 0 (aucun problème) à 10 (problème majeur). Il évalue la charge liée à la prise de médicaments, à l'autosurveillance, aux examens de laboratoire, aux visites chez le médecin, au besoin d'organisation, aux tâches administratives, au suivi des conseils en matière d'alimentation et d'activité physique, ainsi qu'à l'impact social du traitement. Les scores des différents items peuvent être additionnés pour obtenir un score global, allant de 0 à 130.

Enfin, l'IPAQ (Craig et al., 2003) ([Annexe 1h](#)) a été utilisé pour mesurer l'activité physique globale et le temps sédentaire des participants au cours des 7 derniers jours. Ce questionnaire s'intéresse à la pratique d'activités physiques intenses et modérées, à la marche, ainsi qu'au temps passé assis (sédentaire), que ce soit pendant les loisirs, au travail, dans la vie quotidienne ou dans les transports. Une pondération est attribuée à chacune des activités physiques permettant de calculer, en

fonction du nombre de jours d'activité par semaine et du temps passé en minutes, un score MET-minutes/semaine. Grâce à ce score, ce questionnaire permet également de classer les sujets selon 3 niveaux d'activité physique : inactif (1), modéré (2), élevé (3).

### **5.3.2.2. Caractéristiques liées au changement de comportement**

Pour mesurer le sentiment d'auto-efficacité spécifique à la gestion de douleurs chroniques, nous avons utilisé le FC-CPSES (Lacasse et al., 2016) ([Annexe 1b](#)). Ce questionnaire demande aux patients dans quelle mesure ils se sentent capables d'effectuer certaines activités. Chaque élément est mesuré à l'aide d'une échelle numérique allant de 1 (pas du tout confiant) à 10 (tout à fait confiant). Le score total de l'échelle d'auto-efficacité pour les maladies chroniques peut être obtenu en faisant la moyenne des 33 items et s'échelonne de 1 à 10. Les scores les plus élevés indiquent une plus grande auto-efficacité. Dix scores de sous-échelles peuvent également être calculés selon la même méthode : Faire de l'exercice régulièrement (items 1-3); obtenir des informations sur la maladie (item 4); obtenir de l'aide de la communauté, de la famille ou des amis (items 5-8); communiquer avec le médecin (items 9-11); gérer la maladie en général (items 12-16); effectuer des tâches ménagères (items 17-19); activités sociales/récréatives (items 20 et 21); gérer les symptômes (items 22-26); gérer l'essoufflement (item 27); et contrôler/gérer la dépression (items 28-33). Cette échelle a été adaptée au contexte des patients souffrant de douleur chronique conformément aux directives d'adaptation interculturelle.

Nous avons ensuite sélectionné le PHQ-9 (Kroenke et al., 2001) ([Annexe 1d](#)) qui est une courte échelle de 10 items utilisée pour diagnostiquer et mesurer la gravité de la dépression. Chaque élément est évalué sur une échelle de gravité allant de 0 à 3, ce qui donne un score total allant de 0 à 27. Sur la base de ce score, le répondant se voit attribuer une interprétation (1-4 : dépression minimale ; 5-9 : dépression légère ; 10-14 : dépression modérée ; 15-19 : dépression modérément sévère ; et 20-27 : dépression sévère). Les auteurs n'excluent cependant pas la possibilité d'utiliser le score total comme une variable continue.



Pour la mesure de la motivation à l'activité physique, l'ÉMAPS (Boiché et al., 2016) ([Annexe 1a](#)) permet une auto-évaluation en 18 items. Cet outil, utilisable au quotidien et pour toutes les populations, vise à mieux comprendre la motivation des individus à pratiquer des activités physiques dans une perspective de santé en évaluant les différentes régulations comportementales identifiées par la TAD (motivation intrinsèque, régulation intégrée, identifiée, introjectée, motivation extrinsèque et amotivation) par un score allant de 1 à 7.

Pour finir, le FABQ (Waddell et al., 1993) ([Annexe 1c](#)) permet de mesurer les peurs et fausses croyances des patients lombalgiques en se concentrant spécifiquement sur l'activité physique et le travail. Dans notre étude, nous avons utilisé uniquement les scores obtenus à la sous-échelle concernant les peurs et les croyances relatives à l'activité physique. Chaque item présente une peur ou une croyance que le répondant doit évaluer sur une échelle allant de 0 (pas du tout d'accord) à 6 (tout à fait d'accord). Le score total est obtenu en additionnant les scores des items. Un score de 15 ou plus est considéré comme élevé (Crombez et al., 1999), ce qui indique que les craintes et les fausses croyances sont plus fortes à l'égard de l'activité physique. Le score global de cette échelle est souvent traité comme une variable continue dans la littérature (Aasdahl et al., 2020).

### **5.3.3. Analyses**

Tout d'abord, nous avons effectué des analyses descriptives en utilisant la moyenne ( $m$ ) et l'écart-type ( $s$ ) comme indicateurs principaux. Chacune des échelles a été analysée en suivant les recommandations présentées dans la section précédente. En ce qui concerne les caractéristiques motivationnelles, nous avons poursuivi les analyses avec l'objectif d'identifier des groupes homogènes de patients.

L'analyse par grappes que nous avons appliquée comprend quatre étapes : la sélection des variables des grappes, le choix de la procédure de grappe, la détermination du nombre de grappes et la validation de la solution de la grappe (Clatworthy et al., 2005). Pour distinguer les profils motivationnels basés sur des facteurs psychologiques susceptibles d'influer sur le processus de changement de comportement des patients souffrant de lombalgie, nous avons identifié 10 variables à inclure dans l'analyse par grappes. Ces 10

variables sont : le score d'auto-efficacité spécifique à la douleur chronique, le score de dépression, les 6 scores pour les différentes régulations comportementales identifiées par la TAD, et le score de peur et croyance pour l'activité physique. Dans cette étude, toutes les mesures ont été incluses en tant que variables continues et les scores ont été normalisés (centrés réduits). Pour valider la sélection des variables, il est important d'étudier leurs corrélations entre elles, ici avec le coefficient de Pearson, afin d'éviter les problèmes de multicolinéarité dans les analyses en grappes (Sambandam, 2003). Selon Hair et al. (2013), seules les corrélations supérieures à 0,90 suggèrent une forte colinéarité des variables. En ce qui concerne le choix de la procédure de regroupement, la principale méthodologie utilisée est l'analyse en grappes. Cette technique de réduction des données peut être utilisée dans le contexte des soins de santé pour segmenter les patients et identifier des groupes homogènes (Clatworthy et al., 2005; Sarstedt & Mooi, 2014). Plus précisément, la classification ascendante hiérarchique (CAH) est une méthode qui permet de visualiser le regroupement progressif des données. On peut alors se faire une idée du nombre adéquat de classes dans lesquelles les données peuvent être regroupées. Ainsi, le nombre approprié de clusters est déterminé ici dans une analyse exploratoire de cluster hiérarchique (méthode de clustering de Ward avec distance euclidienne quadratique) (Sarstedt & Mooi, 2014). Cette technique repose sur l'examen du dendrogramme et du coefficient d'agglomération pour déterminer le nombre approprié de clusters. Ensuite, pour valider la solution de cluster déterminée par la CAH, une analyse de cluster non hiérarchique avec la méthode k-means a été réalisée (Hair et al., 2013). Pour mieux comprendre les différences entre les groupes identifiés, une analyse de variance multivariée à un facteur (manova) a été réalisée avec le groupe comme variable indépendante et les variables motivationnelles comme variables dépendantes. Enfin, pour mieux comprendre le poids des variables lors du regroupement de notre échantillon, et ainsi pouvoir construire un outil de classification pour de nouveaux patients, nous avons utilisé la méthodologie de l'arbre de classification et de régression (CART) (Crombez et al., 1999) CART est une méthode d'apprentissage automatique supervisée permettant de générer des règles de décision pour classer des cas futurs (Breiman et al., 1984). Ces outils de

classification basés sur des arbres sont facilement interprétables et aussi précis que les analyses de régression (Breiman et al., 1984; Swenson et al., 2016). Dans ces travaux, nous avons effectué une analyse CART sur l'ensemble des données collectées chez les patients (données socio-démographiques, cliniques et motivationnelles). Toutes les analyses ont été réalisées avec Rstudio v.1.1.463.

## 5.4. Résultats

### 5.4.1. Description de l'échantillon

#### 5.4.1.1. *Caractéristiques sociodémographiques et cliniques*

193 participants ont répondu à tous les questionnaires. L'âge moyen était de 54ans (s=13ans) et la grande majorité était des femmes (74%). En moyenne, la durée de la lombalgie était de 15ans, mais avec un écart-type important (s=12ans). Concernant le statut professionnel, 44% occupent un emploi, 23% sont en invalidité, 21% sont retraités, 6% sont sans activité, 2% sont en formation et 3% n'ont pas répondu. Ces résultats sont cohérents avec les prévalences de la lombalgie (Dionne et al., 2006; Fassier, 2011; Francès et al., 2022; Gourmelen et al., 2007b; Jeffries et al., 2007), hormis la surreprésentation des femmes qui est un biais de recrutement récurrent dans les e-cohortes (Andreeva et al., 2015).

Tableau 3: caractéristiques cliniques - état de santé général

<b>État de santé général (MYMOP) (score/6) (N=193)</b>	<b>m</b>	<b>s</b>
Gêne Symptôme 1	<b>4,75</b>	1,23
<b>Ostéomusculaire (41%)</b>	4,65	1,21
<i>Général et non-spécifié (23%)</i>	4,91	1,11
<i>Fatigue (12%)</i>	4,87	0,97
<i>Autres (24%)</i>	4,73	1,13
Gêne Symptôme 2	<b>4,26</b>	1,47
<i>Ostéomusculaire (26%)</i>	4,33	1,29
<b>Fatigue (17%)</b>	4,9	1,04
<b>Psychologique (16%)</b>	4,47	1,36
<i>Autres (41%)</i>	2,95	1,03
Gêne Activité	<b>4,26</b>	1,70
<i>Marche (28%)</i>	4,58	1,23
<i>Sport (20%)</i>	4,47	1,38
<i>Activités sociales (11%)</i>	4,85	0,88
<i>Tâches quotidiennes (10%)</i>	4,68	1,29
<i>Travail (10%)</i>	<b>5,11</b>	0,9

<i>Autres (21%)</i>	2,63	1,02
Bien-être	<b>3,74</b>	1,21
Score du profil	<b>4,25</b>	1,12

Avec un score moyen de 4,75/6 ( $s=1,23$ ) pour le symptôme 1, les participants indiquent qu'une gêne est présente (*Tableau 3*). Les résultats pour le symptôme 2 sont assez similaires, avec un score moyen de 4,26/6 ( $s=1,47$ ), ainsi que la gêne causée par le symptôme 1 vis-à-vis d'une activité importante pour les patients avec un score moyen de 4,26/6 ( $s=1,70$ ). Les détails des symptômes et des activités rapportés sont cohérents avec le cas de la lombalgie. Nos participants déclarent souffrir principalement de douleurs ostéomusculaires qui entraînent des difficultés pour la marche et le milieu professionnel. Mais en tant que deuxième symptôme, la fatigue et l'inconfort psychologique semblent devenir plus importants. Le score moyen de bien-être est de 3,74/6 ( $s=1,21$ ), ce qui traduit un sentiment de bien-être plutôt négatif. Finalement, nous retrouvons chez nos participants un score MYMOP moyen de 4,25/6 ( $s=1,12$ ).

*Tableau 4: caractéristiques cliniques*

<b>Caractéristiques cliniques (N=193)</b>	<b><i>m</i></b>	<b><i>s</i></b>
Qualité de vie (EQ-5D-5L)		
Profil de santé (moyenne des 5 items /5)	2 2 2 3 2	/
U(E) (score/1)	0,70	0,27
Auto-évaluation (score/100)	57,54	21,67
Fardeau du traitement (TBQ) (score/150)	60,19	33,68
Niveau d'activité physique (IPAQ) (%)		
Niveau 1 (inactif)	23,3%	/
Niveau 2 (modéré)	53,3%	/
Niveau 3 (élevé)	23,3%	/

Les résultats de l'EQ-5D-5L (*Tableau 4*) montrent le code moyen suivant : 22232. Cela correspond à des problèmes légers pour la mobilité, les activités habituelles, les soins personnels et l'anxiété, et à des problèmes modérés pour la douleur. Le score moyen de l'EQ VAS était de 57,54/100 ( $s=21,67$ ). Dans l'ensemble, nos participants rapportent un score de qualité de vie relativement faible. Ces résultats sont cohérents avec ceux du score U(E) (score maximum de 1) qui est également relativement bas avec une moyenne de 0,70 ( $s=0,27$ ). Ces résultats sont légèrement supérieurs mais cohérents avec ceux de Garratt et al. (2021) sur 146 patients lombalgiques en Norvège.

Le score moyen au TBQ est 60,19/130 ( $s=33,68$ ). Ces résultats sont largement supérieurs à ceux de Théodore (2019) qui a obtenu un score moyen de 33,48 ( $s=22,54$ ) pour un ensemble de 106 patients multimorbides. En effet, seulement 39% de nos participants indiquent pouvoir continuer le même investissement de temps, d'énergie et d'argent toute leur vie.

Quant au niveau d'activité physique mesuré par l'IPAQ, la distribution est assez homogène avec une majorité de participants qui ont un niveau modéré (53%) contre respectivement 23% pour les niveaux inactif et élevé. Ces résultats sont similaires à ceux d'une récente enquête espagnole auprès de 3220 adultes souffrant de lombalgie chronique (Moreno-Ligero et al., 2023).

#### **5.4.1.2. Caractéristiques liées au changement de comportement**

La FC-CPSES montre (*Tableau 5*) que notre population est généralement relativement confiante avec un score de 6,08/10 ( $s=1,53$ ). Ceci est cohérent avec les données présentées par Lacasse et al. (2015) qui ont obtenu une moyenne de 6,11/10 ( $s=1,47$ ) pour leur échantillon de patients lombalgiques chroniques avant intervention.

La "motivation intrinsèque" ( $m=4,03$ ;  $s=1,83$ ) et la "régulation identifiée" ( $m=4,84$ ;  $s=1,64$ ) sont les plus prononcées chez nos participants, tandis que la motivation extrinsèque ( $m=1,78$ ;  $s=1,13$ ) et l'amotivation ( $m=1,99$ ;  $s=1,29$ ) sont les plus faibles. Par rapport aux résultats de Boiché et al. (2019) sur un échantillon de 490 patients atteints de différentes maladies chroniques, notre échantillon a des résultats plus faibles pour la motivation intrinsèque, la régulation intégrée, identifiée et introjectée, et des résultats équivalents pour la motivation externe et plus élevés pour l'amotivation.

En ce qui concerne les peurs et croyances envers l'activité physique, nous trouvons un score moyen de 14,52/24 ( $s=6,07$ ), donc nos participants déclarent des peurs et croyances partielles envers l'activité physique (Crombez et al., 1999). Ce résultat est similaire à celui de l'étude de Beneciuk et al. (2013) mené auprès de patients lombalgiques en Floride.

Avec un score moyen de 9,98/27 ( $s=6,12$ ) pour le PHQ-9, nous pouvons considérer que les symptômes dépressifs sont modérés chez nos participants. Cela est légèrement au-dessus du score moyen

rapporté par une autre étude sur de patients lombalgiques en Finlande (Suni et al., 2021).

Tableau 5: caractéristiques liées au changement de comportement

<b>Variabiles (N=193)</b>	<b>m</b>	<b>s</b>	<b>Alpha de Cronbach (<math>\alpha</math>)</b>
Auto-efficacité (FC-CPSES) (score/10)	6,08	1,53	0,94
Motivation pour l'AP (EMAPS) (score/7)			
Motivation intrinsèque	4,03	1,83	0,90
Régulation intégrée	3,68	1,93	0,90
Régulation identifiée	4,84	1,64	0,90
Régulation introjectée	3,80	1,79	0,83
Motivation extrinsèque	1,78	1,13	0,77
Amotivation	1,99	1,29	0,82
Peurs et croyances envers l'AP (FABQ-AP) (score/24)	14,52	6,07	0,77
Dépression (PHQ-9) (score/27)	9,98	6,12	0,87

Finalement, notre échantillon semble avoir des résultats cohérents avec ceux de la population lombalgique générale mais présente néanmoins des scores légèrement moins positifs que ceux rapportés par d'autres études menées à l'étranger.

#### **5.4.2. Identification et description des groupes**

##### **5.4.2.1. Identification et validation des groupes**

Dans cette section, nous détaillons les analyses et les résultats permettant d'identifier des groupes de patients valides en fonction des caractéristiques liées au processus de changement de comportement.

Tout d'abord, nous avons calculé les coefficients de corrélation entre les variables mesurées afin de s'assurer qu'il n'y avait pas de problème de multicollinéarité qui pourraient biaiser les analyses en grappes (Hair et al., 2013). Les corrélations entre les variables varient de -0,59 à 0,80 (Tableau 6), ce qui implique qu'il n'y a pas de problème de multicollinéarité. Par ailleurs, les résultats concernant les différents types de motivation témoignent de la présence du continuum d'autodétermination (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) allant de

l'amotivation à la motivation intrinsèque. En effet, les sous-échelles présentent les corrélations positives les plus élevées, tandis que les sous-échelles les plus éloignées présentent les corrélations négatives les plus élevées. Les corrélations présentées montrent également que les symptômes dépressifs ( $p < 0,05$ ) et le sentiment d'auto-efficacité ( $p < 0,001$ ) sont significativement liés à tous les types de motivation. En revanche, les peurs et fausses croyances à l'égard de l'activité physique ne sont significativement liées ( $p < 0,05$ ) qu'à la régulation intégrée, introjectée et externe.

Tableau 6: corrélations entre les variables de l'analyse de regroupement

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Auto- efficacité								
2. Motivation intrinsèque	0,36 **							
3. Régulation intégrée	0,34 **	0,79 **						
4. Régulation identifiée	0,35 **	0,78 **	0,79 **					
5. Régulation introjectée	0,24 **	0,76 **	0,80 **	0,77 **				
6. Motivation extrinsèque	-0,31 **	-0,32 **	-0,18 *	-0,25 **	-0,17 *			
7. Amotivation	-0,38 **	-0,53 **	-0,50 **	-0,59 **	-0,45 **	0,43 **		
8. Peurs et croyances envers l'AP	-0,25 **	-0,14	-0,18 *	-0,12	-0,16 *	0,18 *	0,10	

Note. \*  $p < 0,05$  ; \*\*  $p < 0,001$

L'examen du dendrogramme de la CAH (*Figure 7*) et du coefficient d'agglomération nous a permis d'identifier le nombre approprié de groupes (*Figure 7*). Un découpage en 2 classes est celui qui minimise le plus la perte d'inertie. Toutefois, pour adapter un système en fonction de différents groupes, une analyse plus fine serait nécessaire. Ainsi, la deuxième meilleure partition qui minimise le mieux la perte d'inertie est de 4 classes. Nous retenons donc une division en 4 classes.

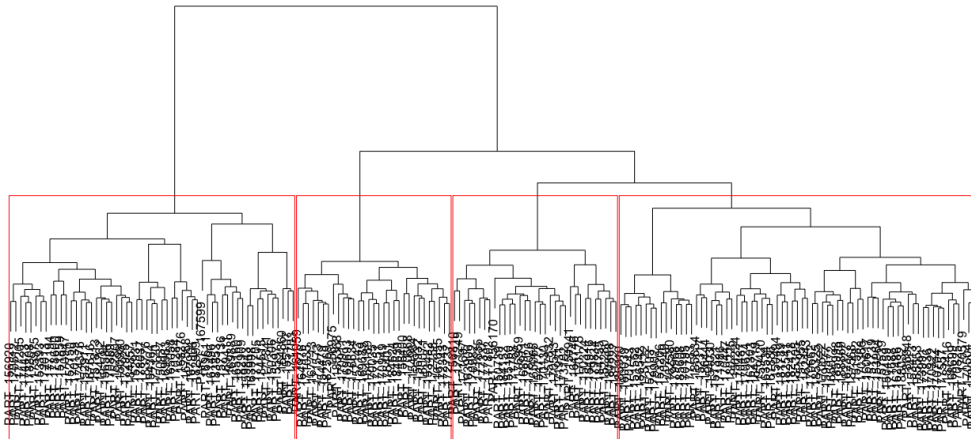


Figure 7: dendrogramme avec un découpage en 4 groupes

Pour valider la solution à quatre groupes identifiés avec la CAH, nous avons utilisé la méthode des k-means pour 4 groupes afin de comparer les résultats des deux solutions (Tableau 7).

Tableau 7: correspondances des groupes de la CAH et de K-means

		K-means				Total
		1	2	3	4	
CAH	1	42	14	0	16	72
	2	6	27	0	0	33
	3	0	1	37	19	57
	4	0	7	2	22	31
	Total	48	49	39	57	193

Dans l'ensemble, nous retrouvons des groupes similaires en termes de résultats moyens avec k-means, et une correspondance majoritaire pour chaque groupe qui confirme la solution proposée par la CAH (Hair et al., 2013). Néanmoins, notons que les groupes 1 et 3 de la CAH présentent une certaine disparité comparativement à la solution des k-means.

#### 5.4.2.2. Description des groupes

Les moyennes obtenues pour chacun des groupes à l'ensemble des variables mesurées nous ont permis de mieux comprendre leurs



caractéristiques (*Tableau 8*). Chaque groupe a été nommé en fonction de la caractéristique qui le distingue le plus des autres. Le premier groupe est nommé "Confiant" et comprend 72 individus (37%). Le second groupe est nommé "Déprimé" et comprend 33 individus (17%). Le groupe 3 est nommé "Démotivé" (n=57, 30%) et enfin le groupe 4 est nommé "Prudent" (n=31, 16%).

*Tableau 8: caractéristiques liées au changement de comportement en fonction des groupes*

Variables (N=193)	Groupe 1 (n=72) "Confiant"		Groupe 2 (n=33) "Déprimé"		Groupe 3 (n=57) "Démotivé"		Groupe 4 (n=31) "Prudent"	
	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>
	Auto-efficacité (score/10)	<b>7,13</b>	1,26	5,65	1,29	5,22	1,32	5,67
Motivation pour l'AP (score/7)								
Motivation intrinsèque	<b>5,01</b>	1,48	<b>5,64</b>	1,00	2,06	0,91	3,65	1,03
Régulation intégrée	<b>4,61</b>	1,55	<b>5,73</b>	0,87	1,81	1,03	2,79	1,07
Régulation identifiée	<b>5,82</b>	0,83	<b>6,18</b>	0,53	2,90	1,30	<b>4,68</b>	0,88
Régulation introjectée	<b>4,46</b>	1,43	<b>5,92</b>	0,82	2,01	0,89	3,30	1,14
Motivation extrinsèque	1,24	0,50	1,80	1,02	2,52	1,49	1,64	0,78
Amotivation	1,33	0,69	1,43	0,58	<b>3,25</b>	1,49	1,80	0,80
Peurs et croyances envers l'AP (score/24)	12,19	5,95	13,94	5,62	<b>15,23</b>	6,12	<b>19,26</b>	3,29
Dépression (score/27)	<b>4,92</b>	3,46	13,30	5,21	12,53	5,88	13,52	4,38

Pour analyser les caractéristiques liées au processus de changement de comportement pour chaque groupe, une analyse de variance multivariée à un facteur (manova) a été réalisée avec le groupe comme variable indépendante à quatre modalités et les six types de motivation comme variables dépendantes. Les résultats ont montré des différences significatives entre les quatre groupes [ $F(18,558)=15,908$ ;  $p<0,001$ ]. Les résultats univariés ont montré que les quatre groupes diffèrent sur la motivation intrinsèque [ $F(3,189)=89,72$ ;  $p<0,001$ ], la régulation intégrée [ $F(3,189)=92,665$ ;  $p<0,001$ ], la régulation identifiée

[F(3,189)=123,602;  $p < 0,001$ ], la régulation introjectée [F(3,189)=93,273;  $p < 0,001$ ], la régulation externe [F(3,189)=17,243;  $p < 0,001$ ] et l'amotivation [F(3,189)=44,895;  $p < 0,001$ ]. Globalement, les résultats des tests post-hoc de Newman-Keuls ont confirmé la distinction entre chaque groupe.

Plusieurs anova combinées à des tests post-hoc de Newman-Keuls ont ensuite été effectuées pour analyser les différences entre les quatre groupes concernant le sentiment d'auto-efficacité, les peurs et fausses croyances envers l'activité physique et les symptômes dépressifs.

D'abord, concernant la présence de symptômes dépressifs [F(3,189)=44,213;  $p < 0,001$ ], nous constatons que le profil "Confiant" a des scores significativement plus bas ( $p < 0,001$ ) que les autres profils, alors que les différences entre les profils "Démotivé", "Prudent" et "Déprimé" ne sont pas significatives.

Ensuite, les résultats de l'anova avec les peurs et fausses croyances envers l'activité physique comme variable dépendante ont également révélé un effet significatif [F(3,189)=11,914;  $p < 0,001$ ]. Le profil "Prudent" a obtenu les scores les plus élevés en matière de peurs et fausses croyances, par rapport aux profils "Démotivé" ( $p < 0,01$ ), "Déprimé" ( $p < 0,001$ ) et "Confiant" ( $p < 0,001$ ). Le profil "Démotivé" a également obtenu des scores significativement plus élevés que le profil "Confiant" ( $p < 0,05$ ) sur ce critère.

Pour finir, il existe des différences significatives entre les quatre groupes en ce qui concerne le sentiment d'auto-efficacité [F(3,189)=26,528;  $p < 0,001$ ]. Plus précisément, les résultats des tests post-hoc ont montré que les individus du profil "Confiant" avaient les scores d'auto-efficacité les plus élevés par rapport aux trois autres profils et ce de manière significative ( $p < 0,001$ ). Entre les groupes "Déprimé", "Prudent" et "Démotivé", les résultats ne montrent pas de différences significatives concernant le sentiment d'auto-efficacité général.

Tableau 9: auto-efficacité à gérer sa pathologie (score de 1 à 10)

Auto-efficacité	Groupe 1 (n=72) "Confiant"		Groupe 2 (n=33) "Déprimé"		Groupe 3 (n=57) "Démotivé"		Groupe 4 (n=31) "Prudent"		Total (N=193)	
	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>
	Exercice régulier	<b>7,06</b>	1,60	6,31	2,50	<b>3,33</b>	1,79	4,70	1,89	5,45
Informations sur la maladie	6,29	2,74	5,64	2,36	6,02	2,64	6,35	2,76	6,11	2,65
Aide de la communauté, famille et amis	<b>6,06</b>	2,15	4,39	1,96	4,42	1,98	5,64	2,04	5,22	2,18
Communiquer avec le médecin	<b>7,77</b>	1,98	6,03	2,33	6,74	2,47	6,67	2,29	6,99	2,32
Gérer la maladie en général	<b>7,75</b>	1,43	6,25	1,75	6,00	1,63	6,52	1,95	6,78	1,80
Faire les corvées	<b>7,35</b>	2,00	6,27	2,13	5,71	2,25	5,48	2,17	6,37	2,25
Activité sociale/ récréative	<b>7,33</b>	2,07	5,71	2,57	5,24	2,23	5,61	2,24	6,16	2,40
Gérer les symptômes	<b>6,61</b>	1,86	5,19	1,70	4,82	1,96	4,85	1,87	5,56	2,03
Gérer essoufflement	<b>7,71</b>	2,02	5,70	2,26	5,14	2,48	5,06	2,46	6,18	2,56
Contrôler/gérer la dépression	<b>7,45</b>	1,84	5,51	1,92	5,21	2,31	5,94	2,23	6,21	2,27
<b>Total</b>	<b>7,13</b>	1,26	5,65	1,29	5,22	1,32	5,67	1,34	<b>6,08</b>	<b>1,53</b>

En approfondissant les analyses selon les différentes dimensions de l'auto-efficacité à gérer sa pathologie (Tableau 9) nous constatons de nombreuses autres différences significatives. Le "Confiant" se sent nettement plus capable de pratiquer de l'exercice régulièrement [ $F(3,189)=45,664$ ;  $p<0,001$ ] que le "Démotivé" ou le "Prudent" ( $p<0,001$  dans les deux cas). Toujours pour la pratique d'exercice régulier, le "Démotivé" présente aussi une auto-efficacité inférieure à celui du "Déprimé" ( $p<0,001$ ) et du "Prudent" ( $p=0,007$ ), tandis que le "Déprimé" se sent plus capable que le "Prudent" ( $p=0,004$ ). Concernant l'acquisition d'informations sur la maladie [ $F(3,189)=0,573$ ;  $p=0,633$ ], aucune différence significative n'a été observée entre les différents profils. Cependant, en ce qui concerne le soutien de la communauté, famille et amis [ $F(3,189)=9,155$ ;  $p<0,001$ ], le "Confiant" se sent plus capable que les patients "Démotivé" ( $p<0,001$ ) et "Déprimé" ( $p<0,001$ ). De même concernant le "Prudent" comparé au "Démotivé" ( $p=0,042$ )

et au "Déprimé" mais avec un résultat tendanciel ( $p=0,076$ ). Ensuite, le "Confiant" se sent plus capable de communiquer avec le médecin [ $F(3,189)=5,343$ ;  $p=0,001$ ] que le "Démotivé" ( $p=0,05$ ) et le "Déprimé" ( $p=0,002$ ). Pour la gestion de la maladie [ $F(3,179)=13,408$ ;  $p<0,001$ ], le "Confiant" se sent aussi plus capable que le "Démotivé" ( $p<0,001$ ), le "Déprimé" ( $p<0,001$ ) et le "Prudent" ( $p=0,005$ ). Pour l'exécution des corvées [ $F(3,177)=8,171$ ;  $p<0,001$ ], le "Confiant" dépasse le "Démotivé" ( $p<0,001$ ) et le "Prudent" ( $p<0,001$ ). Pour pratiquer des activités sociales et récréatives [ $F(3,189)=10,828$ ;  $p<0,001$ ], le "Confiant" se sent plus capable que le "Démotivé" ( $p<0,001$ ), le "Déprimé" ( $p=0,004$ ) et le "Prudent" ( $p=0,003$ ). Pareil pour la gestion des symptômes [ $F(3,181)=11,999$ ;  $p<0,001$ ] et de l'essoufflement [ $F(3,189)=17,736$ ;  $p<0,001$ ] qui montrent également que le "Confiant" a une auto-efficacité supérieure au "Démotivé" ( $p<0,001$  dans les deux cas), au "Déprimé" ( $p=0,003$  pour les symptômes et  $p<0,001$  pour l'essoufflement) et au "Prudent" ( $p<0,001$  dans les deux cas). Enfin, concernant la gestion des symptômes dépressifs [ $F(3,189)=14,583$ ;  $p<0,001$ ], le "Confiant" se sent plus capable que le "Démotivé" ( $p<0,001$ ), le "Déprimé" ( $p<0,001$ ) et le "Prudent" ( $p=0,004$ ).

Tableau 10: caractéristiques cliniques en fonction des groupes

Variables cliniques (N=193)	Cluster 1 (n=72) "Confiant"		Cluster 2 (n=33) "Déprimé"		Cluster 3 (n=57) "Démotivé"		Cluster 4 (n=31) "Prudent"	
	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>
	État de santé général (score/6)	<b>3,59</b>	1,32	4,56	0,81	4,39	0,99	4,54
Symptôme 1	Ostéomusculaire							
Score	4,24	1,32	5,03	0,88	5,02	1,03	<b>5,10</b>	1,25
Symptôme 2 (hors ostéomu.)	Aucun		Fatigue/ Psychologique		Psychologique		Fatigue	
Score	3,07	1,88	4,34	1,74	4,23	1,68	4,60	1,45
Bien-être	3,32	1,24	3,97	1,16	4,05	1,07	3,87	1,15
Qualité de vie								
U(E) (score/1)	0,83	0,14	0,72	0,18	<b>0,56</b>	0,31	<b>0,56</b>	0,27
EQ VAS (score/100)	<b>66,46</b>	19,27	54,29	18,52	53,09	22,54	48,77	19,98
Fardeau du traitement (score/100)	<b>46,35</b>	31,87	71,94	29,36	65,14	32,59	69,00	35,01

Niveau d'AP (%)								
Niveau 1 (inactif)	8%	/	9%	/	<b>46%</b>	/	<b>32%</b>	/
Niveau 2 (modéré)	<b>61%</b>	/	<b>49%</b>	/	<b>44%</b>	/	<b>58%</b>	/
Niveau 3 (élevé)	<b>31%</b>	/	<b>42%</b>	/	10%	/	10%	/
<hr/>								
Durée de la lombalgie (années)	<b>18,27</b>	12,45	10,52	9,27	14,25	12,63	12,17	7,76
Âge (années)	55,53	11,47	53,00	12,60	52,25	14,41	47,94	13,52
Sexe (%)	M	F	M	F	M	F	M	F
	40%	<b>60%</b>	12%	<b>88%</b>	20%	<b>80%</b>	23%	<b>77%</b>

Concernant les caractéristiques cliniques, nous avons aussi observé des différences significatives entre nos profils pour l'état de santé général [F(3,183)=8,982;  $p < 0,001$ ], la qualité de vie calculée [F(3,189)=18,06;  $p < 0,001$ ] et auto-mesurée [F(3,186)=7,515;  $p < 0,001$ ], le fardeau du traitement [F(3,189)=6,97;  $p < 0,001$ ], le niveau d'activité physique [F(3,189)=13,436;  $p < 0,001$ ] et la durée de la lombalgie [F(3,189)=4,297;  $p < 0,01$ ].

Pour l'état de santé général, plus le score est élevé, plus l'état de santé est dégradé. Les tests post-hoc montrent que les "Confiant" ont un score significativement inférieur aux trois autres profils ( $p < 0,001$ ), ils présentent donc un meilleur état de santé général. En termes de qualité de vie calculée, les "Démotivé" ont une qualité de vie significativement inférieure à celle des "Déprimé" ( $p < 0,01$ ) et des "Confiant" ( $p < 0,001$ ), comme les "Prudent" qui ont une qualité de vie inférieure à celle des "Déprimé" ( $p < 0,05$ ) et des "Confiant" ( $p < 0,001$ ). Pour la qualité de vie auto-rapportée, les "Confiant" rapportent une qualité de vie supérieure à celle des "Déprimé" ( $p < 0,05$ ), des "Prudent" ( $p < 0,001$ ) et des "Démotivé" ( $p < 0,01$ ). Concernant le fardeau du traitement, les "Confiant" ressentent un fardeau moindre comparé aux "Déprimés" ( $p = 0,001$ ), aux "Prudent" ( $p < 0,01$ ) et aux "Démotivé" ( $p < 0,01$ ). En termes de niveau d'activité physique, les "Confiant" et les "Déprimé" surpassent les "Prudent" ( $p < 0,01$ ) et les "Démotivé" ( $p < 0,001$ ). Enfin, les "Confiant" ont une durée de lombalgie significativement supérieure à celle des "Déprimé" ( $p < 0,01$ ).

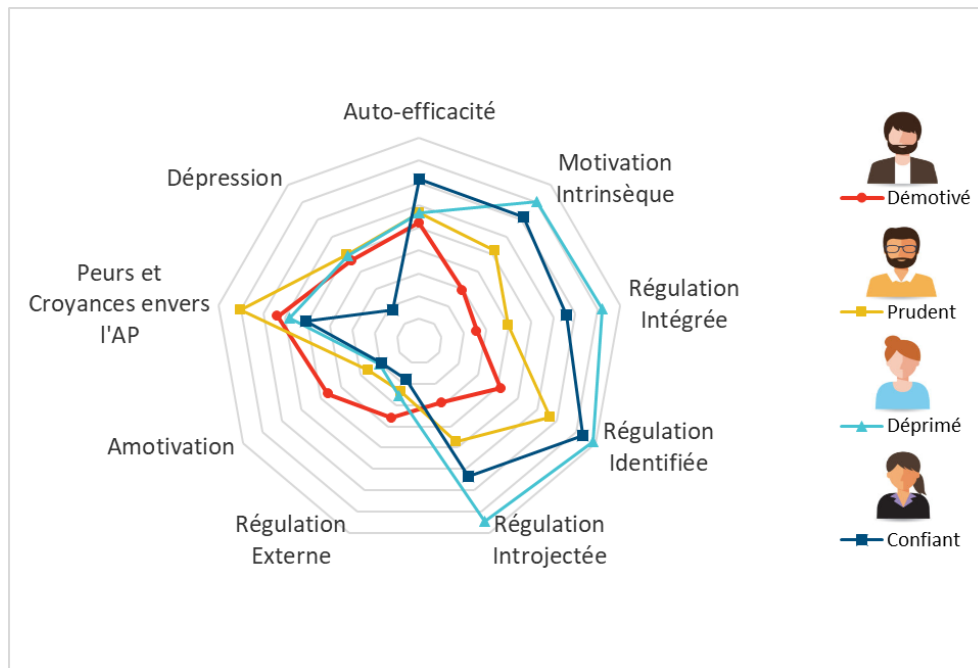


Figure 8: diagramme de Kiviat des 4 profils de patients lombalgiques

En résumé (Figure 8), les profils "Confiant" et "Déprimé" présentent une motivation intrinsèque, une régulation intégrée, une motivation identifiée et une motivation introjectée élevées, contrairement aux profils "Démotivé" et "Prudent". Le profil "Confiant" se distingue par son score élevé d'auto-efficacité et son faible score de dépression. Le profil "Déprimé" présente en moyenne des symptômes dépressifs légers à modérés, tout comme les profils "Démotivé" et "Prudent". Le profil "Démotivé" se distingue par le score d'amotivation le plus élevé et présente des peurs et fausses croyances élevées concernant l'activité physique (Crombez et al., 1999). Néanmoins, c'est le profil "Prudent" qui présente le score le plus élevé de peurs et fausses croyances à l'égard de l'activité physique. Finalement, nous avons choisi de nommer ces profils en fonction de la barrière ou du facilitateur le plus prédominant. Nommer des profils de patients constitue une tâche compliquée mais utile pour avoir une vue synthétique claire de la population, et des adaptations potentielles pour une intervention. Les résultats décrits dans cette section suggèrent que nous avons choisi des noms de profils relativement pertinents et nous les conserverons donc dans la suite du manuscrit.

### 5.4.3. Outil de classification

Pour pouvoir concevoir une intervention numérique qui s'adapte en fonction des profils identifiés, il faut être en mesure de pouvoir classer de nouveaux individus dans un de ces profils. Pour concevoir un outil capable de remplir cette tâche, nous avons adopté la méthodologie de l'arbre de classification et de régression (CART) (Breiman et al., 1984) car c'est la méthode ayant reçu les meilleurs résultats dans les travaux de Dekkers (2020) pour classer des patients orthopédiques dans un des profils qu'il avait identifiés. Dans notre cas, nous avons mis en place cette méthodologie sur l'ensemble des données récoltées auprès des 193 patients lombalgiques décrits dans la section précédente. Ces données comprenaient l'âge, le sexe, le statut professionnel, la durée de la lombalgie et les scores aux données cliniques et liées au processus de changement de comportement avec une décomposition des sous-échelles pour l'EMAPS (motivation à l'AP) et le FC-CPSES (auto-efficacité pour gérer les douleurs chroniques).

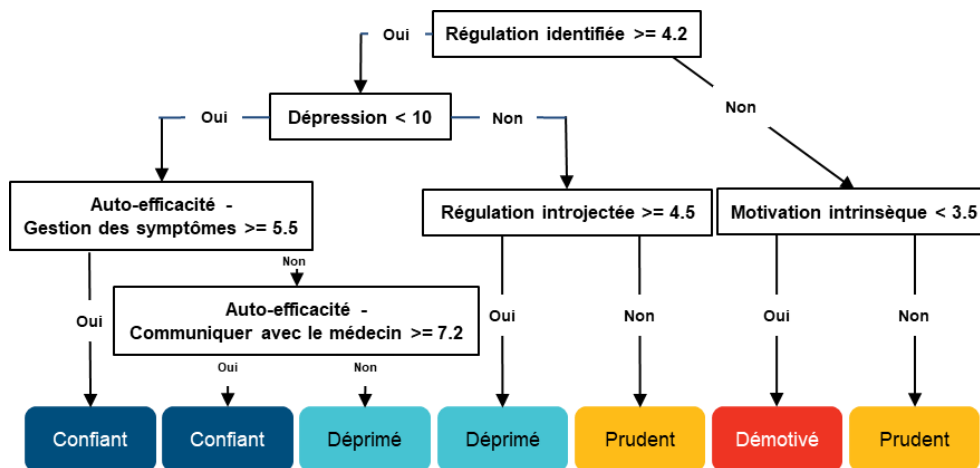


Figure 9: arbre de classification pour l'attribution d'un profil à un nouveau patient

L'arbre généré par l'algorithme CART (Figure 9) utilise uniquement des caractéristiques liées au changement de comportement pour classer les patients. Mais le score des peurs et croyances vis-à-vis de l'activité physique n'est pas utilisé ici comme règle de décision. Cet arbre permet donc de classer les patients dans un profil avec seulement 3 des 4 questionnaires standardisés utilisés initialement : l'EMAPS (6 sous-échelles et 3 items par sous-échelles), le FC-CPSES (33 items au total, 3 items pour la communication avec le médecin et 5 items pour

la gestion des symptômes) et le PHQ-9 (9 items). Nous avons testé l'arbre de décision sur les données d'entraînement qui a montré une précision totale de 82% (Précision "Démotivé"=84%; Précision "Prudent"=68%; Précision "Déprimé"=91%; Précision "Confiant"=82%). Notons que pour évaluer la précision réelle de l'arbre, celui-ci doit être testé sur de nouvelles données, et pas seulement sur les données d'entraînement (Breiman et al., 1984). Cet arbre devra donc être réévalué dans les travaux futurs.

## 5.5. Discussion

L'objectif de cette étude était de déterminer des groupes de patients lombalgiques à partir d'une analyse de regroupement afin de proposer des profils sur lesquels baser la conception d'une application mobile adaptative. Cette typologie est construite en fonction des types de motivation des individus et de leur sensibilité à certains facteurs psychologiques ayant un impact sur leur processus de changement de comportement.

L'analyse de regroupement nous a permis de déterminer 4 profils de patients que nous avons nommés comme suit : "Démotivé", "Prudent", "Déprimé" et "Confiant". Ce résultat de 4 profils est cohérent avec le nombre moyen de profils identifiés dans les études de profilage motivationnelles basés sur la TAD (Friederichs et al., 2015; Gourlan, Trouilloud, et al., 2016; Matsumoto & Takenaka, 2004; Miquelon et al., 2017; C. K. J. Wang et al., 2010, 2016; C. K. J. Wang & Biddle, 2001). Concernant les scores de motivation, ces profils ne se différencient pas aussi nettement que ceux généralement présentés ("Autodéterminé" ou "Très motivé", "Modérément motivé", "Peu motivé" et "Amotivé"). Dans notre cas, nous avons bien un profil, nommé ici le "Démotivé", que l'on pourrait apparenter à l'"Amotivé". Nous avons aussi le "Prudent" qui pourrait correspondre au profil "Peu motivé". Mais nous avons également deux autres profils, le "Déprimé" et le "Confiant", qui présentent des scores élevés sur les motivations allant de la régulation intrinsèque à la régulation externe. Ainsi, ils correspondent plutôt à des profils dits combinés, comme c'est le cas dans quelques études de profilage motivationnelles (Gourlan, Trouilloud, et al., 2016; Miquelon et al., 2017),







L'analyse de corrélation entre les variables liées au processus de changement de comportement montre que les peurs et croyances envers l'activité physique sont corrélées uniquement avec les régulations de la motivation contrôlée. Ce résultat suggère que les peurs et croyances limitent l'accès à une motivation plus autonome. Cela est en accord avec la littérature qui considère les peurs et croyances comme des constructions cognitives qui peuvent entraver la formation de l'intention de changer de comportement mais pas directement le comportement (Bandura, 1986; Fishbein & Ajzen, 1975; Fointiat & Barbier, 2015; Rosenstock, 1974). Alors que le niveau de dépression et le sentiment d'auto-efficacité sont significativement corrélés avec tous les types de motivation, ce qui suggère qu'ils peuvent jouer un rôle à chaque étape du processus de changement de comportement.

Les profils "Démotivé" et "Prudent" présentent effectivement des scores importants en termes de peurs et fausses croyances, ce qui confirme notre hypothèse que les profils les moins motivés sont soumis à cette barrière. Ensuite, nos résultats confirment partiellement notre hypothèse que les profils les moins motivés ont des scores de dépression plus importants que des profils plus motivés. Car le "Déprimé" présente des scores élevés en termes de motivation mais aussi de symptômes dépressifs et de manières équivalente aux profils les moins motivés ("Démotivé" et "Prudent"). Enfin, notre hypothèse concernant le sentiment d'auto-efficacité, suggérant qu'il puisse être présent pour chaque type de motivation mais augmenter au fil du continuum d'autodétermination, est aussi partiellement validée. Car bien que cette variable soit corrélée à chaque type de motivation, il n'y a que le "Confiant" qui se démarque avec un score important, alors que le "Déprimé" aussi présente de bons scores de motivation, notamment intrinsèque.

En plus de cette auto-efficacité supérieure chez le "Confiant", nous observons aussi une meilleure qualité de vie rapportée par ce groupe et leur perception plus positive de leur état de santé général, malgré une durée de lombalgie plus longue. En revanche, le "Démotivé" et le "Prudent" ont des scores d'auto-efficacité plus faibles, notamment dans la gestion de l'exercice et des symptômes, et rapportent une qualité de vie inférieure et une perception plus négative de leur état de santé (*Tableau 11*).

Tableau 11: comparaison des profils

	 Démotivé	 Prudent	 Déprimé	 Confiant
<b>Caractéristiques liées au changement de comportement</b>				
Auto-efficacité	+	+	+	++
Motivation pour l'AP				
Motivation intrinsèque	-	+	++	++
Régulation intégrée	--	-	++	++
Régulation identifiée	-	++	++	++
Régulation introjectée	-	+	++	++
Motivation extrinsèque	-	--	--	--
Amotivation	+	--	--	--
Peurs et croyances envers l'AP	+	++	-	-
Dépression	-	-	-	++
<b>Caractéristiques cliniques</b>				
État de santé général	--	--	--	-
Qualité de vie	+	+	++	++
Fardeau du traitement	++	++	++	-
Niveau d'AP	-	-	+	+

Sur l'appui des résultats de chaque profil (*Tableau 11*), nous proposons un positionnement de notre typologie sur le modèle HAPA (Schwarzer, 2016) (*Figure 10*). Les profils "Démotivé" et "Prudent" présentent une faible motivation et de fortes peurs et croyances (Crombez et al., 1999). Nous suggérons donc de les situer donc dans la phase motivationnelle, avec un accent particulier pour le "Prudent" sur le facteur "perception du risque", en raison de son score de peurs et croyances plus important. Le "Déprimé" a déjà une bonne motivation intrinsèque, mais nous proposons de le situer davantage au niveau des "barrières et ressources" en raison de son score élevé de dépression. Enfin, le "Confiant" a la meilleure santé mentale, une bonne motivation intrinsèque et le sentiment d'auto-efficacité le plus élevé, notamment pour la pratique d'exercice régulier et le contrôle des symptômes dépressifs. Ainsi, nous supposons qu'il est déjà dans la boucle d'action, influencé par l'auto-efficacité de maintien et de récupération.

Finalement, ces profils semblent avoir différents besoins pour leur permettre d'évoluer dans le processus de changement de comportement. Pouvoir identifier ces besoins par le biais de ces profils représente donc une opportunité intéressante pour la conception

d'une application mobile visant à accompagner les patients dans ce processus de changement.

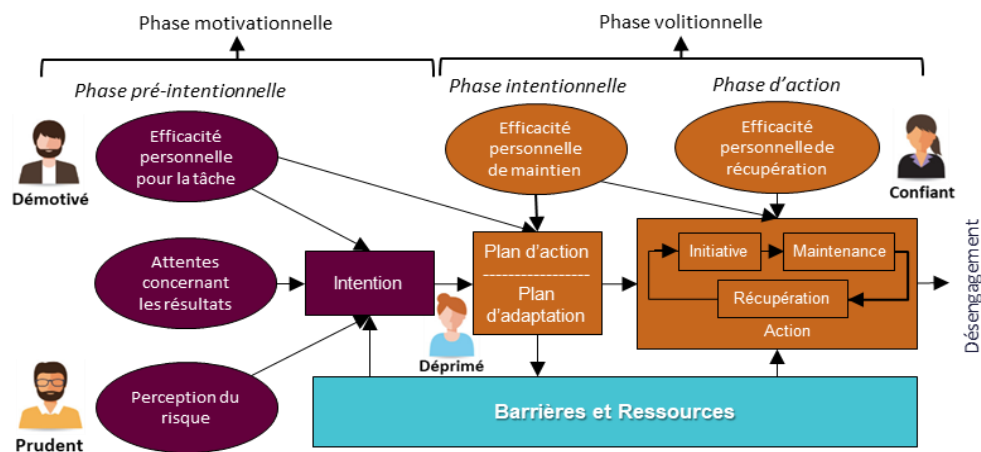


Figure 10: positionnement des quatre profils motivationnels sur le modèle HAPA

Pour identifier les profils, les patients ont dû répondre à 4 questionnaires (EMAPS, FC-CPSES, FABQ-AP, PHQ-9), soit près de 60 questions pour être classé dans l'un des profils. Dans l'objectif de pouvoir classer des patients dans un profil par le biais d'une intervention numérique, un outil de classification plus rapide est nécessaire pour ne pas entraver l'acceptation du système. Ainsi, à l'image des travaux de Dekkers (2020), nous avons développé un outil de classification préliminaire pour classer de futurs patients dans un profil. L'instrument proposé n'a besoin que de 3 sous-échelles de l'EMAPS (Boiché et al., 2016) et de 2 sous-échelles du FC-CPSES (Lacasse et al., 2016) pour permettre à un nouvel utilisateur d'être classé dans un profil. La branche la plus longue ne nécessiterait donc que 20 questions pour être classée dans un profil, contre 6 questions pour la branche la plus courte. Cependant, comme il s'agit de questionnaires standardisés, nous ne pouvons pas simplement extraire les sous-échelles et garantir leur fiabilité sans une administration globale de l'échelle. Des efforts doivent être poursuivis pour pouvoir proposer un outil de classification fiable et rapide.

Dans cette étude, nous avons sélectionné la solution proposée par le regroupement ascendant hiérarchique pour l'identification de ces profils. La CAH est moins sensible aux choix initiaux et aux valeurs aberrantes que k-means (Hair et al., 2013; Oikonomakou &

Vazirgiannis, 2010). De plus, la CAH peut identifier des relations hiérarchiques entre les groupes, offrant une compréhension plus riche des relations entre les différentes caractéristiques mesurées. Ici, le dendrogramme a d'abord proposé un découpage en fonction des scores de motivation qui nous permet de facilement situer nos profils sur le modèle HAPA. D'autre part, la comparaison des groupes en termes de caractéristiques cliniques, non utilisées dans l'analyse de regroupement, apporte plus de consistance et montre une certaine cohérence qui renforce leur validité (Clatworthy et al., 2005; Sarstedt & Mooi, 2014). La solution proposée par la méthode k-means montre aussi une cohérence entre les deux méthodes de classification dans la distinction des groupes, particulièrement en ce qui concerne les "Confiant" et "Démotivé". Pour les "Prudent" et "Déprimé", il semble plus difficile de les distinguer. Le "Prudent" identifié par la CAH se distingue des trois autres par son score de peurs et croyances plus important. Cependant, l'arbre de classification généré via l'algorithme CART ne prend pas en compte ce paramètre. Des études supplémentaires doivent être menées afin de vérifier si l'utilisation de cet arbre modifie les caractéristiques des profils, notamment en termes de peurs et fausses croyances.

Enfin, il est important de prendre en compte les particularités de notre échantillon issus de la communauté de patients ComPaRe (par exemple, 74 % de femmes) par rapport à la population globale de patients lombalgiques. D'autres études sont nécessaires pour valider ces groupes en incluant des preuves de leur valeur pour le domaine d'étude.

Pour conclure, même s'ils soulèvent plusieurs défis, ces profils offrent la possibilité d'intégrer des connaissances pertinentes dans le modèle utilisateur et ainsi permettre l'adaptation de l'intervention numérique pour favoriser le processus de changement de comportement et donc une meilleure autogestion de la lombalgie. Dans le chapitre suivant, nous nous concentrerons sur la conception de l'application mobile à destination des patients lombalgiques en détaillant notamment comment mettre en œuvre une adaptation en fonction de ces profils.

## **À retenir**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la mise en application de la première phase du métamodèle proposé dans cette thèse, visant à mieux comprendre les patients dans l'objectif de concevoir une base pour un modèle utilisateur pertinent pour l'adaptation d'une intervention numérique favorisant le changement de comportement. Pour cela, nous avons présenté la méthodologie et les résultats d'une étude visant à identifier des profils de patients lombalgiques basés sur des caractéristiques liées à leurs processus de changement de comportement. Pour cela, nous avons sélectionné plusieurs mesures en collaboration avec des professionnels de santé pour caractériser la représentativité de notre échantillon : l'état de santé général (MYMOP), le fardeau du traitement (TBQ), la qualité de vie (EQ-5D-5L) et le niveau d'activité physique (IPAQ). Les autres questionnaires ont permis de mesurer des caractéristiques impliquées dans le processus de changement de comportement des patients lombalgiques identifiées dans l'état de l'art : les peurs et fausses croyances (FABQ-AP) et la motivation envers l'activité physique (EMAPS), les symptômes dépressifs (PHQ-9) et le sentiment d'auto-efficacité (FC-CPSES). Ces questionnaires ont été administrés en ligne à 193 patients lombalgiques. L'analyse en grappe a permis de distinguer 4 profils : (1) "Démotivé", caractérisé par la plus faible motivation et la plus grande amotivation envers l'activité physique, (2) "Prudent" avec une faible motivation et les plus grandes peurs et fausses croyances envers l'activité physique, (3) "Déprimé" avec une bonne motivation intrinsèque mais aussi un niveau significatif de symptômes dépressifs, et (4) "Confiant" montrant également une bonne motivation intrinsèque et ayant le plus haut niveau d'auto-efficacité. Nous avons également conçu un outil rapide permettant de classer des cas futurs dans l'un de ces profils. Cette typologie de patient nous permet d'envisager l'adaptation d'une intervention numérique prenant en compte les besoins psychologiques des utilisateurs pour améliorer l'autogestion de leur pathologie. Dans le chapitre suivant, nous détaillons comment nous avons conçu cette intervention, et donc comment nous mettons en œuvre la deuxième phase du métamodèle de conception.

## Chapitre 6: Concevoir l'intervention

### **Conception centrée-utilisateur d'une application mobile pour l'autogestion de la lombalgie**

#### 6.1. Introduction

Maintenant que nous avons identifié des profils nous permettant de mieux comprendre nos utilisateurs, notamment en termes de processus de changement de comportement, nous allons pouvoir aborder la deuxième phase de notre métamodèle : "Concevoir l'intervention" (Figure 11). Ainsi, dans ce chapitre, nous allons présenter la mise en œuvre de cette phase pour la conception d'une application mobile pour l'auto-gestion de la lombalgie. Aussi, dans ces travaux nous souhaitons combiner et intégrer des théories psychologiques et des données de terrain. Pour cela, nous allons décrire nos choix en termes de modèles pour guider la conception, l'identification et l'intégration de stratégies de changement de comportement. Une fois que les fonctionnalités et contenus principaux seront déterminés, nous détaillerons comment adapter l'intervention en fonction des profils précédemment identifiés, sur l'appui d'un modèle et d'une théorie de changement de comportement que nous avons sélectionnés.

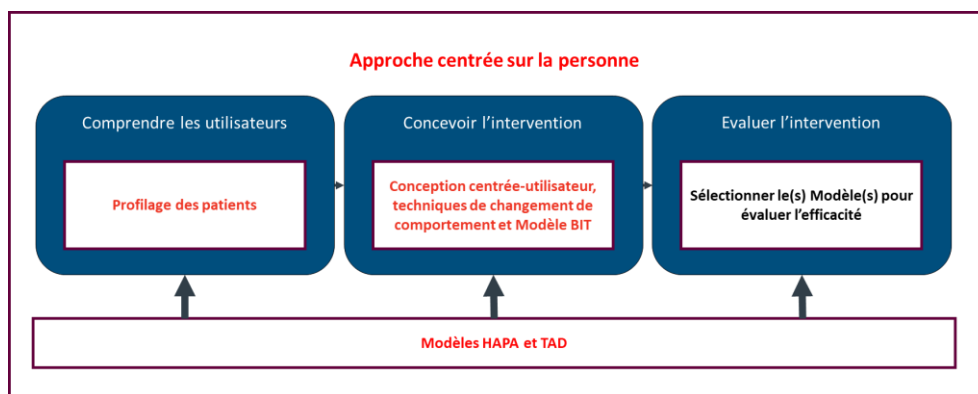


Figure 11: instanciation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Concevoir l'intervention"

Pour rappel, nous avons sélectionné l'approche centrée sur la personne (Yardley et al., 2015) en guise de modèle global pour guider notre processus de conception. Cette approche a l'avantage de proposer une prise en compte plus globale des utilisateurs et se fonde

sur la satisfaction des besoins psychologiques issus de la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) pour guider la conception.

Une fois qu'une compréhension des utilisateurs en tant que personne a été mise en œuvre, notamment sur leur processus de changement de comportement, cette approche suggère d'adopter des méthodologies centrées sur l'utilisateur, tels que des entretiens, des observations, des cartes d'expériences, des questionnaires ou encore des tests d'utilisabilité, pour aider à la conception de l'intervention. Ainsi, l'approche centrée-utilisateur se décompose en quatre étapes (ISO, 2019) : (1) comprendre les tâches et le contexte, (2) comprendre et spécifier les attentes, (3) produire des solutions de conception, et (4) évaluer les solutions au regard des exigences prédéfinies.

En récoltant suffisamment de données pour mieux comprendre les tâches et le contexte, nous devons donc aussi identifier les stratégies de changement de comportement à mettre œuvre. Aussi bien dans l'approche centrée sur la personne que dans l'approche centrée sur l'utilisateur, très peu d'indications sont données sur la manière de sélectionner des stratégies de changement de comportement appropriées. Pourtant, il est nécessaire d'en sélectionner pour limiter leur nombre et ainsi éviter une surcharge cognitive trop importante chez les utilisateurs (Oyebode et al., 2020). De nombreuses stratégies ont été listées dans la littérature (Michie et al., 2013; Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009), mais leur traduction en éléments d'interaction et leur efficacité sur le processus de changement de comportement reste un enjeu pour les concepteurs.

Le modèle BIT (Mohr et al., 2014) propose une méthode permettant de mieux formaliser et guider le choix de stratégies appropriées en fonction des objectifs ciblés, et de leurs traductions en éléments d'interaction. Ainsi, ce modèle permet d'avoir une vision plus claire des choix de conception et de leur utilité pour l'intervention en décrivant les objectifs cliniques et d'usages, les stratégies permettant d'y répondre et les éléments d'interaction associées avec leur format et le flux des opérations envisagées. À l'aide du modèle BIT, et en spécifiant les attentes des utilisateurs, nous sommes en mesure de traduire ces stratégies en éléments d'interaction et ainsi produire une première maquette de l'intervention.

Pour cette étape concernant la conception des solutions de conception, nous la décomposons en 3 sections. Tout d'abord, en

accord avec une approche participative (M. J. Muller & Kuhn, 1993), nous présenterons la maquette de l'application co-conçue avec les professionnels de santé et les patients.

Ensuite, nous décrirons comment nous proposons d'adapter l'intervention, par le biais des profils précédemment identifiés. Nous expliquerons ainsi comment les connaissances issues du modèle HAPA (Schwarzer, 2016) et de la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) nous permettent de guider l'adaptation de l'intervention.

Enfin, nous terminerons sur une section pour décrire le développement informatique de la première version de l'intervention numérique et les résultats de quelques tests utilisateurs pour évaluer l'utilisabilité du système.

Chacune des sections suivantes détaillent la mise en œuvre de ces étapes dans le cadre de la conception de l'application mobile BACK-4P à destination des patients lombalgiques (Debackere et al., 2023).

## **6.2. Comprendre les tâches et le contexte**

Dans cette section nous présentons les résultats de deux études menées auprès de patients lombalgiques afin d'identifier les comportements recommandés par les professionnels de santé et leur gestion quotidienne de la pathologie. Le but est d'identifier les objectifs cliniques et les stratégies adaptées pour répondre aux difficultés des patients. Pour cela, nous présentons des observations effectuées lors d'une intervention dirigée par des professionnels de santé à l'hôpital de jour, puis des entretiens exploratoires de patients.

### **6.2.1. Observations**

Pour comprendre la prise en charge en hôpital de jour, deux chercheurs en IHM ont effectué des observations durant un programme de courte durée (1,5 jours) proposé par le service de rééducation et de réadaptation de l'appareil locomoteur et des pathologies du rachis à l'hôpital Cochin. Ces observations avaient pour but de répondre à 2 objectifs principaux : (1) identifier les activités et thématiques abordées lors du programme, et (2) analyser l'expérience des patients, leurs difficultés et les stratégies mises en place par les professionnels de santé pour y faire face.



### **6.2.1.1. Hypothèses**

Sur la base des connaissances recueillies dans l'état de l'art, nous nous attendons à une intervention qui s'inscrit dans une approche bio-psycho-sociale (Engel, 1981; Kamper et al., 2015) avec de l'éducation thérapeutique, de la thérapie cognitivo-comportementale et de l'accompagnement à la pratique d'une activité physique régulière. En cohérence avec les profils identifiés dans le chapitre précédent, nous supposons que les professionnels de santé seront confrontés aux difficultés suivantes : amotivation, faible sentiment d'auto-efficacité, peurs et fausses croyances et souffrance psychique. Ainsi, nous nous attendons à ce que plusieurs stratégies, parmi celles proposées dans la taxonomie de Michie et al (2013), soient utilisées par les professionnels pour faire face à ces difficultés et enclencher un changement de comportement chez les patients.

### **6.2.1.2. Méthode**

#### *Participants*

Au total, 3 patients ont participé à la première session de l'intervention : une femme septuagénaire très sportive et pratiquant déjà plusieurs stratégies d'adaptation, un homme sexagénaire avec une grande appréhension envers la pratique de l'activité physique et un homme quadragénaire qui présentait diverses pathologies (dos et genou). Ce dernier est parti à la moitié de la première session et ne s'est pas représenté à la deuxième. Aucune donnée concernant ce participant n'a été utilisée lors de l'analyse des observations.

#### *Procédure*

L'intervention nommée "OneDay" propose un programme multidisciplinaire d'éducation et de thérapie par l'exercice via 2 séances de groupe supervisées en ambulatoire. Il a été développé par un comité de pilotage multidisciplinaire comprenant des spécialistes dans la prise en charge de la lombalgie (spécialistes seniors en médecine physique et réadaptation et/ou rhumatologie, physiothérapeute, psychologue, ergothérapeutes, webmaster, moniteur spécialisé en entraînement physique et résident en rhumatologie) et des patients qui avaient bénéficié d'un programme similaire (Garofoli et al., 2019).

La première séance observée (6 heures) fut réalisée le 19/01/21. La deuxième séance (4 heures) s'est produite 2 semaines plus tard, le 02/02/21.

### *Analyses*

Pour la récolte des données, nous avons construit des grilles d'observations à partir des notions étudiées dans la méthodologie des cartes d'expériences (Moon et al., 2016) adaptée à notre contexte. Celle-ci consiste à rassembler les étapes (ateliers du programme) de manière chronologique, en décrivant pour chacune les actions menées par les professionnels (bleu), les émotions et les difficultés des patients (rouge), et les stratégies mises en place par les professionnels pour y faire face (bleu). La graduation émotionnelle est une représentation subjective moyenne des observateurs afin de donner une idée de l'état émotionnel moyen des deux patients durant chaque action. Les difficultés sont basées sur l'analyse du discours des patients, avec un code couleur en fonction des patients : patiente septuagénaire (jaune) et patient sexagénaire (vert). Enfin, nous avons remplacé la catégorie "opportunités" initialement proposé dans la méthodologie des cartes d'expérience, par une catégorie "stratégies" pour identifier celles utilisées par les professionnels pour soutenir les actions menées et faire face aux difficultés associées. Ces stratégies ont été identifiées sur la base de la traduction française de la taxonomie des techniques de changement de comportement établie par Michie et al. (2013) (P. Bernard et al., 2019) ([Annexe 3](#)). Dans un premier temps, les deux chercheurs ont identifié individuellement les stratégies durant les observations, puis dans un deuxième temps, ils ont mis en commun leurs notes et se sont mis d'accord sur les stratégies retenues. Dans les résultats, nous présentons uniquement les stratégies qui ont été validées par les deux observateurs, en indiquant leur numéro entre parenthèses ([Annexe 3](#)).

#### **6.2.1.3. Résultats**

Lors de la première journée d'intervention (*Figure 12*), les professionnels de santé ont dirigé 5 ateliers regroupés autour de 4 thématiques principales : éducation sur la lombalgie, éducation et accompagnement à la pratique d'une activité physique, éducation ergonomique pour le quotidien et gestion de la douleur.

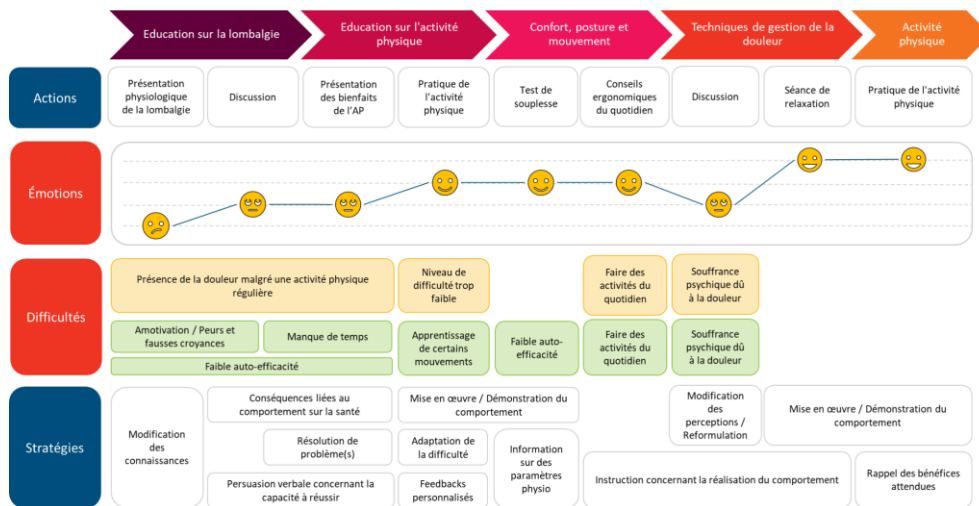


Figure 12: carte d'expérience de la 1ère séance du "OneDay"

Concernant l'éducation sur la lombalgie et les bienfaits de l'activité physique, les patients étaient peu réceptifs au début de la présentation. Le patient (vert) semblait avoir certaines peurs et fausses croyances vis-à-vis de l'activité physique alors que la patiente (jaune) a insisté sur la présence de ses douleurs malgré la pratique d'une activité physique régulière. Pour faire face à ces difficultés, les professionnels ont utilisé des stratégies liées à la modification des connaissances (4.2, 4.3), au rappel des conséquences positives liées au comportement sur la santé (5.1, 5.2, 5.3) et à l'auto-conviction (15.1). Lorsque le patient a indiqué ne pas avoir assez de temps pour pratiquer une activité physique, les professionnels ont aussi utilisé la résolution de problème (1.2) qui consiste à inciter la personne à analyser les facteurs qui influencent négativement son comportement (ex : trouver une activité physique facile à pratiquer compte tenu des contraintes organisationnelles ou météorologiques).

Pour l'accompagnement à la pratique d'une activité physique, les kinésithérapeutes ont proposé une séance d'exercices d'étirement et de renforcement. Tout d'abord, ils ont fait une démonstration face aux patients, puis ils les ont invités à réaliser eux-mêmes les exercices (6.1) avec le matériel mis à leur disposition (tapis). Pendant la mise en œuvre, les professionnels ont rythmé les exercices (comptage du temps ou des répétitions) tout en apportant des rappels sur la fréquence des respirations et des retours personnalisés concernant la posture (2.2). En fonction du niveau des patients, les professionnels ajustaient la difficulté de l'exercice.

L'activité suivante a été encadrée par des ergothérapeutes qui ont d'abord proposé d'effectuer un test de souplesse. Les patients se sont positionnés pieds joints, et ont dû basculer lentement le buste vers l'avant en déroulant le dos, bras et jambe tendus, pour tenter de toucher le sol avec les doigts. La distance séparant l'extrémité des doigts et le sol est mesurée à la règle et correspond à la valeur du test. Ce test a été effectué à deux reprises, avant et après un exercice d'échauffement, permettant de montrer une amélioration immédiate de la souplesse chez les deux patients. Cette comparaison de mesures physiologiques (distance séparant l'extrémité des doigts et le sol en cm) (2.6) a permis de répondre au faible sentiment d'auto-efficacité exprimé par le patient (vert) en début d'activité. Ensuite, les professionnels se sont concentrés sur les activités du quotidien (ex : passer le balai, porter les courses, conduire, etc.). Pour faire face aux difficultés de mise en œuvre de certaines activités par les patients, un fascicule avec des conseils concernant les mouvements et postures ergonomiques du quotidien leur a été fourni (conseils au format texte et illustration). La stratégie mise en œuvre ici est donc la démonstration du comportement (6.1) via le fascicule.

Ensuite, les patients ont rejoint une psychologue clinicienne qui a d'abord proposé un temps de discussion en groupe. Les patients ont exprimé leur souffrance quotidienne engendrée par la douleur. Par le biais d'une approche cognitivo-comportementale, la psychologue a expliqué l'importance de différencier douleurs physiques et souffrances psychologiques (13.2). Pour faire face à cette dernière, elle a décrit le processus de restructuration cognitive, de décentration de la douleur, et de pleine conscience en invitant les patients à approfondir ces pistes via plusieurs références (4.1). Une séance de relaxation menée par la psychologue a ensuite été proposée (6.1). Les patients se sont allongés, ont écouté la voix de la thérapeute pendant plusieurs minutes, et se sont relevés apaisés.

Pour terminer cette journée, les kinésithérapeutes ont proposé de pratiquer une nouvelle fois la séance d'exercices d'activité physique en terminant par un rappel des bénéfices attendus sur le long terme (12.4).

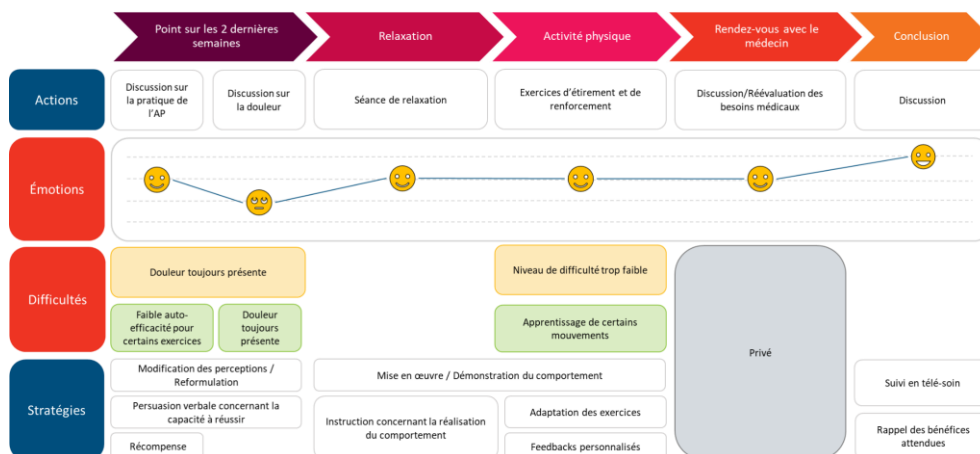


Figure 13: carte d'expérience de la 2ème séance du "OneDay"

Deux semaines plus tard, les patients sont revenus pour une demi-journée (Figure 13). Nous y retrouvons des thématiques similaires à la première journée : éducation, relaxation et activité physique. L'objectif était de faire un point sur les deux semaines passées. Pour cela, les patients ont d'abord parlé de leur rapport à l'activité physique puis à la douleur. Concernant l'activité physique, ils ont indiqué avoir maintenu la pratique, ce qui leur a valu des félicitations de la part des professionnels (10.4). Mais concernant la douleur, le sujet reste difficile pour les patients. Pour maintenir la motivation envers l'activité physique, les professionnels ont utilisé l'auto-conviction (15.1) et la modification des perceptions (13.2) en précisant que l'activité physique permettra d'abord une amélioration de leur qualité de vie avant la diminution des douleurs.

S'en est suivi une séance de relaxation puis d'activité physique, avec les mêmes stratégies que lors de la première journée (4.1, 6.1). Le rendez-vous avec le médecin était privé donc nous n'avons pas pu y assister.

Pour finir, les professionnels ont conclu la journée avec un rappel des bénéfices attendus grâce à l'activité physique (12.4), et ils ont proposé un lien vers une plateforme pour un suivi à distance qui fût très apprécié par les patients. Cette plateforme permet de prendre rendez-vous avec les professionnels de santé en visio-conférence pour suivre l'évolution des patients et leur permettre d'avoir plus de renseignements sur les exercices physiques et la manière de les pratiquer.

## **6.2.2. Entretiens exploratoires**

Deux entretiens semi-directifs ont été menés dans le but de répondre à 2 objectifs : (1) mieux comprendre comment la pathologie impacte le quotidien des patients et (2) identifier les attentes spécifiques envers une application mobile interactive. Ces patients avaient été pris en charge à l'hôpital Cochin dans des interventions similaires à celle présentée précédemment.

### **6.2.2.1. Hypothèses**

Bien que ces entretiens aient été menés dans une perspective exploratoire, nous nous attendons à retrouver des besoins et des difficultés similaires à ceux identifiés dans les précédentes études. Cependant, le point de vue des patients peut nous apporter des compléments d'informations notamment en termes d'attente concernant l'utilisation d'une application pour l'autogestion de leur pathologie.

### **6.2.2.2. Méthode**

#### *Participants*

2 patients souffrant de lombalgie suivis à l'hôpital Cochin ont été recrutés par les professionnels de santé pour participer à cette étude : une femme de 31 ans le 12/07/19 et un homme de 68 ans le 23/07/19.

#### *Procédure*

Le guide d'entretien a été construit de façon à aborder les thématiques suivantes : la pathologie, le traitement, la prise en charge, les stratégies du quotidien et les attentes concernant une application mobile. Les entretiens ont été enregistrés à l'aide d'un dictaphone avec l'accord des participants.

#### *Analyses*

Les retranscriptions ont été effectuées manuellement en rapportant uniquement les propos et en supprimant les répétitions, les erreurs de langage, les hésitations et les remarques annexes. La synthèse des résultats est présentée sous forme de tableau ([Annexe 2a](#)). Les données similaires entre les entretiens sont en vert et les contradictions en orange.

### 6.2.2.3. Résultats

Des différences ont pu être notées concernant le début de la pathologie pour les deux participants. La patiente de 31 ans indique souffrir depuis 5 ans, à la suite d'une chute. Alors que le patient de 68 ans dit présenter des symptômes depuis une quinzaine d'années. Les deux patients témoignent d'une douleur constante, mais la plus jeune semble présenter plus de crises aiguës au quotidien. La posture à risque pour ce genre de crise est d'être debout et statique (ex : transports en commun, files d'attente). Alors que pour le patient plus âgé, les moments douloureux font suite à une posture allongée ou assise prolongée comme au réveil ou après un trajet en voiture. Etant donné que les douleurs étaient présentes depuis déjà plusieurs années pour les deux patients, tous deux ont déjà intégré plusieurs stratégies d'adaptation. Pour la patiente, ce sont surtout des techniques de méditation ou de relaxation, et des activités physiques modérées comme les étirements ou la marche qui lui permettent de gérer ses douleurs. L'activité physique est pour elle difficile à mettre en place à cause du fardeau du traitement et d'un manque de motivation. Le patient était beaucoup plus centré sur l'activité physique et le sport, qui faisait déjà partie de son hygiène de vie avant la pathologie. Celui-ci connaissait les stratégies cognitives (e.g. méditation, relaxation) mais il ne les avait pas intégrés dans son quotidien. Concernant l'impact de la pathologie sur la vie des patients, des différences sont également observées. La patiente insiste sur l'impact sur sa vie sociale à cause des douleurs et du décalage qu'elle a avec l'âge moyen des autres patients lombalgiques. Le patient n'indique pas d'impact sur sa vie sociale mais précise qu'il a perdu confiance en ses capacités et qu'il ne peut plus faire certains sports comme le golf.

La suite de l'entretien s'est concentrée sur les attentes envers une application mobile. D'abord, les deux patients n'avaient jamais essayé d'application mobile pour les accompagner dans la gestion de leur pathologie. D'une part parce qu'ils n'en avaient pas connaissance mais aussi par peur que les exercices proposés ne soient pas adaptés. La patiente souhaite surtout être motivée à pratiquer une activité physique en souhaitant une application lui proposant une variété d'exercices et lui expliquant les muscles sollicités et les bénéfices détaillés. Alors que le patient insiste sur l'accompagnement avec des retours sur sa pratique en temps réel. Concernant la gestion de la

douleur, les deux patients ont souhaité des exercices de méditation. Le patient attend aussi la possibilité d'avoir des conseils en fonction de son type de douleur. Des encouragements, des rappels hebdomadaires et un suivi de l'évolution dans le temps de l'activité physique sont demandés par les deux patients. Les forums de discussion sont suggérés par la patiente pour apporter un certain soutien social et du partage d'informations, mais celle-ci n'est pas intéressée par le partage de données avec le médecin. Le patient est favorable au partage d'informations avec le médecin mais le considère optionnel. Il attend que ce soit l'application qui lui apporte des connaissances sur sa pathologie. Enfin, tous les deux s'accordent sur le fait de ne pas vouloir dialoguer avec un coach virtuel mais un échange unilatéral du coach vers le patient pour donner des conseils est envisagé.

### **6.2.3. Modèle de l'intervention**

Les résultats issus des observations et des entretiens nous ont permis d'identifier différents objectifs cliniques proposés par les professionnels et les patients pour les aider dans leur autogestion de la lombalgie. Globalement, 3 objectifs cliniques ressortent des observations : pratiquer une activité physique régulière, améliorer le confort ergonomique au quotidien et diminuer la souffrance psychique. Pour chacun de ces objectifs, nous avons pu identifier certaines stratégies de changement de comportement employées par les professionnels pour aider les patients. Ces informations constituent le point de départ pour la formalisation d'un premier modèle de l'intervention basé sur le cadre BIT (Mohr et al., 2014). Toutes les stratégies décrites dans cette section sont donc sélectionnées pour être intégrées dans l'application mobile BACK-4P.

Pour la pratique d'une activité physique régulière (*Figure 14*), nous avons identifié 7 stratégies qui étaient les plus utilisées par les professionnels de santé. Nous proposons de les catégoriser en fonction de leur impact sur le processus de changement de comportement basé sur le modèle HAPA (Schwarzer, 2016). En violet, nous supposons que ces stratégies sont plus ciblées sur l'intention d'adopter le comportement (phase motivationnelle), alors qu'en orange, ce sont des stratégies qui visent à soutenir la pratique et le



maintien du comportement (phase volitionnelle). Pour renforcer l'intention comportementale (phase motivationnelle), les professionnels tentent dans un premier temps de modifier les connaissances des utilisateurs, de leur énoncer les conséquences positives de l'activité physique et de les persuader sur leur capacité à pouvoir pratiquer une activité physique pour ceux qui ont un manque de confiance en eux. Ensuite, d'autres stratégies ont été identifiées pour soutenir la mise en place, la pratique et le maintien du comportement. En cohérence avec le modèle HAPA, nous ajoutons la stratégie de planification du comportement. Lors des observations, les professionnels n'ont pas vraiment accompagné les patients à planifier leur activité mais ils utilisaient la résolution de problèmes quand c'était nécessaire pour faciliter cette démarche. La mise en œuvre / démonstration du comportement apporte des opportunités pour un système adaptatif en termes de niveau de difficulté et de retours personnalisés en fonction des performances de l'utilisateur.

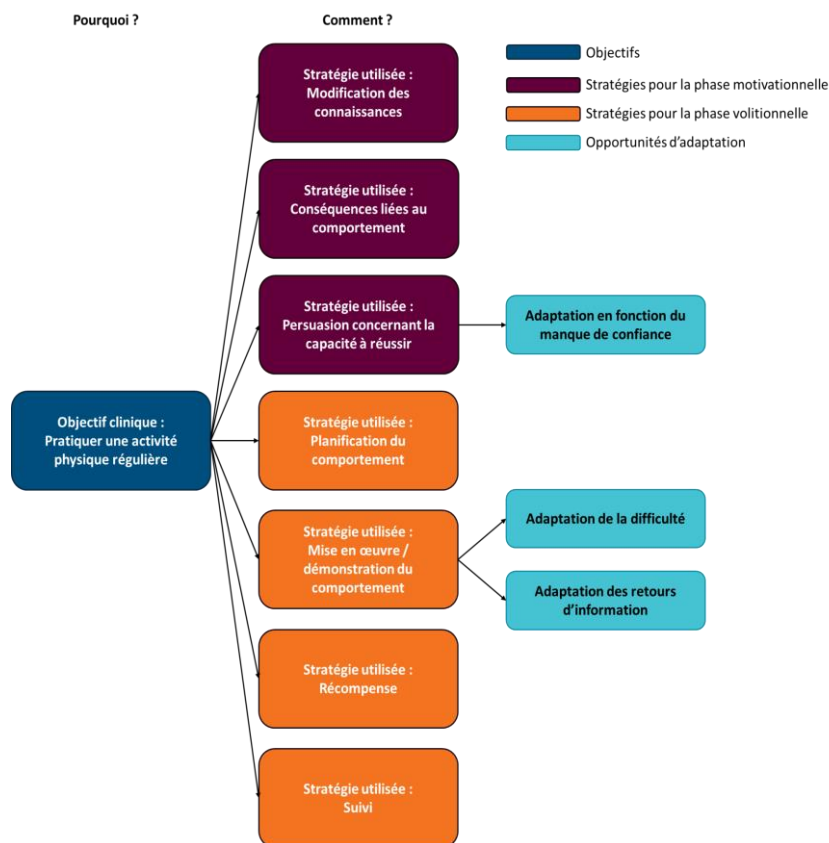
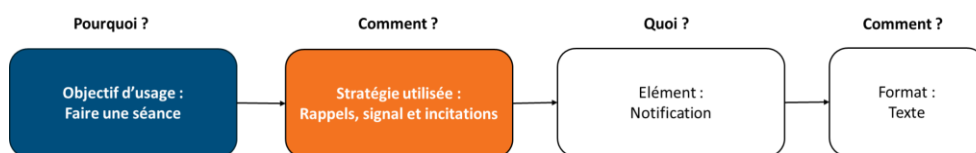


Figure 14: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectif clinique "Pratiquer une activité physique régulière"

De plus, les entretiens ont permis de mettre en lumière deux autres stratégies : le suivi et les rappels. Cette dernière permet de répondre à un objectif d'usage qui est de valider ses séances d'activité physique sur l'application. Ainsi, nous pouvons déjà identifier un premier objectif d'usage, avec la stratégie, l'élément et le format associé (*Figure 15*).



*Figure 15: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectif d'usage "Faire une séance"*

Les autres objectifs cliniques identifiés grâce aux observations et aux entretiens (*Figure 16*) concernent l'amélioration du confort ergonomique et la gestion de la douleur. Peu de stratégies sont utilisées pour ces objectifs comparativement à l'activité physique qui prend une place centrale dans le traitement de la lombalgie. Néanmoins, leur prise en compte semble répondre aux attentes des patients en termes de conseils pour apprendre à mieux gérer leur pathologie au quotidien.

Pour le confort ergonomique, l'idée est de permettre aux patients de regagner en autonomie en leur donnant des conseils de posture et de mouvement leur permettant d'effectuer des tâches du quotidien. Mais pour la gestion de la douleur, nous observons un écart entre l'objectif des patients et celui des professionnels de santé. Les patients sont focalisés sur la diminution de la douleur physique et attendent une solution qui va impacter directement leur état. Alors que les professionnels vont éviter de parler de douleurs physiques et vont plutôt insister sur la diminution de la souffrance psychique pour permettre une meilleure gestion de la douleur. Pour cela, ils préconisent la mise en place de techniques utilisées en TCC tel que la méditation. Néanmoins, il est nécessaire de d'abord renforcer une attitude positive des patients envers cet objectifs pour qu'il puisse l'atteindre (phase motivationnelle), c'est pourquoi les professionnels emploie une stratégie de modification des perceptions avant d'accompagner la mise en œuvre des techniques de TCC (phase volitionnelle).

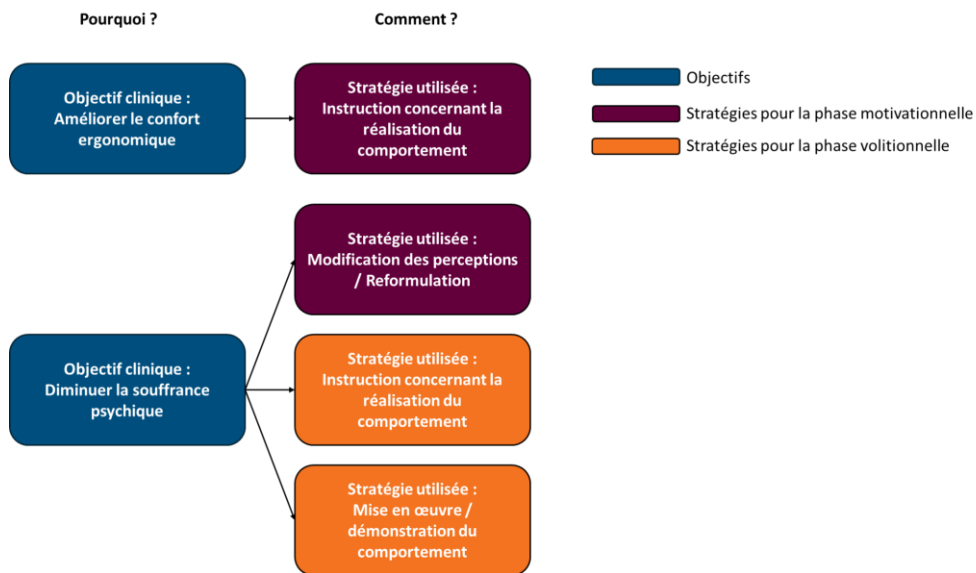


Figure 16: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectifs cliniques "Améliorer le confort ergonomique" et "Diminuer la souffrance psychique"

La section suivante a pour objectif de compléter ce modèle d'intervention en identifiant les éléments, leur format et le flux des opérations associés aux objectifs précédemment décrits.

### 6.3. Comprendre et spécifier les attentes

Pour mesurer à plus grande échelle les attentes des patients envers une application mobile, notamment en termes de fonctions et d'interactions, un questionnaire en ligne a été administré à un panel de patients. Cette étude vise à comprendre et spécifier les attentes des futurs utilisateurs et compléter le modèle d'intervention basé sur le cadre BIT dans l'objectif de concevoir un premier prototype de l'application.

#### 6.3.1. Questionnaire

##### 6.3.1.1. Objectifs

Pour évaluer les attentes générales des patients, nous faisons plusieurs propositions concernant des thématiques et fonctionnalités potentielles pour répondre aux besoins identifiés dans la section précédente. Tout d'abord, nous proposons des exercices permettant d'apprendre à gérer la douleur, des contenus pour augmenter les connaissances médicales sur la lombalgie, des conseils et astuces pour

la gestion quotidienne et des exercices vidéo pour un accompagnement à la pratique d'une activité physique régulière. Nous supposons que ces fonctionnalités peuvent satisfaire le besoin de compétence des patients (Deci & Ryan, 2000). Nous proposons également l'intégration d'un coach virtuel pour personnifier cet accompagnement, et la possibilité de se mettre en relation avec d'autres personnes souffrant de lombalgies. Ces fonctionnalités visent à satisfaire le besoin d'affiliation (Deci & Ryan, 2000). Enfin, nous pensons que les notifications peuvent jouer un rôle important dans l'engagement des utilisateurs, notamment avec des rappels pour l'activité physique. Cela pourrait les aider à maintenir une routine et ainsi satisfaire leur besoin d'autonomie (Deci & Ryan, 2000). Sur la base de ces propositions, nous avons conçu un questionnaire visant à collecter les retours des patients pour répondre à deux objectifs : (1) déterminer les fonctionnalités attendues, et (2) identifier le format approprié pour chacune d'entre elles.

### **6.3.1.2. Méthode**

#### *Participants*

Au total 110 patients lombalgiques issue de la e-cohorte ComPaRe<sup>3</sup> (Tran et al., 2022) ont répondu (75% de femmes ; 30% de 46-55 ans, 26% de 56-65 ans, 17% de 36-45 ans, 15% de +65 ans, 8% de 26-35 ans et 4% de 18-25 ans) entre le 10/07/20 et 16/08/20.

#### *Procédure*

Sur la base des données recueillies dans la section précédente et des objectifs identifiés pour cette section, nous avons conçu, en collaboration avec les professionnels de santé, un questionnaire à destination des futurs utilisateurs. Celui-ci comporte 55 questions ([Annexe 4](#)), avec des questions ouvertes et des échelles de mesure. Les principales thématiques abordées sont : les expériences antérieures envers la technologie, un module « Gestion de la douleur », un module « Activité physique », le partage d'informations et l'utilisation des notifications. Trois types d'échelles ont été utilisés suivant les thématiques :

---

<sup>3</sup> <https://compare.aphp.fr>

- Mesure de l'intérêt envers certaines propositions de fonctionnalité : échelles à 10 modalités (allant de 1 = Pas du tout intéressé(e) à 10 = Tout à fait intéressé(e)).
- Mesure du degré d'accord envers le partage d'informations (avec les patients, les amis/familles et le médecin) : échelles à 5 modalités (allant de 1 = Pas du tout d'accord à 5 = Tout à fait d'accord).
- Mesure de l'intérêt envers certains types de notification : échelle à 5 modalités (allant de 1 = Pas du tout intéressé(e) à 5 = Tout à fait intéressé(e)).

#### *Analyses*

Concernant le traitement des données qualitatives, deux types d'analyses ont été utilisés : (1) des analyses thématiques, en reclassant le contenu par thème et (2) des analyses sémantiques, en s'attachant aux mots employés et leur force dans le discours. Concernant les analyses thématiques, nous avons utilisé un tableur Excel pour étiqueter les données de manière inductive. Un regroupement ascendant a été effectué, nous permettant de déterminer plusieurs thèmes pour chaque question ouverte. Pour les analyses sémantiques, celles-ci ont été utilisées pour représenter les avis des participants sous forme de nuages de mots.

#### **6.3.1.3. Résultats**

Pour commencer, seulement 4% de nos participants affirment avoir déjà utilisé une application pour la gestion du mal de dos, la grande majorité (89%) n'ayant pas connaissance de ce type d'intervention spécifique. Malgré tout, les participants confirment le choix du téléphone mobile (72%) comme dispositif d'accompagnement à l'auto-gestion de la lombalgie comparativement à l'ordinateur (50%) et à la tablette (26%). La répartition des systèmes d'exploitation de téléphone mobile de notre échantillon montre que 74% sont sous Android contre seulement 15% sur IOS.

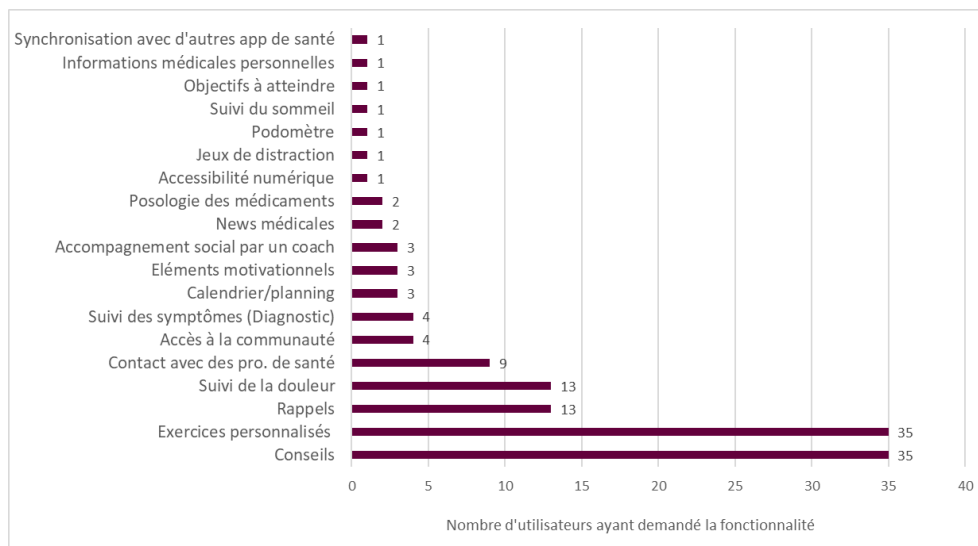


Figure 17: histogramme des fonctionnalités demandées

Pour ce qui est des fonctionnalités générales, les analyses thématiques ont permis de mettre en avant la nécessité d'avoir des exercices personnalisés (32%), des conseils de gestion (32%), des rappels pour les séances d'activité physique (12%) et un suivi de la douleur (12%) (Figure 17).

Nous avons aussi mesuré l'intérêt pour plusieurs fonctionnalités proposées permettant de préciser certaines attentes. Les résultats montrent un intérêt plus important pour des exercices permettant d'apprendre à gérer la douleur (8,9/10), des apports de connaissances médicales sur la lombalgie (8,6/10), des conseils et astuces (8,5/10), des propositions d'exercices vidéo (8,4/10) et un accompagnement de l'activité physique et de la gestion de la douleur (8,3/10). Alors que le chatbot (6,1/10) et la mise en relation avec les pairs (5,8/10) présentaient les plus faibles scores d'intérêt.

Concernant les conseils attendus, 36% souhaitent des conseils de gestion de la douleur, 33% des conseils sur la pratique de l'activité physique et 24% sur des postures et gestes pour la vie quotidienne. Principalement au format vidéo/animation (82%) et/ou texte (62%).

Les questions suivantes portaient sur la proposition de deux modules à intégrer dans une application mobile :

- Module « Gestion de la douleur » : malgré un faible score de réponse (60%), l'avis est presque unanime avec 95% des

répondants qui ont un avis positif envers ce type de module (Figure 19). Les attentes principales identifiées par les analyses thématiques sont des conseils de gestion (33%), des exercices physiques ou de relaxation (14%) et un suivi de l'évolution de la douleur (12%).

- Module « Activité physique » : nous retrouvons un score équivalent de réponse (63%), et un avis similaire avec 90% de réponse positive (Figure 19). Les attentes identifiées par les analyses thématiques sont des exercices adaptés à la pathologie (32%), des nouveaux exercices variés (17%), des éléments motivationnels (12%) et un suivi de l'évolution (10%).



Figure 18: nuages de mots des avis des participants pour les modules « Activité physique » et « Gestion de la douleur », et pour les notifications

Les notifications reçoivent un avis mitigé car jugées souvent “trop nombreuses”, avec 55% de patients qui disent éviter d'utiliser des applications avec cette fonctionnalité. Malgré tout, les analyses sémantiques des commentaires des participants montrent qu'ils comprennent l'intérêt des notifications pour des rappels de suivi du traitement, qui reçoivent un avis majoritairement positif dans ce contexte (67%) (Figure 18). Concernant la fréquence, 54% indiquent préférer avoir une notification par semaine et 31% une fois par jour. Le moment de réception semblait être indifférent pour 55% de notre échantillon. Parmi ceux ayant indiqué une préférence (45%), les moments privilégiés sont principalement le matin (36%) et le soir (26%), mais 34% précisent préférer pouvoir personnaliser ce critère. Les échelles d'intérêt pour le type de notifications montrent un intérêt plus important pour des rappels (3,6/5) mais aussi des conseils généraux (3,58/5).

Pour finir, concernant le partage d'informations, les participants montrent un intérêt modéré pour le partage avec le médecin (3,52/5) et négatif avec les amis/famille (1,76/5) et d'autres patients (2,7/5).

### 6.3.2. Modèle de l'intervention

Grâce aux résultats du questionnaire, nous avons pu proposer une mise à jour du modèle BIT de l'application mobile BACK-4P en ajoutant des propositions d'éléments, de format et de flux des opérations associés aux stratégies précédemment identifiées. Le modèle BIT initial propose 2 flux des opérations possibles (Mohr et al., 2014) : défini par l'utilisateur (c'est l'utilisateur qui choisit quand y accéder) ou défini par des règles. Ce dernier flux consiste à présenter le contenu en fonction de données qui peuvent être basées sur le temps, sur l'exécution des tâches ou sur des événements prédéfinis.

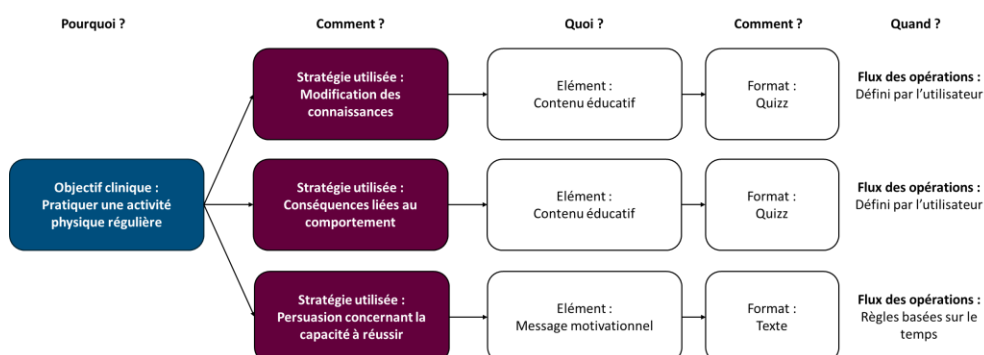


Figure 19: mise à jour du modèle BIT de l'application BACK-4P - stratégies pour la phase motivationnelle de l'objectif clinique "Pratiquer une activité physique régulière"

Concernant la pratique d'une activité physique régulière, plusieurs stratégies utilisées par les professionnels visent à construire l'intention chez les patients notamment par le biais de la modification des connaissances (Figure 19). Cela est en cohérence avec l'attente d'un apport de connaissances médicales sur la lombalgie énoncée par les participants du questionnaire. Ainsi, dans l'intervention nous envisageons du contenu éducatif sous forme de quiz pour répondre à cette attente, mais aussi pour déconstruire les peurs et fausses croyances présentes chez certains profils identifiés dans le chapitre précédent, et enfin pour présenter les conséquences positives liées à la pratique d'une activité physique régulière. Étant donné que l'apport de connaissances est la deuxième fonctionnalité qui intéresse le plus l'ensemble de nos participants dans les questionnaires, nous



choisissons de le rendre disponible à tout moment pendant l'intervention pour que l'utilisateur puisse y accéder à sa convenance (e.g. Flux des opérations : Défini par l'utilisateur).

Pour persuader les patients concernant leur capacité à agir, nous proposons des messages motivationnels sous format texte en raison de leur adaptativité potentielle en fonction des patients (Akker et al., 2015; Ghanvatkar et al., 2019). Aussi, en plus de renforcer l'auto-efficacité, ces messages peuvent être utilisés pour renforcer la motivation envers l'activité physique et répondre à l'attente d'éléments motivationnels pour ce module. L'idée est de pouvoir faire évoluer ces messages au fur et à mesure du temps d'utilisation pour qu'ils suivent l'évolution du patient. C'est pourquoi, nous avons choisi un flux basé sur le temps (e.g. Flux des opérations : Règles basées sur le temps).

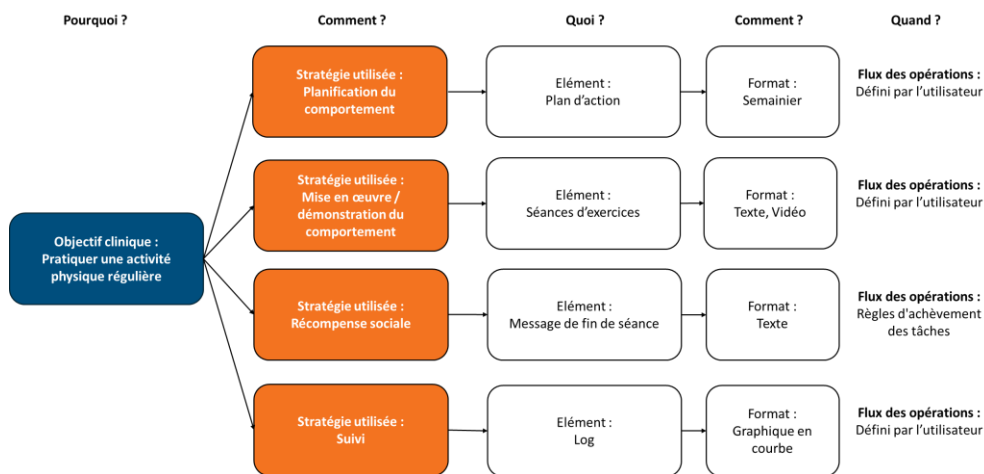


Figure 20: mise à jour du modèle BIT de l'application BACK-4P - stratégies pour la phase volitionnelle de l'objectif clinique "Pratiquer une activité physique régulière"

Ensuite, les autres stratégies visent à accompagner les patients dans la pratique d'une activité physique (phase volitionnelle du modèle HAPA) (Figure 20). Pour cela, nous avons identifié la stratégie de planification du comportement qui est aussi décrite dans le modèle HAPA avec un plan d'action (Schwarzer, 2016). En cohérence avec les attentes énoncées dans les entretiens, les participants du questionnaire ont indiqué vouloir des rappels pour les séances d'activité physique et admettent l'utilité des notifications pour cette raison. Etant donné que les professionnels préconisent au moins 3 séances par semaine, nous proposons un semainier générique dans lequel les utilisateurs pourront planifier les jours et heures auxquels ils souhaitent recevoir

un rappel pour faire leurs séances. Pour la mise en œuvre du comportement, nous suivons la volonté des participants du questionnaire d'avoir des exercices sous format vidéo. En fin de séance, nous envisageons un message sous format texte délivré par un coach virtuel pour féliciter les patients en accord avec la stratégie de récompense sociale qui consiste à récompenser verbalement ou non-verbalement une personne pour ses efforts (e.g. Flux des opérations : Règles d'achèvement des tâches). Une dernière stratégie attendue par les patients lors des entretiens et du questionnaire est un suivi de l'évolution aussi bien pour l'activité physique que pour la douleur. En réponse à cette attente, nous proposons un graphique en courbes permettant de visualiser cette évolution, et que les utilisateurs pourront consulter à tout moment.

Pour un module de gestion de la douleur (*Figure 21*), les patients attendent aussi des exercices de relaxation et des conseils. Sur la base des connaissances récoltées lors des observations concernant l'apport de la thérapie cognitivo-comportementale (TCC) pour gérer la douleur, nous avons identifié la nécessité de modifier les perceptions des patients pour qu'ils comprennent l'intérêt de cette approche. Dans ce sens, nous proposons d'ajouter un quiz centré sur la souffrance psychique liée à la lombalgie. Pour ce qui est des conseils de gestion demandés, nous les intégrons en guise d'instructions pour la réalisation de différentes techniques utilisées en TCC pour aider les patients à gérer leur souffrance. Enfin, les exercices de relaxation sont largement recommandés et demandés par les participants, c'est pourquoi nous choisissons aussi d'intégrer des audios pour accompagner la mise en œuvre de ce comportement.

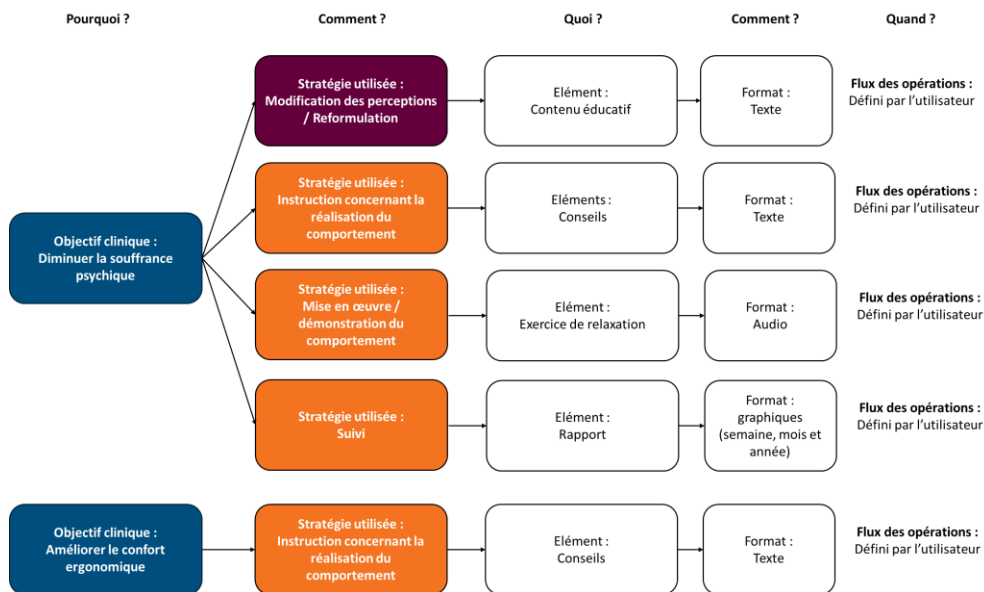


Figure 21: mise à jour du modèle BIT de l'application BACK-4P - stratégies pour les objectifs cliniques "Améliorer le confort ergonomique" et "Diminuer la souffrance psychique"

Pour finir, concernant l'amélioration du confort ergonomique (Figure 21), les participants ayant répondu au questionnaire ont indiqué souhaiter des conseils concernant les postures et les gestes pour la vie quotidienne sous format vidéo/animation ou texte. Dans un souci de coût de conception, nous sélectionnons un format icône et texte.

Finalement, la formalisation du modèle BIT de l'application BACK-4P nous permet d'identifier 4 modules pour organiser l'application : connaissance, activité physique, gestion de la douleur et ergonomie. La section suivante décrit le processus collaboratif avec les professionnels et les patients pour concevoir la maquette de l'application.

## 6.4. Co-conception du prototype

### 6.4.1. Maquettage avec les professionnels de santé

Sur la base du modèle BIT précédemment formalisé, nous avons conçu, avec le logiciel Balsamiq, des maquettes de l'application mobile BACK-4P. Ce genre de maquette a pour objectif de proposer une représentation schématique de l'application pour construire son architecture, sans aucun graphisme abouti ni implémentation de

fonctionnalités à part la navigation d'un écran à un autre. Chaque écran a été présenté aux professionnels de santé dans le cadre de réunions d'équipe. Dans cette section, nous détaillons les propositions et améliorations retenues.

#### 6.4.1.1. Initialisation



Figure 22: maquette de l'app BACK-4P - Initialisation du compte

Afin d'avoir un accompagnement personnalisé, il est nécessaire que l'utilisateur se crée un compte et qu'il renseigne les données permettant d'identifier son profil. Deux propositions d'interaction ont émergé pour répondre à cet objectif (Figure 22). La première sous forme conversationnelle vise à se rapprocher au plus près d'un entretien entre patient et professionnel alors que le second propose une interface plus classique sous forme de formulaire. Malgré le faible score d'intérêt envers les chatbots dans l'étude par questionnaire, les participants n'ont pas rejeté cette fonctionnalité, c'est pourquoi nous avons décidé de la maquetter. Intégrer un coach virtuel pour personifier l'accompagnement pourrait être une opportunité intéressante pour la mise en œuvre de la stratégie de persuasion concernant la capacité à réussir, et plus globalement afin d'apporter un soutien social et motivationnel (El Kamali et al., 2020, 2023).

### 6.4.1.2. Accueil, Modules "Suivi" et "Communauté"

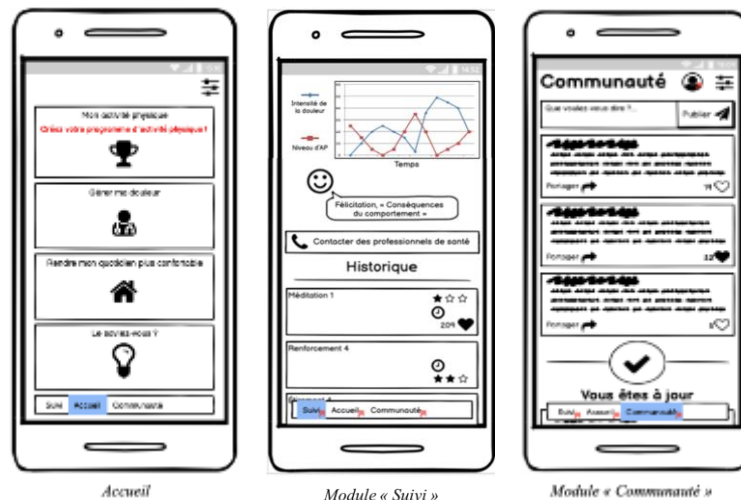


Figure 23: maquette de l'app BACK-4P - Module "Suivi", page d'accueil et Module "Communauté"

L'interface d'accueil de l'application (Figure 23) donne directement accès aux quatre principaux modules identifiés précédemment : "Activité physique", "Gestion de la douleur", "Connaissance" et "Ergonomie". La barre de menu en bas de l'écran permet d'accéder aux autres modules envisagés ("Suivi" et "Communauté").

Le module "Suivi", accessible depuis la barre de menu, vise à proposer un suivi de la douleur et de l'activité physique de l'utilisateur sous forme de graphiques en courbes. Les professionnels de santé étaient assez partagés sur la présentation du graphique combinant mesure de l'activité physique et niveau de douleur. Le risque étant que les patients attendent une corrélation directe qui ne peut être observée sur un court laps de temps. De plus, de nombreux autres facteurs influent sur la perception de la douleur ce qui peut biaiser leur conclusion voire les démotiver dans la pratique d'une activité physique. Étant donné que le suivi reste une fonctionnalité très attendue par les utilisateurs, nous avons convenu avec les professionnels d'ajouter une mesure de l'humeur (dont l'interface de saisie devra être créée) afin d'aider les patients à différencier leur douleur et leur souffrance psychique (appelée humeur ici). Les résultats des entretiens et du questionnaire

ont montré un avis mitigé pour le partage d'informations avec le médecin. Pour que cela soit possible, il faudrait une interface dédiée aux professionnels pour consulter les données des patients. Cela dévie de l'objectif initial de l'application qui est de permettre une gestion autonome de la lombalgie. Malgré tout, pour répondre au besoin de soutien médical demandé par les patients, nous proposons la possibilité de rediriger vers des contacts de professionnels de santé depuis l'application.

Malgré des avis mitigés envers le partage d'informations avec des pairs dans les réponses au questionnaire, nous proposons un module "Communauté" qui permet de mettre en lien les utilisateurs qui le souhaitent et ainsi répondre au besoin de relation décrit dans la TAD.

### 6.4.1.3. Module "Activité physique"

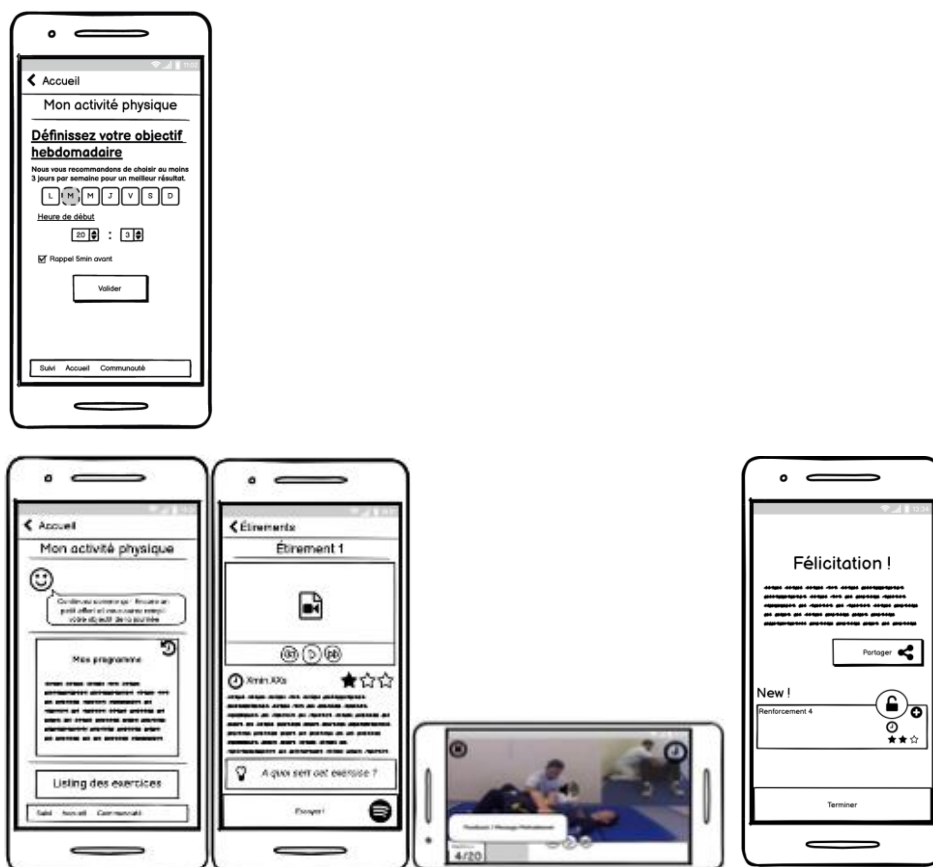


Figure 24: maquette de l'app BACK-4P - Module "Activité physique"

Le module "Activité physique" (Figure 24) a pour objectif d'accompagner l'utilisateur dans la planification et la pratique par le

biais d'exercices d'étirement et de renforcement. Dans la section précédente, les patients ont aussi insisté sur leur volonté d'avoir des exercices physiques variés et spécifiques à la gestion de la douleur ce qui a permis d'aider les professionnels à spécifier leur sélection pour l'intervention. Pour que l'utilisateur se sente autonome dans le choix de ses exercices, nous proposons des séances préconçues avec différents niveaux de difficulté, mais aussi la possibilité de créer sa séance. Lorsque l'utilisateur clique sur un exercice, une fiche descriptive lui est présentée. L'idée est d'apporter des instructions textuelles mais aussi de décrire les bienfaits de l'exercice. Pour effectuer une séance, l'utilisateur peut visionner les vidéos des exercices en continue avec l'affichage du nombre de répétitions et le décompte du temps restant. A la fin de la séance, une dernière interface pour féliciter et récompenser l'utilisateur est affichée. En guise de récompense, nous proposons de débloquer de nouveaux exercices en fonction de l'évolution du niveau.

#### 6.4.1.4. Module "Gestion de la douleur"



Figure 25: maquette de l'app BACK-4P - Module "Gestion de la douleur"

Le deuxième module proposé vise à offrir des solutions de gestion de la douleur pour le patient (Figure 25). Dans un premier temps, nous proposons au patient d'enregistrer son niveau de douleur pour lui permettre d'avoir un suivi de son évolution. Dans l'hypothèse où un coach virtuel serait présent dans l'application, nous proposons une deuxième fonctionnalité avec un chatbot qui guide l'utilisateur dans la pratique de différentes techniques de la TCC (Thérapie

Comportementale et Cognitive) à l'image d'un entretien clinique. Une deuxième possibilité est une liste de conseils qui décrivent et guident sur ces mêmes techniques. La dernière fonctionnalité est la mise à disposition d'audio de relaxation ou de méditation.

#### 6.4.1.5. Modules "Connaissance" et "Ergonomie"



Figure 26: maquette de l'app BACK-4P - Module "Ergonomie" et Module "Connaissance"

Pour modifier les croyances des utilisateurs et augmenter leur intention de changer de comportement, le module "Connaissance" propose plusieurs quiz (Figure 26). Le premier vise à répondre à l'attente des utilisateurs d'approfondir leurs connaissances sur la lombalgie. Le second a pour ambition de déconstruire les peurs et fausses croyances liées à l'activité physique. Le troisième met en avant les conséquences positives liées à une pratique régulière. Enfin, le dernier quiz se concentre sur la souffrance psychique liée à la lombalgie pour introduire la pertinence d'une approche TCC. Pour finir, le module "Ergonomie" (Figure 26) propose une liste de conseils ergonomiques en fonction des activités du quotidien.

Toutes ces propositions co-construites avec les professionnels de santé ne constituent qu'une ébauche qui nécessite d'être retravaillée avec les patients pour répondre au plus près de leurs attentes.



## **6.4.2. Ateliers de co-conception avec les patients**

En accord avec une démarche de conception participative, nous avons mené des ateliers de co-conception avec des patients dans l'objectif de valider et d'augmenter les fonctionnalités et les interactions proposées ci-dessus suite au maquettage réalisé avec les professionnels de santé et décrit dans la section précédente.

### **6.4.2.1. Hypothèses**

Les maquettes décrites précédemment constituent des propositions détaillées concernant les fonctionnalités et interactions envisagées dans l'application. Nous supposons que ces interfaces sont suffisamment claires pour permettre aux patients de comprendre rapidement les fonctionnalités proposées. Concernant les interactions envisagées, plusieurs propositions ont été maquettées. Nous supposons que la proposition d'un coach virtuel pourrait permettre de personifier l'accompagnement personnalisé tout en offrant un soutien constant. Un processus interactif tel qu'un chatbot pourrait mettre en jeu ce coach virtuel notamment pour initialiser le profil de l'utilisateur. Nous envisageons également que les patients apprécieront la possibilité de customiser l'application, notamment en adaptant les paramètres des notifications et l'apparence de l'interface. Pour le module "Activité physique", nous posons l'hypothèse que les utilisateurs souhaiteront avoir accès à la fois aux exercices de manière individuelle mais aussi à des séances préconçues, et à la possibilité de créer leur propre séance. Concernant le module "Gestion de la douleur", nous pensons que l'utilisation du chatbot en cas de douleur pourrait offrir un soutien rapide et efficace, aidant les patients à gérer les crises de manière autonome. Nous testons également l'attrait pour un module centré sur l'apport de connaissances via des quiz, avec des informations médicales et des ressources éducatives sur la lombalgie, l'activité physique et la gestion de la douleur, aidant ainsi les patients à construire leur intention d'adopter les comportements recommandés. Nous investiguons aussi l'intérêt et la clarté du module "Ergonomie", supposant que des conseils textes sur les postures et les aménagements pour des activités du quotidien pourraient être bien reçus. L'intérêt et la compréhension des modules "Suivi" et "Communauté" sont également explorés, avec l'hypothèse que ce

dernier sera perçu comme un atout pour la satisfaction du besoin de relation, le soutien moral et le partage de conseils.

#### **6.4.2.2. Méthode**

##### *Participants*

Au total, 10 patients ont participé aux ateliers (5 en groupe et 5 en individuel). Les patients ont été sélectionnés par des professionnels de santé en privilégiant ceux qui n'avaient pas eu recours à de lourdes interventions médicales, car l'application a plutôt une vocation préventive pour des patients avec une lombalgie commune. Concernant le groupe de 5 patients (3 femmes et 2 hommes ; 37-54 ans), tous étaient suivis en hôpital de jour et connaissaient donc les différentes approches de prise en charge d'un accompagnement multidisciplinaire (médecins, kinésithérapeutes, ergothérapeutes, psychologues). Pour les participants aux ateliers individuels, 4 femmes et 1 homme ont participé (22-51 ans), chacun avec des types de suivis variés (hôpital de jour, médecine de ville, programme de réentraînement à l'effort). Pour ce qui est de la catégorie socioprofessionnelle, nous avons 4 professions intermédiaires, 3 cadres et professions intellectuelles supérieures, 2 employés et 1 commerçant.

##### *Procédure*

Les ateliers se sont déroulés entre le 23/03/21 et le 03/04/21. Étant donné le contexte pandémique dans lequel nous nous trouvons à cette période, ils se sont déroulés en visioconférence. Le format initial des ateliers était en groupe de 5 patients dirigé par un chercheur en IHM pour une durée d'1h30. Néanmoins, bien que les participants aient tous été très impliqués durant le premier atelier, la contrainte de la visioconférence a révélé des lacunes dans les interactions et la gestion du temps (prolongement de 30min sur le temps prévu). De ce fait, nous avons changé le format des ateliers suivants en individuel. Les ateliers semi structurés suivaient les recommandations de Kallio et al. (2016) et étaient découpés en 3 temps :

- Introduction : cette étape vise à présenter les objectifs et le déroulement de l'atelier, à identifier les expériences précédentes, les attentes générales envers une application

mobile pour l'autogestion de la lombalgie et l'apport d'un agent virtuel pour personnifier le coaching de l'application.

- Application : plusieurs modules correspondant aux besoins identifiés dans la section précédente ont été présentés au fur et à mesure de l'atelier sous forme de maquette fonctionnelle conçus avec le logiciel Balsamiq : Initialisation, Module « Activité physique », Module « Gestion de la douleur », Module « Ergonomie », Module « Connaissance », Module « Suivi » et Module « Communauté ».
- Conclusion : les participants étaient invités à donner leur avis général envers l'intervention mobile proposée et les améliorations possibles.

Chaque module a été abordé en suivant la trame suivante : (1) présentation des maquettes fonctionnelles sans aucune description, (2) récolte de l'avis des participants concernant leurs impressions et leur compréhension, (3) description des maquettes par le chercheur et (4) récolte des commentaires et suggestions d'amélioration des participants. Les ateliers étaient enregistrés en vidéo avec l'accord écrit des participants ce qui a permis de retranscrire l'ensemble des réponses.

#### *Analyses*

La synthèse des résultats est présentée sous forme de tableau avec les avis récurrents ou unanimes en gras suivi de certaines suggestions individuelles. Nous avons annoté en vert les avis en accord avec les données présentées dans la section précédente et en orange ceux qui étaient en contradiction.

#### **6.4.2.3. Résultats**

Tous les participants ont indiqué ne pas connaître d'application mobile pour l'autogestion de la lombalgie. Les participants ont énuméré des attentes précédemment identifiées, à savoir l'importance de donner du sens à l'activité physique, d'accompagner la pratique, d'adapter les exercices, d'apporter un suivi de l'évolution, des solutions pour la gestion de la douleur et un apport de connaissance. Concernant l'intégration d'un coach virtuel, l'avis est mitigé. Celui-ci pourrait être accepté avec une apparence humaine, sportive mais pas

complexante, à l'image d'un kinésithérapeute expert dans la prise en charge de la lombalgie. En tout cas, l'utilisation d'un chatbot pour renseigner son profil est rejetée par les patients qui préfèrent une interface plus classique sous forme de formulaire.

Pour le module « Activité physique », les patients ont préféré les programmes préconçus plutôt qu'un accès à l'ensemble des exercices séparés. Ces programmes doivent pouvoir offrir un choix dans la difficulté ou la durée. Dans la présentation des exercices du programme, il faut indiquer les accessoires nécessaires et expliquer les muscles sollicités et leur fonction. Pour accompagner la pratique des exercices, le format vidéo est le plus adapté. Certains patients sont très enthousiastes à l'idée d'avoir des éléments de ludification pour suivre l'évolution, alors que d'autres ne souhaitent pas en avoir. Néanmoins, tout le monde s'accorde sur l'importance d'avoir des objectifs précis et quantifiables (ex : nombre de séances, temps d'activité, niveau de difficulté).

Concernant le module « Gestion de la douleur », certains souhaitent avoir la possibilité d'enregistrer régulièrement leurs douleurs alors que d'autres disent qu'ils n'y penseront pas. Plusieurs suggestions de fréquence et de moment adéquats ont été proposées pour que le système demande cette information. Globalement, les participants s'accordent sur une sollicitation par jour, à l'ouverture de l'application, et avec la possibilité de pouvoir enregistrer à d'autres moments s'ils le souhaitent. Aussi, les patients attendent de pouvoir enregistrer la localisation de leur douleur, les éléments de contexte et les conséquences. Pour gérer la douleur, les exercices de méditation sont très appréciés. Les patients sont aussi très intéressés par une liste de conseils en cas de douleur. Le chatbot est quant à lui invalidé, mais certains patients demandent une réponse de l'application lors de l'enregistrement d'une forte douleur qui les inciterait à utiliser les outils proposés (e.g. audio de méditation, conseils de gestion).

Les patients ont tous validé le module « Ergonomie » qui présente des conseils d'ergothérapeutes en fonction de situation du quotidien.

Le module « Connaissance » propose des quiz concernant la lombalgie, les bienfaits de l'activité physique, les fausses croyances et les mécanismes de la douleur. Toutes ces thématiques ont été validées mais le titre "Neuroscience de la douleur" est jugé insuffisamment vulgarisé. Les patients ont proposé de le remplacer par "Comprendre ma douleur".

Pour le module « Suivi », les patients attendent plus de détails sur l'évolution avec un graphique qui présente les données sur la semaine, le mois et l'année. Aussi, ils souhaitent pouvoir intégrer des notes lors de l'enregistrement de leur douleur, pour leur permettre d'identifier les facteurs sous-jacents. Des encouragements et des récompenses en fonction de l'évolution sont aussi demandés. Selon les patients, le contact avec un professionnel de santé ne semble pas être nécessaire pour ce type d'application.

Enfin, le module « Communauté » propose un forum de discussion avec les autres utilisateurs. Le dialogue entre utilisateurs n'a pas été validé par les participants bien que le partage d'informations et d'expériences semble susciter de l'intérêt pour certains.

Pour conclure, les patients ont indiqué que l'application répond aux principales attentes. Ils rapportent se sentir confiant en leurs capacités à l'utiliser fréquemment voire quotidiennement. Le tableau de détail des résultats est présenté en annexe ([Annexe 2b](#)).

### **6.4.3. Recommandations pour la conception**

Les résultats des observations, des entretiens, du questionnaire et des ateliers de co-conception nous permettent d'émettre 4 recommandations pour la conception d'une application mobile d'aide à l'autogestion de la lombalgie chronique :

#### **6.4.3.1. *Faire le lien entre douleur et activité physique***

Un frein à la motivation est le manque de sens envers la pratique des exercices physiques. Les patients indiquent ne pas comprendre la plus-value de certains exercices qu'ils pratiquent. Bien que les professionnels de santé présentent les avantages généraux de la

pratique de l'activité physique, des détails spécifiques sont attendus par les patients. Une manière de répondre à cette attente serait d'apporter un descriptif pour chaque exercice proposé en précisant les muscles sollicités via un schéma ou une illustration et les bénéfices perçus. Apporter du sens permettrait de rendre les patients plus compétents envers leur pratique et ainsi favoriser leur motivation autonome (Deci & Ryan, 1990; Ryan & Deci, 2000). Cependant, dans le cas de la lombalgie commune, il n'y a pas de contre-indication ou de préconisation précise qui permettent de personnaliser le choix des exercices. En cas de douleur, il est conseillé de privilégier les étirements plutôt que le renforcement pour que le patient ne cesse pas son activité. Mais le renforcement est aussi essentiel pour limiter les douleurs à long terme. Ainsi, nous préconisons de proposer plusieurs programmes adaptés en fonction des possibles états du patient (ex : douloureux, habituel, en forme). D'autre part, la plus-value d'une application mobile pour les patients est de pouvoir bénéficier d'un suivi sur le long terme. Ceci représente une belle opportunité d'illustrer le lien personnel de l'utilisateur entre sa fréquence d'activité physique et ses douleurs, aussi modulé par ses émotions.

#### **6.4.3.2. Comprendre l'impact des émotions sur la douleur**

La question de l'évaluation de la douleur est une donnée essentielle pour les patients mais relève plusieurs difficultés car elle n'est pas vécue de la même manière selon la personne ou selon son état émotionnel. Une attente fréquente exprimée par les patients est de pouvoir enregistrer ou capter des éléments de contexte lors de l'enregistrement des douleurs. L'expertise des professionnels de santé nous a permis de corriger cette demande. En effet, cela témoigne du besoin des patients à comprendre ce qui peut causer leurs douleurs. Les soignants sont souvent confrontés à cette question mais aucune donnée dans la littérature ne permet d'identifier des éléments de contexte précis, hormis le mal-être au travail ou les émotions (Hoy et al., 2010). Le risque d'une telle fonctionnalité serait de contribuer aux fausses croyances des patients. Nous recommandons plutôt d'enregistrer un retour d'information plus général, tel que l'humeur, pour aider le patient à comprendre l'impact de ses émotions sur sa douleur. En fonction du niveau de douleur ou d'humeur, il est possible

de recommander des outils de thérapie cognitivo-comportementale. Les processus mis en œuvre comprennent l'éducation et l'information, la reformulation des croyances, l'apprentissage des stratégies d'adaptation et la réassurance, les auto-injonctions positives, le travail sur les cognitions dysfonctionnelles, la gestion du stress, la relaxation, la méditation pleine conscience, l'hypnose, etc (Rozenberg et al., 2012). Dans notre étude, les exercices de médiation ont reçu des avis très favorables des patients.

#### **6.4.3.3. Apporter un soutien physique et psychologique contextualisé**

La pratique d'une activité physique régulière est le comportement cible à mettre en place chez les patients lombalgiques. Pour cela, les patients ont besoin d'un soutien à 2 niveaux pour accompagner ce comportement : pendant la pratique et dans le maintien de la régularité. Pour accompagner la pratique, nous recommandons des vidéos d'exercices que le patient peut visionner en même temps qu'il les effectue. Cela nécessite d'apporter une attention particulière aux consignes et aux conseils audios lors de la séance. Certaines applications comme Kemtai<sup>4</sup> proposent même un suivi interactif en temps réel en analysant la posture des utilisateurs via caméra ou capteurs pour donner des conseils personnalisés sur la manière de réaliser un exercice (Zhou et al., 2008; Allseits et al., 2018). Bien que les notifications, en général, ne reçoivent pas d'avis très positif, des rappels hebdomadaires semblent être une fonctionnalité indispensable pour accompagner la régularité. C'est même l'une des principales fonctionnalités demandées par les patients. Ces notifications doivent aussi être conçues et évaluées pour garantir leur consultation effective (son, image, interactivité, fréquence d'affichage). Le moment le plus approprié selon nos participants est celui déterminé par l'utilisateur, ce qui permettrait de favoriser son besoin d'autonomie (Deci & Ryan, 2008). Cette étape pourrait être une opportunité pour la mise en place d'une prise de décision partagée avec le système et faire partie intégrante du processus de changement de comportement du patient comme phase de planification (Schwarzer, 2016).

---

<sup>4</sup> <https://kentai.com/>

D'autre part, un soutien quotidien pour éviter les douleurs est aussi une demande récurrente. Pour cela, des conseils ergonomiques en fonction des activités du quotidien peuvent être envisagés. Ces conseils peuvent être d'ordre physique, avec des recommandations concernant les postures et mouvements appropriés, ou matériels en proposant des équipements adaptés à certaines situations. Une autre suggestion pour éviter les douleurs au quotidien était de proposer des rappels pour bouger lors d'activité sédentaire.

Pour finir, étant donné la place de la douleur et de la souffrance engendrée dans cette pathologie, il est indispensable d'apporter un soutien psychologique. Pour cela, des outils de thérapie cognitivo-comportementale tels que la méditation ou l'éducation peuvent être très utiles, mais l'apport d'un soutien social par le biais de partage d'expérience est aussi envisageable.

#### **6.4.3.4. Soigner la phase d'adoption de l'intervention mobile**

Presque la totalité de nos participants indique ne pas connaître d'application pour le mal de dos, ou de ne jamais en avoir utilisé. Les principales raisons évoquées sont le fait de ne simplement pas y avoir pensé mais aussi par peur que les applications ne soient pas adaptées. Ainsi, nous recommandons de fournir des efforts sur la promotion et la communication de l'application, mais aussi et surtout d'insister sur l'adaptation du contenu proposé en fonction de la pathologie. De plus, préciser que l'application a été conçue avec des professionnels de santé permettrait d'augmenter la persuasion du message (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009).

Sur l'appui de ces recommandations et des retours des professionnels de santé et des patients sur la maquette de l'application, nous présentons dans la section suivante une nouvelle maquette plus aboutie de l'application mobile BACK-4P.

#### **6.4.4. Finalisation du prototype**

Une seconde maquette proposant un design graphique des interfaces a été conçue par le biais du logiciel Adobe XD en tenant compte des commentaires des participants aux ateliers de co-conception. Le choix des couleurs s'est appuyé sur la charte graphique



du projet BACK-4P préalablement établie par une agence de communication. La conception graphique de cette maquette a été menée en collaboration avec un designer indépendant (Simon Philipot) qui a participé à la création d'illustrations dans l'objectif de rendre les interfaces plus attrayantes. Le contenu médical (vidéos, audio, texte) a été co-construit avec l'équipe partenaire de professionnels de santé de l'hôpital Cochin. Dans cette section, nous détaillons chacune des interfaces en expliquant les choix de conception.

#### 6.4.4.1. Initialisation

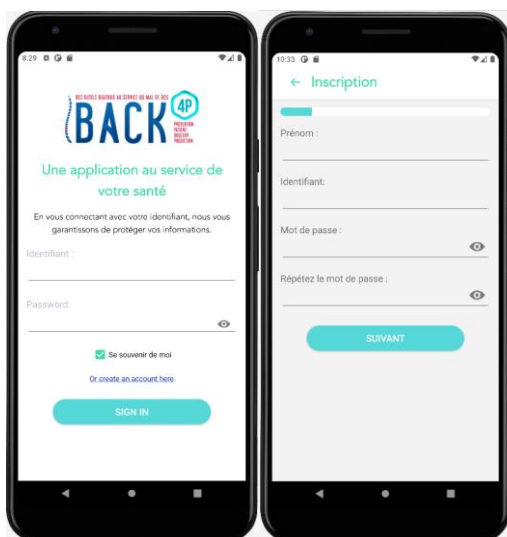


Figure 27: prototype de l'app BACK-4P - Initialisation

Nous avons choisi une représentation humaine du coach virtuel, en reprenant l'image d'un kinésithérapeute de l'hôpital Cochin. Etant donné que le chatbot n'a pas reçu d'avis favorable lors des ateliers de co-conception, nous avons choisi une présentation sous forme de formulaire pour créer le profil de l'utilisateur (Figure 27).

#### 6.4.4.2. Accueil et Module "Suivi"

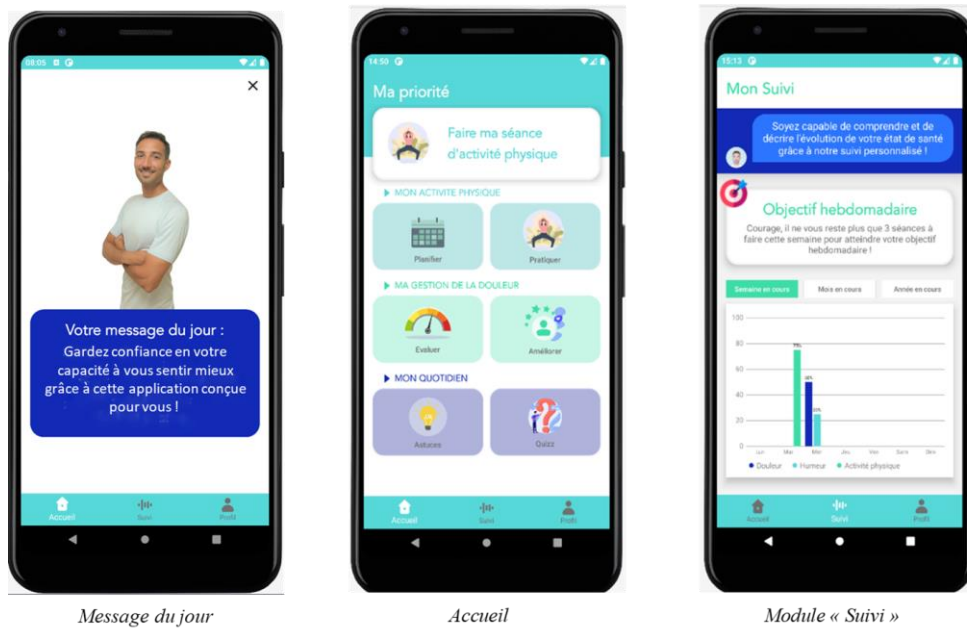


Figure 28: prototype de l'app BACK-4P - Accueil et Module "Suivi"

Pour renforcer l'auto-efficacité et la motivation des utilisateurs, nous affichons un "message du jour" (Figure 28) délivré par le coach virtuel qui apparaît à chaque fois que l'utilisateur ouvre l'application. L'utilisateur a la possibilité de fermer le message. Nous détaillerons la construction et le contenu de ces messages dans la section suivante concernant l'adaptation de l'intervention.

L'interface d'accueil (Figure 28) a été réorganisée de manière à faciliter l'accès à l'ensemble des fonctionnalités de l'application. Tout d'abord, la zone supérieure, nommée "Ma Priorité" vise à guider l'utilisateur vers certaines fonctionnalités adaptées à son profil. Bien que l'application propose des fonctionnalités pour répondre aux objectifs cliniques précédemment identifiés dans le modèle BIT, plusieurs objectifs d'usages ont aussi émergé. Selon Mohr et al. (2014), les objectifs d'usage se concentrent sur le maintien de l'engagement envers l'intervention général et/ou avec ses composantes spécifiques. Ici, nous avons identifié 5 objectifs d'usage en lien avec les principales fonctionnalités proposées dans l'application (Figure 29). "Faire une séance" avait déjà été décrit en partie, avec le rappel sous forme de notification défini par l'utilisateur (Figure 15). Pour répondre à ces objectifs d'usage, nous proposons des recommandations pour inciter

l'utilisation des fonctionnalités proposées. Celles-ci apparaissent alors une à une sous la forme d'un bouton nommé "Ma priorité" pour guider l'utilisateur vers les fonctionnalités adaptées à ses besoins.

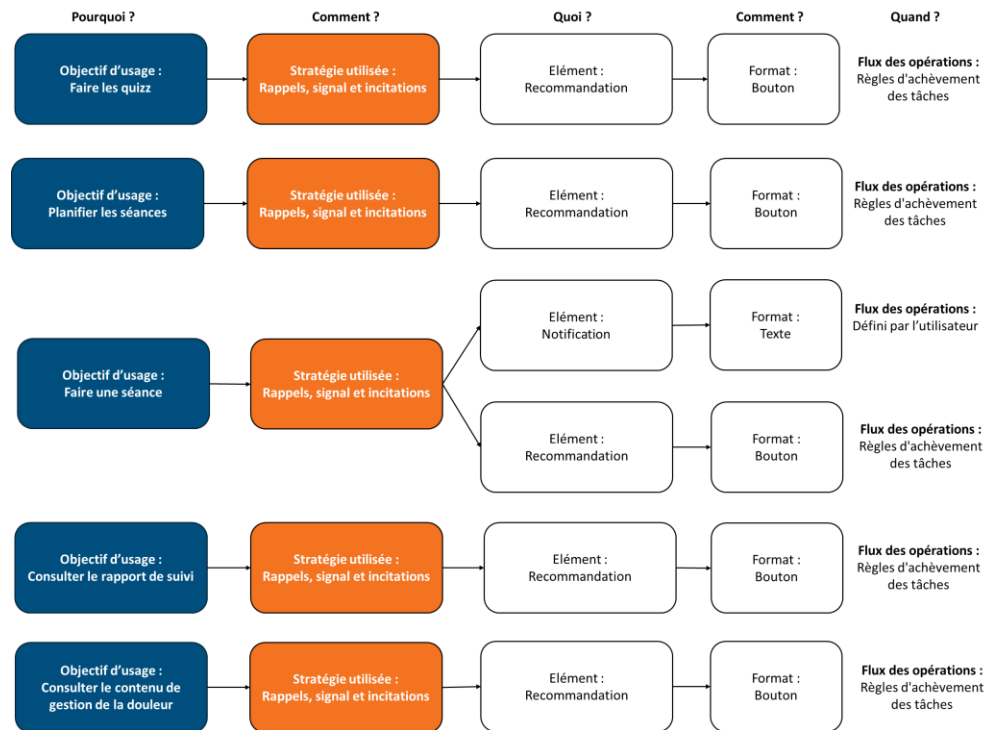


Figure 29: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectifs d'usages

Ensuite, 3 thématiques principales organisent l'interface : mon activité physique, ma gestion de la douleur et mon quotidien. Enfin, la barre de menu permet toujours d'avoir accès au module "Suivi" qui affiche des graphiques en barres sur la fréquence de l'activité physique et le niveau de douleur et d'humeur rapportés par l'utilisateur (Figure 28). Il est possible de visualiser les données sur la semaine, le mois et l'année.

#### 6.4.4.3. Module "Activité physique"

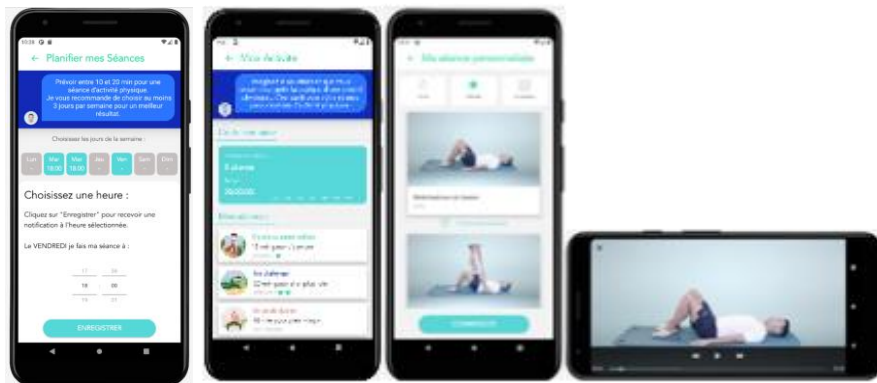


Figure 30: prototype de l'app BACK-4P - Module "Activité physique"

Le module "Activité physique" est décomposé en 2 onglets (Figure 30) : Planifier et Pratiquer. Lorsque l'utilisateur clique sur "Planifier", il a accès à un semainier où il peut enregistrer des rappels aux jours et heures souhaités, qui seront ensuite affichés sous forme de notification.

Via l'onglet "Pratiquer", l'utilisateur accède à une interface qui propose trois séances préconçues par trois kinésithérapeutes et un médecin : "Ma routine", "Me challenger" et "En cas de douleur". Ces séances proposent un choix varié en termes de difficulté et de durée. Pour permettre à l'utilisateur d'avoir une vue rapide sur sa régularité, un graphique en barre présente le nombre de séances et le temps d'activité effectués sur la semaine en cours.

Après avoir sélectionné une séance, son détail apparaît sur une nouvelle interface pour permettre à l'utilisateur de voir le déroulé des exercices qui composent la séance et les consignes de chaque exercice. Quand l'utilisateur clique sur "Commencer", chaque exercice est présenté sous format vidéo et défile automatiquement dans l'ordre énoncé. Le contenu vidéo a été réalisé par les kinésithérapeutes de l'hôpital Cochin et un vidéaste professionnel. L'utilisateur a la possibilité de mettre en pause et de passer chaque exercice. A la fin de la séance, l'utilisateur est félicité et en accord avec le modèle HAPA, puis le graphique en barre mis à jour est de nouveau présenté dans l'objectif de renforcer l'auto-efficacité de maintien chez les utilisateurs.

#### 6.4.4.4. Module "Gestion de la douleur", "Ergonomie" et "Connaissance"

La deuxième thématique présentée sur l'interface d'accueil concerne le module "Gestion de la douleur". L'utilisateur a ici le choix entre "Evaluer" et "Améliorer". Le premier permet à l'utilisateur de pouvoir enregistrer sa douleur et son humeur à tout moment. Cependant, pour inciter l'utilisateur à enregistrer ses données de manière régulière, une boîte de dialogue s'affiche aussi à chaque première connexion journalière sur la page d'accueil, à la suite du message motivationnel, pour demander le niveau de douleur et d'humeur (Figure 31).

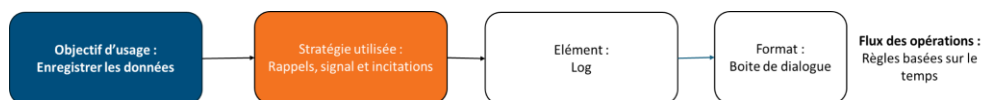


Figure 31: modèle BIT de l'application BACK-4P - objectif d'usage "Enregistrer les données"

Concernant l'onglet "Améliorer", celui-ci donne accès à 4 audios de méditation mais aussi aux conseils de gestion (Figure 32) rédigés par deux psychologues et une ergothérapeute.

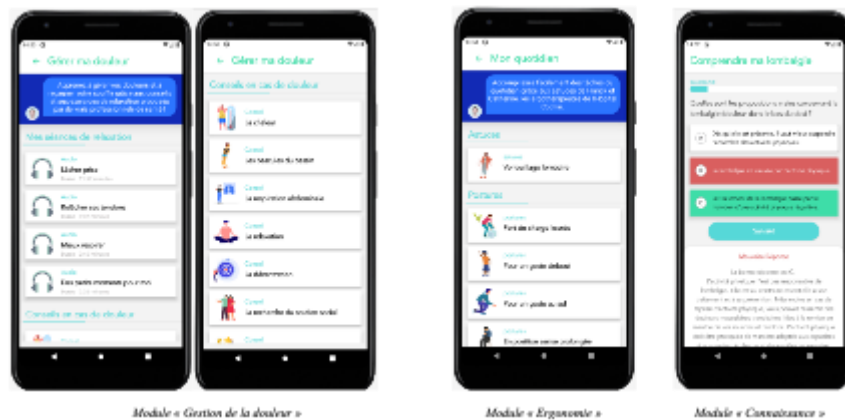


Figure 32: prototype de l'app BACK-4P – Module s "Gestion de la douleur", "Ergonomie" et "Connaissance"

Pour finir, la dernière thématique proposée sur l'interface d'accueil est intitulée "Mon quotidien". Celle-ci rassemble les modules "Ergonomie" et "Connaissance" précédemment décrits (Figure 32). Le premier fournit des conseils de posture pour les activités quotidiennes écrits par deux ergothérapeutes, alors que le second propose quatre quiz conçus par une médecin : (1) Comprendre ma lombalgie, (2) Les

bienfaits de l'activité physique, (3) Les idées reçues et (4) Comprendre ma douleur.

Pour faciliter la compréhension des fonctionnalités proposées, le coach virtuel présente chaque module avec une petite description sous forme de message en haut de l'interface. La section suivante détaille la méthode sur laquelle nous nous sommes appuyées pour adapter l'intervention.

## 6.5. Adaptation de l'intervention

L'un des défis de l'application mobile est d'offrir un service et un contenu adaptés à l'utilisateur. Le modèle utilisateur de l'application est basé sur 2 critères : le niveau d'activité physique (débutant, intermédiaire ou expert) et le profil de changement de comportement (Démotivé, Prudent, Déprimé ou Confiant).

### 6.5.1. Séances d'activité physique

En fonction du niveau d'activité physique de l'utilisateur, celui-ci a accès aux trois séances présentées dans la section précédente (Ma routine, Me challenger et En cas de douleur) mais adaptées à son niveau (débutant, intermédiaire ou expert). Au total, les professionnels ont dû concevoir 5 séances, la séance "En cas de douleur" étant commune à tous les niveaux (*Tableau 12*).

*Tableau 12: adaptation des séances d'activité physique proposée en fonction du niveau de l'utilisateur*

	Débutant		Intermédiaire		Expert	
En cas de douleur	Ma routine	Me Challenger	Ma routine	Me Challenger	Ma routine	Me Challenger
Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 3	Séance 4	Séance 4	Séance 5

Ensuite, comme nous l'expliquons dans les sections suivantes, les recommandations d'activité (e.g. Ma priorité) et les messages motivationnels présentés à l'ouverture de la page d'accueil ont été adaptés en fonction du profil de l'utilisateur.

### 6.5.2. Recommandations d'activités

L'objectif des recommandations est d'accompagner et d'encourager les utilisateurs à progresser dans leur processus de changement de comportement. Pour présenter les recommandations d'activités basées sur les profils, nous utilisons un bouton animé intitulé "Ma priorité" en haut de la page d'accueil (*Figure 28*), offrant un accès direct aux activités recommandées pour ce profil d'utilisateur. Après avoir terminé une activité recommandée, le bouton animé "Ma priorité" se transforme pour afficher la recommandation suivante. Les activités ont été attribuées à chaque profil dans un ordre spécifique selon le modèle HAPA (Schwarzer, 2016).

Tableau 13: adaptation des recommandations et de leur ordre en fonction du profil

Démotivé	Prudent	Déprimé	Confiant
1. Changer d'attitude grâce aux quiz - Diminuer l'amotivation - Diminuer les peurs et fausses croyances - Comprendre la souffrance causée par la douleur	1. Changer d'attitude grâce aux quiz - Diminuer les peurs et fausses croyances - Comprendre la souffrance causée par la douleur	1. Changer d'attitude grâce aux quiz - Diminuer les peurs et fausses croyances - Comprendre la souffrance causée par la douleur	1. Planifier l'activité 2. Faire une séance d'activité 3. Consulter les statistiques
2. Exercices de méditation/conseils sur la gestion de la douleur	2. Exercices de méditation/conseils sur la gestion de la douleur	2. Exercices de méditation/conseils sur la gestion de la douleur	
3. Planifier l'activité	3. Planifier l'activité	3. Planifier l'activité	
4. Faire une séance d'activité	4. Faire une séance d'activité	4. Faire une séance d'activité	
5. Consulter les statistiques	5. Consulter les statistiques	5. Consulter les statistiques	

Pour le profil "Démotivé", caractérisé par une forte amotivation, nous nous sommes concentrés sur le renforcement de l'intention de changer de comportement. Pour ce faire, nous avons conçu le quiz "Comprendre ma lombalgie" afin de donner un sens à l'adoption d'un mode de vie sain et de réduire l'amotivation.

Pour répondre aux craintes et aux croyances sur l'activité physique qui prévalent dans les profils "Démotivé", "Prudent" et "Déprimé", nous avons créé les quiz "Idées reçues" et "Les bienfaits de l'activité physique".

Compte tenu des symptômes dépressifs de ces profils, nous recommandons le quiz "Comprendre ma douleur" pour aider les patients à comprendre les mécanismes de la douleur. De plus, le module "Gestion de la douleur", comprenant des conseils et des audios de méditation, est suggéré et priorisé lorsque les utilisateurs rapportent une douleur importante (deux points de plus que le score précédent ou plus de 2/5).

En passant à la phase volitionnelle du modèle HAPA, nous conseillons à tous les profils de planifier leurs sessions d'activité physique hebdomadaires. Le profil "Confiant", déjà positionné dans la phase volitionnelle, est directement orienté vers la planification des séances d'activité physique. La recommandation suivante est de s'engager dans une séance pour chaque jour programmé et d'examiner les statistiques après la séance afin d'améliorer l'auto-efficacité pour le maintien et la récupération (*Tableau 13*).

### **6.5.3. Messages motivationnels**

Pour concevoir nos messages motivationnels, nous mettons l'accent sur le renforcement de l'auto-efficacité dans la gestion de la maladie et sur l'utilisation de la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) pour renforcer la motivation à l'égard de l'activité physique ([Annexe 5](#)). Les messages sont attribués à chaque profil dans l'ordre indiqué dans le (*Tableau 14*) et sont affichés en tant que "message du jour" dès l'ouverture de la page d'accueil de l'application, et restent le même tout au long de la journée.



Tableau 14: adaptation des messages motivationnels en fonction du profil

<b>Démotivé (38 messages)</b>	<b>Prudent (38 messages)</b>	<b>Déprimé (31 messages)</b>	<b>Confiant (26 messages)</b>
Auto-efficacité : - Gérer les symptômes - Accomplir les tâches ménagères - Gérer l'essoufflement - Contrôler/gérer la dépression - Faire régulièrement de l'exercice	Auto-efficacité : - Gérer les symptômes - Accomplir les tâches ménagères - Gérer l'essoufflement - Contrôler/gérer la dépression - Faire régulièrement de l'exercice	Auto-efficacité : - S'informer sur la maladie - Gérer les symptômes - Gérer l'essoufflement - Contrôler/gérer la dépression - Maintenir et retrouver une activité physique	Auto-efficacité : - Maintenir et retrouver une activité physique  Motivation : - Régulation identifiée - Régulation intégrée - Motivation intrinsèque
Motivation : - Régulation introjectée - Régulation identifiée - Régulation intégrée - Motivation intrinsèque	Motivation : - Régulation introjectée - Régulation identifiée - Régulation intégrée - Motivation intrinsèque	Motivation : - Régulation identifiée - Régulation intégrée - Motivation intrinsèque	

Chaque profil ne présente pas autant de besoin en termes de renforcement de l'auto-efficacité et de la motivation, c'est pourquoi ils n'ont pas tous le même nombre de messages attribués.

En ce qui concerne l'auto-efficacité, 9 messages ont été élaborés à partir des items de la FC-CPSES (Lacasse et al., 2016) et attribués aux profils en fonction de leurs scores à cette échelle récoltés dans l'étude du chapitre précédent. Par exemple, pour les profils "Démotivé", "Prudent" et "Déprimé", les messages visent à renforcer l'auto-efficacité envers la gestion des symptômes et l'atténuation de l'inconfort physique (Tableau 15). Pour le profil "Confiant", le message est centré sur l'auto-efficacité de maintien et de récupération de l'activité physique (Tableau 15).

Pour renforcer la motivation à l'égard de l'activité physique, nous avons élaboré 31 messages en utilisant des éléments de l'EMAPS (Boiché et al., 2016) et de l'EMI-2 (Markland & Ingledew, 1997) : 8 pour la motivation intrinsèque, 7 pour la régulation intégrée, 10 pour la

régulation identifiée et 6 pour la régulation introjectée. L'attribution des messages aux profils a été basée sur les résultats de l'EMAPS de l'étude décrite dans le chapitre précédent. Les profils "Démotivé" et "Prudent" ont obtenu de faibles scores pour tous les types de motivation. En suivant le continuum d'autodétermination, nous proposons d'afficher d'abord les messages de régulation introjectée (*Tableau 15*), puis les messages de régulation identifiée, de régulation intégrée et, enfin, de motivation intrinsèque (*Tableau 15*). Pour les profils "Déprimé" et "Confiant", très sensibles à la régulation identifiée, à la régulation intégrée et à la motivation intrinsèque (prédominance de la régulation identifiée), les messages sont présentés dans cet ordre, conformément au continuum de l'autodétermination. La liste complète des messages est fournie en [Annexe 5](#).

*Tableau 15: exemples de messages en fonction des critères à renforcer*

<b>Critères renforcés</b>	<b>Exemples de message</b>
Auto-efficacité pour la gestion des symptômes	<i>Grâce à notre soutien personnalisé, vous serez en mesure de contrôler vos symptômes et de réduire votre inconfort physique</i>
Auto-efficacité de maintien et de récupération de l'AP	<i>Grâce à notre accompagnement personnalisé, vous pourrez retrouver et maintenir la régularité de vos activités !</i>
Régulation introjectée	<i>Évitez de vous sentir mal en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !</i>
Régulation identifiée	<i>Contribuez à votre développement personnel en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !</i>
Régulation intégrée	<i>Soyez en accord avec votre style de vie et venez faire votre séance personnalisée d'activité physique !</i>
Motivation intrinsèque	<i>Imaginez la satisfaction que vous ressentirez après la pratique d'une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée d'activité physique !</i>

## **6.6. Développement de l'application mobile**

### **6.6.1. Architecture logicielle**

Une fois le prototype finalisé, nous avons pu commencer la phase de développement informatique de la première version de l'application mobile.

Étant donné que les résultats du questionnaire concernant la spécification des attentes ont révélé que 74% de notre échantillon disposait d'un système Android, nous avons donc décidé de développer le logiciel pour ce système d'exploitation. Pour cela, nous avons utilisé l'environnement de développement Android Studio (v Bumblebee 2021.1.1 Patch 2). Android Studio permet principalement d'éditer des fichiers de langage de programmation orienté objet (e.g. Java ou Kotlin) et des fichiers de configuration (XML) d'une application Android. Pour le développement de l'application BACK-4P, nous avons choisi Kotlin (v 1.6.0) comme langage de programmation, désigné comme le langage de référence pour le développement d'application Android par Google (conférence Google I/O 2019)<sup>5</sup>.

Nous avons privilégié une base de données distante et centralisée pour stocker certains contenus (ex : vidéos, quiz, etc.) et les données spécifiques aux utilisateurs (ex : identifiants, mot de passe, etc.), plutôt que de tout stocker sur le téléphone de l'utilisateur. Cela a pour avantage de pouvoir modifier directement sur la base de données au lieu de devoir mettre à jour l'application sur tous les téléphones des utilisateurs. Néanmoins, un inconvénient est que l'application est utilisable uniquement si l'utilisateur a accès à internet.

Pour contrôler les requêtes à la base de données, l'API sert de « pont » entre l'application et le serveur en formalisant la connexion et les requêtes effectuées à la base de données (Figure 33).

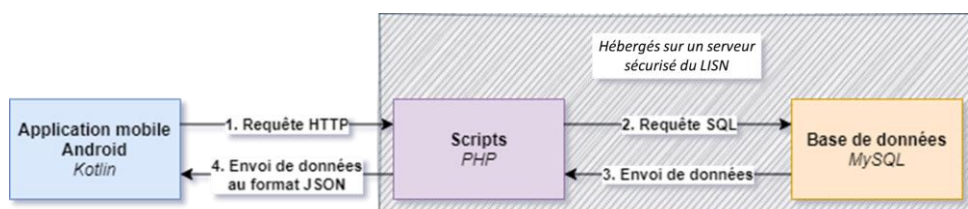


Figure 33: architecture de la liaison entre l'application mobile et la base de données

1. Tout d'abord, l'application Android effectue une requête HTTPS aux scripts PHP hébergés sur le serveur sécurisé du LISN. Selon le script appelé (donc selon la requête SQL que l'on veut exécuter), il faut passer en paramètre de la requête HTTP

<sup>5</sup> [www.youtube.com/watch?v=lyRPyRKHO8M](https://www.youtube.com/watch?v=lyRPyRKHO8M)

différentes données (exemple e-mail et mot de passe dans le cas d'une connexion).

2. Ensuite, le script PHP se connecte à la base de données (grâce au script Bd.php et aux identifiants de la BD) et communique avec elle en envoyant des requêtes SQL par le biais de la variable queryString. Ces mêmes requêtes permettent aussi bien d'ajouter, de supprimer, de mettre à jour ou encore de récupérer des données stockées. Pour ce faire, nous utilisons MySQLi, une extension PHP permettant la connexion et l'envoi de requêtes SQL à des bases de données MySQL.
3. Les différentes requêtes sont exécutées sur la base de données et dans le cas d'une récupération de données, la base de données renvoie des données aux scripts PHP.
4. Le script PHP récupère ces données et les renvoie à l'application Android sous le format JSON.

Pour organiser la base de données, nous avons utilisé le dossier « modeles » pour stocker le script Bd.php gérant les fonctions de connexion à la base de données. Ensuite, le dossier « controleurs » renferme tous les fichiers ayant pour but d'implémenter une fonctionnalité de l'API.

Afin de permettre à chaque utilisateur d'avoir une expérience personnalisée, et pour assurer la confidentialité des données, nous avons choisi d'utiliser des comptes utilisateurs stockés dans la base données distante. Ainsi, l'utilisateur a besoin de créer un compte avec un identifiant et un mot de passe afin de pouvoir accéder au contenu de l'application (Figure 34).

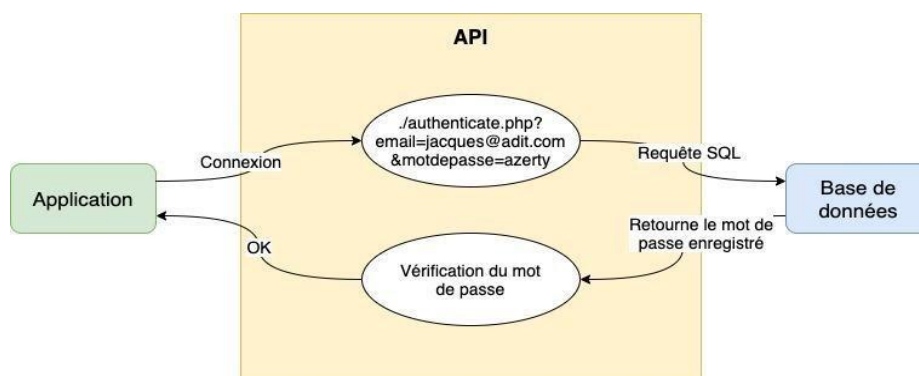


Figure 34: connexion à un compte utilisateur

Aussi, pour assurer la sécurité des données, nous avons mis en œuvre les mesures nécessaires pour limiter les risques d'injection par le biais de méthodes de validation d'entrée. De plus, notons qu'aucune donnée de santé ou de données permettant de briser l'anonymat ne sont demandées dans l'application.

Pour finir, l'application a été testé et développé avec le kit de développement (SDK : Software Development Kit) Pixel 2 API 26. Ainsi, pour utiliser l'application, les dispositifs nécessitent au minimum une version Android 8. Néanmoins, l'application a été conçue de manière responsive, ce qui signifie qu'elle peut s'adapter à toutes les résolutions d'écrans.

### **6.6.2. Tests utilisateurs**

Afin d'évaluer l'efficacité technique de la première version développée de l'application, et la qualité de son utilisabilité, nous avons mené des tests utilisateurs auprès de patients lombalgiques.

#### **6.6.2.1. Méthode**

3 tests utilisateurs ont été menés en simultanément à l'Hôpital Cochin le 18/05/22 avec des patients lombalgiques sur leur propre smartphone Android. Pour cela, nous avons établi 8 scénarios ([Annexe 6](#)), chacun devant amener à un module spécifique de l'application : découverte de l'accueil, augmenter ses connaissances, planifier ses séances d'activité physique, pratiquer une séance d'activité physique, enregistrer son niveau de douleur, trouver des outils pour gérer sa douleur, consulter des conseils ergonomiques et consulter le suivi de ses données. L'objectif était d'analyser le comportement de l'utilisateur face à ces tâches afin d'évaluer l'utilisabilité du système. A la fin de la séance, les participants étaient invités à remplir l'échelle F-SUS validée en français (Gronier & Baudet, 2021).

#### **6.6.2.2. Résultats**

Tous les participants ont réussi à atteindre le module ciblé pour chaque scénario, hormis la consultation du suivi qui n'a été atteint par aucun participant. La barre de menu permettant l'accès à ce module a été jugée trop peu visible, et a donc fait l'objet d'une modification en termes de couleur et de logo (*Figure 35*).

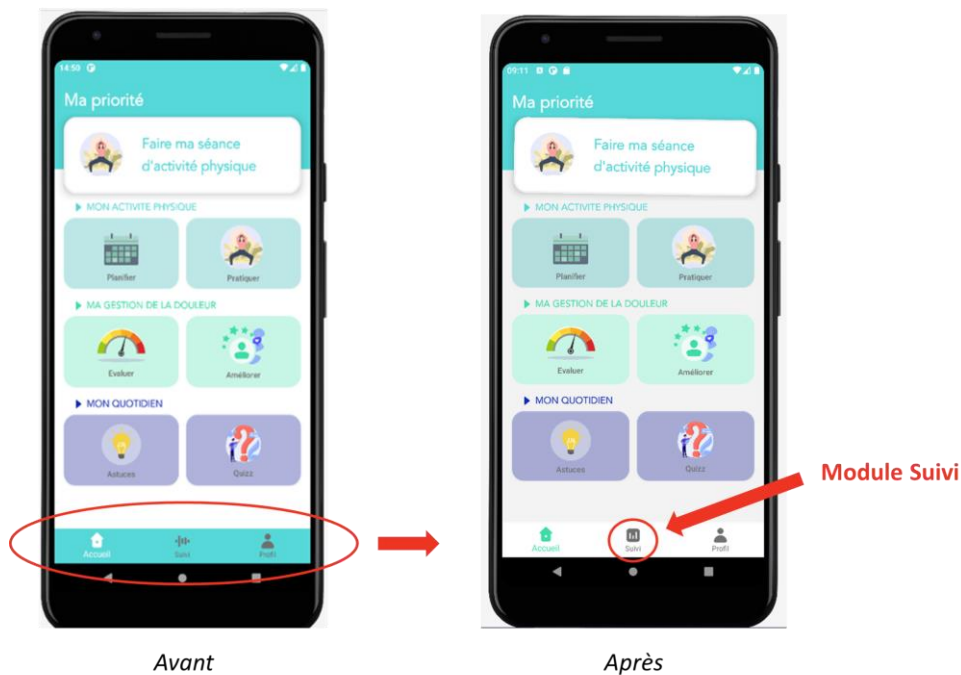


Figure 35: modification de l'interface d'accueil

A la fin de la réalisation des 8 scénarios, les participants ont dû remplir l'échelle F-SUS, utilisée pour évaluer l'utilisabilité à la suite de tests utilisateurs. L'application a reçu en moyenne 84.2/100 ( $s = 8.04$ ), ce qui correspond à un bon score, proche d'une utilisabilité excellente (Bangor et al., 2009).

## 6.7. Discussion

Dans cette section nous discutons des méthodes et résultats des études décrites et menées dans ce chapitre qui met en œuvre la deuxième étape du métamodèle proposé dans cette thèse appliqué à la conception d'une application mobile d'autogestion de la lombalgie.

Pour concevoir l'intervention, nous avons choisi d'adopter une démarche de conception centrée-utilisateur. La première phase de cette approche a pour objectif de comprendre les tâches et le contexte des utilisateurs. Pour cela, nous avons mené des observations à l'hôpital de jour et des entretiens exploratoires avec des patients. Les observations se sont déroulées lors d'une intervention en ambulatoire et ont permis de mettre en lumière les stratégies utilisées par les professionnels de santé pour répondre à 3 objectifs cliniques pour une gestion globale de la lombalgie : pratiquer une activité

physique, diminuer la souffrance psychique et améliorer le confort ergonomique au quotidien. Les stratégies identifiées ont été réorganisées en fonction de leur impact potentiel sur les phases du modèle HAPA (motivationnelle ou volitionnelle) (Schwarzer, 2016). Pour ce qui est de la pratique d'une activité physique, nous avons identifié des stratégies liées à la modification des connaissances (4), aux conséquences liées au comportement (5) et à l'auto-conviction (15) que nous supposons plutôt approprié pour renforcer l'intention comportementale des patients (phase motivationnelle). Alors que les stratégies d'objectifs et planification (1), de suivi et de retours d'information (2) et certaines de la comparaison comportementale (6) sont plutôt orientées sur la mise en place, la réalisation et le maintien du comportement (phase volitionnelle) (*Figure 14*).

L'identification précise des techniques utilisées basé sur la taxonomie de Michie et al., (2013) a représenté un défi pour plusieurs raisons. La première est que les professionnels de santé utilisent parfois ces stratégies sans avoir nécessairement connaissance de cette taxonomie. Ainsi, il arrive qu'ils n'utilisent que partiellement certaines stratégies, ou plusieurs en simultanée. Ensuite, étant donné la pluralité des techniques décrites dans la taxonomie (93 au total), cela rend difficile leur identification précise en temps réel même par des experts. C'est pourquoi nous nous sommes limités à l'identification des catégories de techniques initialement proposées par les auteurs pour faciliter l'analyse.

Concernant les entretiens exploratoires, nous avons recruté deux patients. Lors de la passation, nous n'avons pas encore identifié les profils motivationnels décrits dans le chapitre précédent. Malgré tout, nous pouvons constater une certaine cohérence avec la littérature (Palazzo et al., 2016) en termes d'attentes énoncées dans les entretiens selon l'âge des participants, mais aussi avec notre interprétation de certains profils précédemment identifiés.

En effet, la patiente de 31 ans a exprimé 2 besoins spécifiques : un soutien social et un renforcement de la motivation pour l'activité physique. Ce dernier pouvait être soutenu par des informations donnant du sens à la pratique, des encouragements ou des éléments de ludification. De plus, elle portait un intérêt particulier pour les stratégies cognitives utilisées pour la gestion de la douleur (e.g. méditation). Nous pouvons supposer que ces attentes correspondent

à un profil peu motivé tel que le "Démotivé" ou le "Prudent". Tandis que le patient plus âgé attendait un renforcement des connaissances et un accompagnement via un suivi personnalisé dans la pratique de l'activité physique. Etant donné que ce patient avait déjà une pratique active de l'activité physique, nous supposons qu'il était déjà en phase volitionnelle du processus de changement de comportement. Ainsi, nous supposons qu'il correspond plutôt à un profil "Déprimé" ou "Confiant".

Pour émettre des liens entre les caractéristiques socio-démographiques, cliniques ou motivationnelles et les attentes ou besoins exprimés par les participants, d'autres entretiens sont nécessaires pour augmenter la représentativité de l'échantillon. Il serait intéressant de mener une étude de plus grande envergure pour étudier ces liens potentiels et ainsi augmenter la portée de nos résultats. Dans notre cas, la diversité des données collectées via les patients et les professionnels de santé durant les observations à l'hôpital et les entretiens nous ont permis de récolter suffisamment de données pour émettre des propositions en termes de contenu et de fonctionnalités.

Pour répondre à la deuxième phase de l'approche centrée-utilisateur visant à identifier des besoins et attentes plus spécifiques, nous avons effectué une enquête via un questionnaire construit sur la base de ces propositions. Cette étude avait pour objectif de récolter à plus grande échelle les attentes des patients en termes de fonctionnalités et de format. Dans l'ensemble, les résultats étaient en accord avec les précédentes attentes identifiées. Globalement, les participants indiquent ne pas connaître d'application mobile pour gérer le mal de dos. Plusieurs fonctionnalités ont pu être déterminées pour concevoir des modules d'accompagnement à l'activité physique et à la gestion de la douleur. Certaines propositions ont aussi été invalidées ou jugées peu utiles comme les chatbots ou le partage d'informations notamment avec les pairs. Ce dernier point semble en contradiction avec le besoin d'affiliation présenté dans la TAD (Deci & Ryan, 1990; Ryan & Deci, 2000). Le développement d'une motivation autonome nécessite de répondre aux trois besoins psychologiques fondamentaux pour le bien-être individuel, à savoir le besoin de compétence, d'autonomie et d'affiliation. Ce dernier fait référence au désir d'être connecté à d'autres personnes, d'appartenir à une communauté ou un



groupe social. Certaines études ont montré qu'il existe une relation positive entre le soutien social et la santé physique (Uchino, 2006). Ces résultats suggèrent que cette population ne souhaite pas répondre à ce besoin avec une relation directe telle que le dialogue, comme c'est le cas pour des patients atteints de diabète de type 2 (Aubert, 2022). Cependant, une relation plus indirecte comme la présentation de témoignages a été suggérée par certains patients lors de nos ateliers. Cela représente une opportunité supplémentaire de stratégie à utiliser pour renforcer la phase motivationnelle : les conséquences vicariantes (16.3).

Il est important de prendre en considération la représentativité de notre échantillon. Pour ce qui est de la répartition des âges, nos résultats sont globalement en accord avec la prévalence de la lombalgie décrite dans la littérature. Même si nous observons une baisse de l'effectif à partir de l'intervalle 56-65 ans, cela peut s'expliquer par l'observation d'un pic plus important entre 40-50 ans dans la population (Dionne et al., 2006). Aussi, notons que notre mode d'administration (électronique) peut également avoir eu un impact sur la répartition des âges de nos participants. D'autre part, bien que certaines études sur les prévalences de la lombalgie aient pu montrer des différences significatives entre les hommes et les femmes (Gourmelen et al., 2007a), aucune ne présente un écart aussi important que celui que nous avons (75% de femmes). Cet effet s'explique par un biais de recrutement dans la e-cohorte qui comporte majoritairement plus de femmes. Un autre impact de ce biais de recrutement est le niveau d'éducation des participants (en moyenne  $\geq$  bac+2) plus élevé que dans la population lombalgique globale.

Ensuite, la troisième étape de l'approche centrée utilisateur nous a guidé vers la co-conception du prototype de l'application BACK-4P, en collaboration avec les professionnels de santé et les patients. Cette conception participative a permis d'identifier et de valider des fonctionnalités essentielles pour l'autogestion de la lombalgie. À travers cette démarche, plusieurs propositions et ajustements ont été faits pour répondre aux besoins et aux préférences des utilisateurs finaux. Les maquettes fonctionnelles, basées sur le modèle BIT, ont été soumises aux professionnels de santé pour obtenir leurs retours et ajuster les fonctionnalités de l'application. Les ateliers de co-

conception ont confirmé et affiné les fonctionnalités proposées. Les interfaces ont été retravaillées en intégrant les commentaires des participants pour améliorer l'attractivité et l'efficacité de l'application. En résumé, cette démarche de co-conception a été cruciale pour aligner les fonctionnalités de l'application BACK-4P avec les besoins réels des utilisateurs, visant ainsi une meilleure adoption et efficacité dans la gestion autonome de la lombalgie.

Cependant, le processus et la chronologie de cette méthode révèlent quelques limites. D'abord, l'échantillon de 10 patients, sélectionné par des professionnels de santé, restreint la représentativité des résultats. De plus, les contraintes de la visioconférence ont limité les interactions et la qualité des échanges, ce qui a pu influencer la spontanéité et la richesse des retours des patients. Ensuite, bien que les participants aient été prévenus de la nature préliminaire de la maquette, l'absence de design graphique professionnel peut biaiser leur appréciation (Oinas-Kukkonen & Harjumaa, 2009) notamment envers certaines fonctionnalités comme le chatbot. Celui-ci mériterait une réévaluation avec un prototype plus abouti qui met en jeu une réelle interaction pour pouvoir mieux évaluer sa pertinence. Pour des questions de simplicité et d'investissement financier et temporel, certaines suggestions des patients, telles que les fonctionnalités de ludification ou de monitoring en temps réel, n'ont été que partiellement intégrées, révélant un compromis entre complexité technique et retours utilisateur. Pour déterminer le choix des fonctionnalités, nous nous sommes basés sur la fréquence d'apparition de la demande chez les patients, leurs associations possibles avec les stratégies identifiées, et l'investissement nécessaire pour leurs réalisations. Cependant, pour permettre une maximisation de l'efficacité des interventions, l'apport de cette notion en lien avec l'investissement et le coût, ainsi que des outils pour mesurer cette balance, permettrait d'aider les concepteurs dans ce processus de prise de décision (Fuhrer, 2007; Menold et al., 2019).

D'autre part, la conception de l'intervention dans l'application BACK-4P tente de relever le défi de proposer des services et contenus adaptés aux utilisateurs. Pour cela, le modèle utilisateur se base sur deux critères : le niveau d'activité physique (débutant, intermédiaire, expert) et le profil de changement de comportement (Démotivé,

Prudent, Déprimé, Confiant). Ce modèle a pour ambition de proposer des séances d'activité physique, des recommandations d'activité et des messages motivationnels adaptés à l'utilisateur. Pour ce qui est des séances d'activité physique, l'identification du niveau est envisagée par le biais d'un test physique largement utilisé dans la communauté médicale. La construction des séances en fonction du niveau a été menée par des kinésithérapeutes habitués à adapter leurs exercices. Alors que pour l'adaptation en fonction du profil motivationnel, les choix ont été basés sur des fondements théoriques en psychologie (Deci & Ryan, 1990; Ryan & Deci, 2000; Schwarzer, 2016). Pour les recommandations, nous avons choisi une chronologie basée sur le modèle HAPA, mais une évaluation des activités proposées via l'application est nécessaire afin de s'assurer de leur suffisance pour évoluer dans le modèle. Pour les messages motivationnels, nous les avons construits sur la base d'items de questionnaires standardisés qui mesurent l'auto-efficacité à gérer la pathologie, et les différents types de motivation à l'activité physique. Nous supposons que ces messages, valorisant l'utilisation de l'application pour augmenter l'auto-efficacité des patients, permettront une augmentation effective de ce sentiment. Aussi, nous supposons que les messages en accord avec le type de motivation des patients augmenteront leur pratique effective d'une activité physique. En définitive, nous espérons que l'exposition à ces messages augmentera l'adhésion envers l'application, mais aucune évaluation préalable de ces messages n'a été effectuée. Même si nous avons fait une évaluation perceptive de la persuasivité perçue de chaque message en dehors de l'application, cela nous aurait finalement peu renseigné sur leur impact persuasif quand ils sont affichés durant l'intervention. De même pour la chronologie de présentation des messages, nous nous basons sur le temps d'utilisation car nous faisons l'hypothèse qu'en utilisant l'application, les utilisateurs vont évoluer en termes de motivation. Mais une autre perspective serait d'identifier des données permettant de suivre cette évolution de profil. Cette adaptation statique pourrait alors être augmentée via l'intégration d'autres modèles et paramètres (Akker et al., 2015) pour permettre d'ajuster les recommandations et les messages en temps réel et ainsi offrir une personnalisation plus dynamique et précise. Pour finir, nous avons choisi d'adapter des recommandations et des messages pour répondre au besoin

d'accompagnement et de renforcement motivationnel demandé par les patients, mais d'autres éléments d'adaptation pourraient être envisagés comme la recommandation d'objectif ou la prise en compte du contexte (Akker et al., 2014; Ghanvatkar et al., 2019), par exemple la localisation pour donner des conseils adaptés à la situation.

Finalement, la finalisation du prototype de l'intervention, avec un design graphique, un contenu validé par des professionnels de santé et la formalisation des règles d'adaptation, nous a offert une base pour l'implémentation informatique de l'application. D'ailleurs, les tests d'utilisabilité ont montré un score très satisfaisant confortant la validation de cette première version. Cependant, notons que nous avons effectué peu de tests, et qu'une évaluation plus robuste est nécessaire pour juger de la qualité de l'intervention.

Pour conclure, nous avons proposé une mise en œuvre de la deuxième phase de notre métamodèle visant à concevoir l'intervention, ici étant une application mobile à destination des patients lombalgiques. L'originalité de notre approche est la complémentarité des méthodes utilisées, impliquant une approche centrée utilisateur et participative (e.g. patients et professionnels de santé), la formalisation de l'intervention via le modèle BIT et les techniques de changement de comportement, et l'apport de la TAD et du modèle HAPA pour guider l'adaptation. Cette approche, alliant des compétences pluridisciplinaires et la récolte de données qualitatives et quantitatives, a permis d'aboutir à une première version développée de l'application mobile. Les travaux décrits dans le chapitre suivant auront pour objectif d'évaluer l'efficacité de cette application et de l'adaptation de l'intervention en fonction des profils précédemment identifiés.

## **À retenir**

Le Chapitre 6 présente la mise en œuvre de la deuxième phase du métamodèle afin de concevoir une application mobile pour l'autogestion de la lombalgie. L'approche centrée sur la personne, sur laquelle nous nous appuyons, recommande la mise en œuvre d'une approche plus centrée sur l'utilisateur pour concevoir l'intervention. Dans cette perspective, nous avons orienté nos travaux afin de répondre aux 4 objectifs de ce type d'approche : (1) comprendre les tâches et le contexte, (2) comprendre et spécifier les attentes, (3) produire des solutions de conception, et (4) évaluer les solutions au regard des exigences prédéfinies. Pour répondre au premier objectif, nous avons mené des observations en hôpital de jour, qui nous ont permis d'identifier les objectifs cliniques et les stratégies employées par les professionnels, et des entretiens avec des patients pour mieux comprendre leur expérience et leur contexte. Ensuite, pour spécifier les fonctionnalités adaptées, un questionnaire en ligne a permis de récolter des données quantitatives sur les attentes des utilisateurs. Cela nous a permis d'entamer la production de solutions de conception. Pour nous aider dans cette tâche, nous détaillons comment l'apport des techniques de changement de comportement et du modèle BIT nous permet d'aboutir à une formalisation claire de l'intervention. Nous avons ensuite mis en place des ateliers de co-conception avec des professionnels de santé et des patients nous permettant d'aboutir à un premier prototype finalisé sous forme de maquette. Pour proposer un accompagnement en fonction des différents profils de patients identifiés dans le chapitre précédent, nous avons proposé l'ajout de recommandations d'activité et de messages motivationnels dans l'application en détaillant nos choix d'adaptation fondés sur la TAD et le modèle HAPA. Finalement, sur l'appui de ce prototype, nous avons pu développer une première version du logiciel qui a fait l'objet de quelques tests utilisateurs mettant en avant une très bonne utilisabilité du système. Bien que cette première version ait été évaluée en termes d'utilisabilité, d'autres évaluations sont nécessaires pour juger de l'efficacité de l'adaptation proposée et la qualité globale de l'application. Cela constitue l'ambition de la troisième phase de notre métamodèle dont nous décrivons sa réalisation, pour l'application mobile développée, dans le chapitre suivant.

## Chapitre 7: Evaluer l'intervention

### ***Essai pilote pour évaluer l'application mobile adaptée en fonction des profils***

#### **7.1. Introduction**

Les travaux décrits dans le Chapitre 6 nous ont permis d'aboutir à une première version développée de l'application mobile à destination des patients lombalgiques. Dans la continuité des phases proposées dans notre métamodèle, nous poursuivons notre travail sur la mise en œuvre de la dernière phase concernant l'évaluation de l'intervention. Contrairement à de simples tests utilisateurs, dont l'objectif est principalement d'évaluer l'utilisabilité du système, ici nous allons tenter d'apporter plus de connaissances sur l'efficacité de l'intervention proposée (Figure 36).

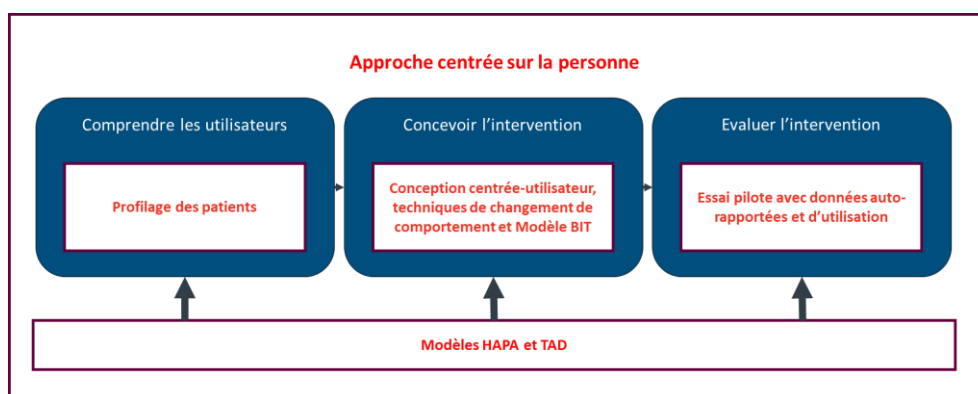


Figure 36: instanciation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Évaluer l'intervention"

Les essais contrôlés randomisés (ECR, en anglais Randomized Controlled Trial, RCT) ont émergé comme une méthodologie de référence pour évaluer l'efficacité clinique d'une intervention (Hariton & Locascio, 2018; Ologeanu-Taddei, 2020). L'idée est de répartir aléatoirement les participants dans deux groupes (un groupe témoin et un groupe expérimental) pour comparer les effets de l'intervention testée sur un essai longitudinal. Néanmoins, leur mise en place est coûteuse et nécessite des études pilotes préliminaires pour assurer leur bon déroulement (Mummah et al., 2016; Ologeanu-Taddei, 2020; Yardley et al., 2015). De plus, bien que ce genre d'essai permette de

répondre à un enjeu d'efficacité clinique, elles conduisent aussi à la mise en boîte noire des interventions (Free et al., 2013; Ologeanu-Taddei, 2020) qui ne permet pas d'identifier plus finement l'impact des fonctionnalités, du contenu ou des interactions, notamment sur le processus de changement de comportement. D'ailleurs, plusieurs études concernant des ECR ne prennent pas en compte les données liées à l'utilisation du système, ce qui limite la mesure de l'engagement des utilisateurs envers la technologie (Free et al., 2013; Ologeanu-Taddei, 2020). Ces données liées à l'utilisation du système (cliques, temps d'utilisation, etc.) permettent de mesurer l'engagement d'usage (Perski et al., 2017), que l'on retrouve aussi sous le terme d'adhérence (Tang & Kay, 2017). Mais des données permettant de mesurer l'engagement en tant qu'expérience (Perski et al., 2017) sont aussi à prendre en compte pour comprendre l'impact des qualités hédoniques et instrumentales du système. Enfin, dans le cas des systèmes adaptatifs, la diversité des méthodes d'adaptation employées rend difficile leur comparaison et leur évaluation (Paramythis et al., 2010). Dans notre cas, nous proposons une adaptation de recommandations et de messages motivationnels en fonction des profils de patient, et fondée sur le modèle HAPA (Schwarzer, 2016) et la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023). L'originalité de cette méthode implique une évaluation plus fine pour pouvoir juger de son efficacité pour chaque type de profil.

Dans ce chapitre, nous détaillons la méthode et les résultats d'un essai pilote de l'application mobile BACK-4P dans l'objectif de mieux comprendre l'impact de l'intervention, et notamment de l'adaptation proposée en fonction des profils, sur le processus de changement de comportement, l'expérience et l'engagement des utilisateurs. Cet essai a pour but d'évaluer l'efficacité de cette première version de l'application mobile afin d'aboutir à une deuxième version qui sera évaluée ultérieurement dans le cadre d'un essai contrôlé randomisé coordonné par l'APHP.

## **7.2. Hypothèses**

L'application mobile BACK-4P a été conçue en suivant une approche de conception centrée-utilisateur et participative. Ainsi, notre première hypothèse est que :

- H1 : L'application provoque une bonne expérience utilisateur, et donc un bon engagement d'usage.

Ensuite, l'application a pour objectif d'aider les patients dans la gestion de leur pathologie. Si l'application provoque en bon engagement envers la technologie, nous supposons qu'elle devrait aussi provoquer un bon engagement envers la gestion de la pathologie. Pour s'assurer que l'application permette cet engagement, nous nous sommes basés sur la théorie des besoins psychologiques de la TAD. Néanmoins, en accord avec les attentes des patients énoncées dans le chapitre précédent, l'application ne propose pas de fonctionnalités sociales et n'a donc pas pour ambition de satisfaire le besoin d'affiliation. C'est pourquoi nous nous concentrerons uniquement sur le besoin d'autonomie et de compétence. Ainsi, notre deuxième hypothèse est la suivante :

- H2 : L'application répond aux besoins de compétence et d'autonomie pour gérer la lombalgie.

Le principal comportement recherché via l'application est la pratique d'une activité physique régulière. Ainsi, différentes fonctionnalités sont proposées pour aider les patients à évoluer dans différentes phases de ce processus de changement de comportement. Dans notre cas, nous avons identifié la motivation, l'auto-efficacité, les peurs et croyances et les symptômes dépressifs comme des facteurs impliqués dans ce processus de changement chez les patients. Ainsi, nous avons conçu les fonctionnalités en fonction avec les hypothèses suivantes :

- H3 : Les quiz permettent de réduire les peurs et croyances et d'augmenter l'auto-efficacité et la motivation.
- H4 : Les séances de méditation et les conseils de gestion permettent de réduire les symptômes dépressifs.
- H5 : La planification permet d'augmenter la pratique effective de l'activité physique.
- H6 : Les séances d'activité physique permettent de renforcer l'auto-efficacité.

Ensuite, l'adaptation proposée en fonction des profils vise à mieux accompagner les patients dans leur processus de changement de



comportement via des recommandations, et d'augmenter leur motivation via des messages. Ainsi, nous supposons que :

- H7 : L'adaptation favorise une meilleure expérience utilisateur et donc un meilleur engagement d'usage envers l'application.
- H8 : L'adaptation favorise une meilleure satisfaction des besoins de compétence et d'autonomie.
- H9 : L'adaptation favorise une meilleure évolution dans le processus de changement de comportement. C'est-à-dire qu'elle permet une meilleure augmentation de la motivation et du sentiment d'auto-efficacité, et une meilleure diminution des peurs et croyances et des symptômes dépressifs.

## **7.3. Méthode**

### **7.3.1. Protocole**

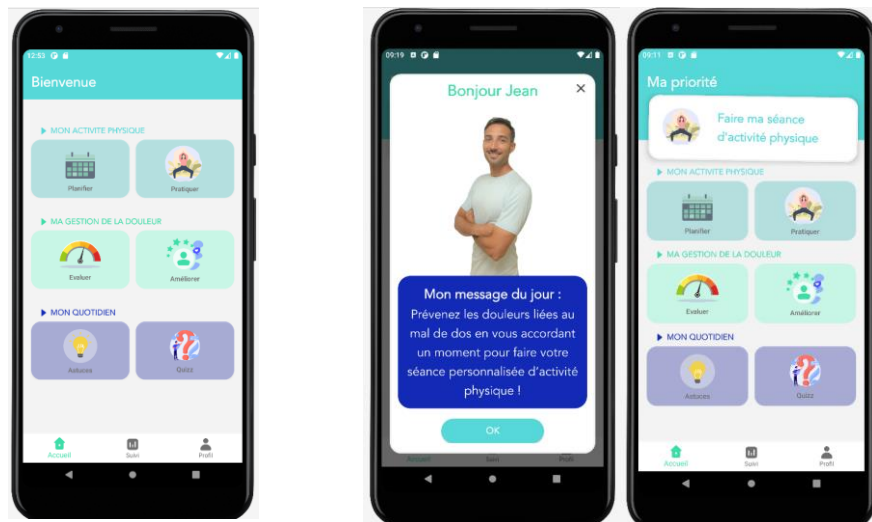
#### **7.3.1.1. Identification du profil**

Pour participer à l'étude, les participants ont d'abord été invités à remplir un questionnaire en ligne pour donner leur accord de participation et répondre à des échelles permettant d'identifier leur profil parmi ceux précédemment présentés (Démotivé, Prudent, Déprimé ou Confiant). Ces échelles sont l'EMAPS (Boiché et al., 2016) ([Annexe 1a](#)), le FC-CSES (Lacasse et al., 2016) ([Annexe 1b](#)), le FABQ-AP (Waddell et al., 1993) ([Annexe 1c](#)) et le PHQ-9 (Kroenke et al., 2001) ([Annexe 1d](#)). Un profil a été attribué en fonction des résultats, en utilisant l'arbre de classification présenté dans le Chapitre 5 ([Figure 10](#)).

#### **7.3.1.2. Téléchargement de l'application**

Les participants ont ensuite reçu par mail un identifiant unique (ID) et un lien pour télécharger l'application pendant un mois. Ce lien permettait d'accéder à l'APK (Android Package Kit) de l'application hébergée sur le serveur du LISN.

Pour pouvoir évaluer l'impact de l'adaptation, nous avons établi 2 groupes de participants : un groupe adapté et un groupe contrôle. Ainsi, nous avons conçu deux versions de l'application : une version adaptée comprenant les recommandations d'activités et les messages motivationnels, et une version de contrôle sans ces fonctionnalités ([Figure 37](#)).



*Version Contrôlée*

*Version Adaptée*

Figure 37: comparaison des deux versions de l'application (Contrôle et Adaptée)

Les participants recevaient donc l'une ou l'autre version à télécharger via le lien donné dans le courrier électronique, sans connaître le profil qui leur avait été attribué, ni la version qu'il testait. Pour pouvoir lier les données issues des questionnaires en ligne et les données de l'application, les participants devaient entrer leur identifiant pour pouvoir créer un compte sur l'application. En raison d'un retard dans la livraison des vidéos destinées au contenu de l'application, nous n'avons pas pu utiliser l'exercice test initialement prévu pour évaluer le niveau d'activité physique. La difficulté des exercices dans l'application a donc été adaptée en fonction du résultat à l'IPAQ (Craig et al., 2003) que les participants ont dû remplir lors de la création de leur compte sur l'application.

### **7.3.1.3. Utilisation de l'application et fin de l'essai**

Pendant l'utilisation, toutes les actions de l'utilisateur sur l'application avec la date et l'heure ont été collectées et stockées dans une base de données hébergée au LISN. Ces données nous permettent d'avoir une mesure de l'engagement d'usage des utilisateurs. Un mois après avoir téléchargé l'application, les participants ont été invités par mail à remplir un questionnaire final en ligne dans lequel il devait rappeler leur identifiant. Ce questionnaire contient les échelles suivantes :

- l'échelle UX meCUE (Lallemant & Koenig, 2017) ([Annexe 7](#)) pour mesurer l'expérience utilisateur des participants,
- l'échelle TENS-task (Peters et al., 2018) que nous avons traduit en français pour évaluer la satisfaction des besoins d'autonomie et de compétence pour gérer la lombalgie via l'application BACK-4P ([Annexe 8](#)),
- l'EMAPS (Boiché et al., 2016) ([Annexe 1a](#)), le FC-CSES (Lacasse et al., 2016) ([Annexe 1b](#)), le FABQ-AP (Waddell et al., 1993) ([Annexe 1c](#)) et le PHQ-9 (Kroenke et al., 2001) ([Annexe 1d](#)). Ces échelles nous permettent de mesurer l'évolution des participants en termes de processus de changement de comportement,
- et des questions pour recueillir quelques retours des utilisateurs concernant l'adaptation pour les utilisateurs concernés et leurs impressions globales ([Annexe 9](#)).

La correspondance entre le courriel des participants et leur identifiant de connexion était stockée dans un fichier sécurisé, accessible uniquement aux chercheurs chargés de la collecte des données. Ce protocole a reçu un avis favorable du comité d'éthique de l'université Paris-Saclay (CER-Paris-Saclay-2022-011) ([Annexe 10](#)) et du département de protection des données du CNRS ([Annexe 11](#)).

#### **7.3.1.4. Entretiens utilisateurs**

Pour finir, nous avons effectué des entretiens auprès de 6 utilisateurs à la fin de l'essai entre le 17/04/23 et le 19/04/23. Au total, nous avons recruté 5 femmes et 1 homme, dont quatre participants avaient été assignés Confiant avant le début de l'essai et deux participants avaient été initialement catégorisés Déprimé. Quatre d'entre eux avaient eu la version Contrôle tandis que les 2 autres (un Confiant et un Déprimé) avaient eu la version Adaptée. Ces entretiens ont été menés en suivant le même protocole que lors des entretiens de co-conception présentés dans le Chapitre 6. Ainsi, les utilisateurs ont été invités à donner leur avis sur les thématiques suivantes :

- Expérience antérieure : nous avons demandé de décrire leurs expériences antérieures envers l'utilisation d'applications mobiles ou d'autres outils numériques pour les aider à gérer leur pathologie.

- Application : nous avons ensuite revu l'ensemble des modules de l'application en demandant leur avis en termes de clarté, d'esthétisme, d'agencement, de fonctionnalité et de qualité du contenu. Nous avons suivi l'ordre de présentation suivant : Initialisation, Accueil, Module « Activité physique », Module « Gestion de la douleur », Module « Ergonomie », Module « Connaissance » et Module « Suivi ».
- Conclusion : pour finir, les participants étaient invités à donner leur avis général envers l'intervention en donnant 3 points forts et 3 points faibles. Aussi, nous leur avons demandé des suggestions d'amélioration pour un meilleur maintien de l'utilisation, et enfin s'ils recommanderaient cette application à d'autres potentiels patients.

Ces entretiens avaient pour objectif de récolter des retours qualitatifs sur l'application mobile afin d'identifier les améliorations à prioriser pour la deuxième version.

### **7.3.2. Participants**

Au total, nous avons recruté 60 participants (âge :  $m = 46$  ans,  $s = 14$  ans ; majorité de femmes : 67%) entre le 08/12/22 et le 03/05/23 via des professionnels de santé, des listes de diffusion et des distributions de tracts. Les critères de participation étaient d'avoir plus de 18 ans, de souffrir de douleurs dorsales et de posséder un smartphone Android avec une connexion internet. Les participants ont été répartis de manière aléatoire entre les deux conditions de l'étude (contrôle et adaptée), en veillant à une proportion équilibrée de profils pour chacune des deux conditions (32 ont reçu la version adaptée et 28 la version de contrôle).

### **7.3.3. Analyses**

Tout d'abord, pour évaluer la robustesse de notre méthode de classification, nous avons analysé nos groupes de profils en termes de caractéristiques psychologiques afin de s'assurer qu'ils sont bien cohérents avec nos profils initialement identifiés dans le Chapitre 5. Pour cela, nous avons réalisé des statistiques descriptives et plusieurs anova, avec les groupes de profils comme variable indépendante et les six types de motivation, l'auto-efficacité, les symptômes dépressifs et les peurs et croyances comme variables dépendantes.

Ensuite, pour évaluer l'engagement d'usage, nous avons utilisé les données collectées via l'application. Pour comparer les profils et les conditions (adaptée et contrôle), nous avons effectué des tests de Shapiro-Wilk pour vérifier si les données suivaient une distribution normale. En fonction du résultat, nous avons utilisé soit le test t de Student, soit le test de Mann-Whitney. Des tests du Chi2 ont également été effectués pour comparer les groupes en termes de fréquence d'utilisation de certaines fonctionnalités.

Pour évaluer l'expérience utilisateur, nous utilisons les réponses au MeCUE, et nous comparons les résultats entre groupe de profils et de conditions (adaptée et contrôle).

Pour répondre aux hypothèses liées à l'impact de l'application sur l'évolution des caractéristiques psychologiques liées au processus de changement de comportement (motivation, auto-efficacité, peurs et croyances et symptômes dépressifs), nous avons comparé les résultats avant et après intervention. Pour cela, nous avons utilisé des tests de Students appariés. Nous avons comparé ces évolutions en fonction des profils, des conditions (adaptée et contrôle), et des participants ayant utilisé certaines fonctionnalités spécifiques.

Toutes les analyses ont été effectuées sur le logiciel JASP (version 0.16.4.0).

## **7.4. Résultats**

### **7.4.1. Description des groupes et fiabilité de la classification**

Au total, sur les 60 participants qui ont téléchargé l'application, 32 ont reçu la version adaptée et 28 la version de contrôle, avec une proportion équilibrée de profils pour chacune des deux conditions. Grâce à l'arbre de classification, nous avons identifié sur l'ensemble des participants une majorité de Confiants (55%), suivie d'une proportion équivalente de Déprimés (22%) et de Prudents (18%), et très peu de Démotivés (5%).

Tableau 16: statistiques descriptives des profils identifiés par l'arbre de classification

Variables	Démotivé (n=3)		Prudent (n=11)		Déprimé (n=13)		Confiant (n=33)	
	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>	<i>m</i>	<i>s</i>
Motivation à l'AP (score/7)								
Motivation intrinsèque	2.56	0.69	4.46	0.89	5.21	1.18	5.32	0.98
Régulation intégrée	2	1.45	2.21	1.29	3.90	1.14	4.89	1.41
Régulation identifiée	3.11	0.84	5.03	1.25	5.59	0.56	6	0.63
Régulation introjectée	2.33	1.20	3.03	1.20	4.82	0.60	4.85	1.25
Motivation extrinsèque	1.78	1.07	2.21	1.70	2.13	1.61	1.39	1
Amotivation	2.67	1.16	2.03	1.03	1.74	0.84	1.26	0.49
Auto-efficacité (score/10)	6.35	1.20	5.90	1.66	5.28	1.11	7	1.09
Dépression (score/27)	9.33	5.03	13.91	3.67	12.62	4.93	5.06	2.50
Peurs et croyances envers l'AP (score/24)	20.33	3.22	12.82	5.23	14.69	3.66	13.64	6.02

Pour comparer nos groupes de profils identifiés par l'arbre de classification (Tableau 16), plusieurs tests anova ont été effectués. Les résultats montrent que les quatre groupes diffèrent sur la motivation intrinsèque [ $F(3,56)=15,26$ ;  $p<0,001$ ], la régulation intégrée [ $F(3,56)=13,67$ ;  $p<0,001$ ], la régulation identifiée [ $F(3,56)=15,26$ ;  $p<0,001$ ], la régulation introjectée [ $F(3,56)=11,05$ ;  $p<0,001$ ], l'amotivation [ $F(3,56)=6$ ;  $p=0,001$ ], l'auto-efficacité [ $F(3,56)=6,958$ ;  $p<0,001$ ] et les symptômes dépressifs [ $F(3,56)=25,78$ ;  $p<0,001$ ].

Les Confiants ont des scores significativement supérieurs aux Démotivés pour les régulations allant de l'intrinsèque à l'introjectée ( $p<0,005$ ). De même, les Confiants ont des scores supérieurs aux Prudents de la régulation intégrée à introjectée ( $p<0,005$ ) et un score tendanciel pour la régulation intrinsèque ( $p=0,074$ ). Les Déprimés ont également des scores supérieurs aux Démotivés pour la régulation intrinsèque ( $p<0,001$ ), identifiée ( $p<0,001$ ) et introjectée ( $p=0,006$ ), et des scores supérieurs aux Prudents pour la régulation intégrée ( $p=0,017$ ) et introjectée ( $p=0,002$ ). Les Prudents surpassent les Démotivés pour la régulation intrinsèque ( $p=0,027$ ) et identifiée ( $p=0,002$ ). Pour l'amotivation, les Prudents ( $p=0,018$ ) et les Démotivés ( $p=0,011$ ) dépassent les Confiants.

Alors que les Déprimés et les Prudents dépassent les Confiants pour les symptômes dépressifs ( $p<0,001$ ).

Concernant l'auto-efficacité, les Confiants ont des scores significativement supérieurs aux Déprimés ( $p < 0,001$ ) et tendanciels pour les Prudents ( $p = 0,058$ ).

Pour ce qui est des scores de motivation extrinsèque [ $F(3,56) = 1,69$ ;  $p = 0,18$ ] et de peurs et croyances envers l'activité physique [ $F(3,56) = 1,69$ ;  $p = 0,180$ ], il n'y a pas de différences significatives entre les groupes. Même si les Démotivés semblent avoir un score supérieur, ils sont trop peu nombreux ( $n = 3$ ) pour observer une différence.

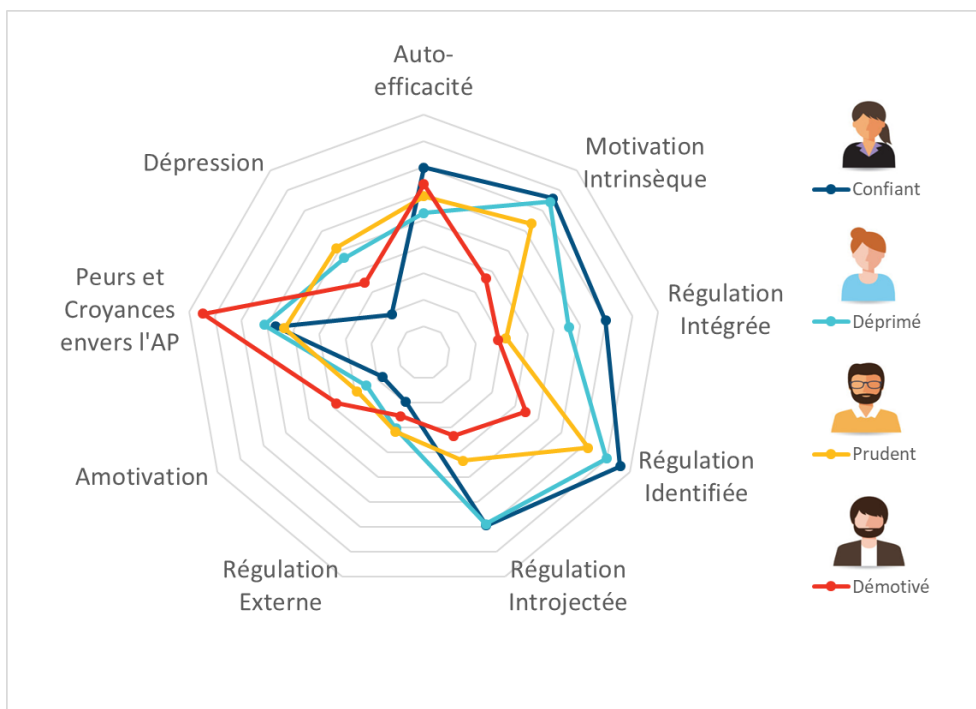


Figure 38: comparaison des profils

Finalement, ces groupes sont assez proches en termes de scores et de différences de ceux précédemment identifiés dans le Chapitre 5, hormis pour les peurs et croyances. L'absence de prise en compte de ce critère dans la classification a homogénéisé les scores entre les profils, ce qui ne permet plus d'observer de différences. Étant donné que l'adaptation propose des recommandations en lien avec les peurs et fausses croyances, il faudra à l'avenir ajuster la méthode de classification pour prendre en compte ce critère.

## 7.4.2. Engagement d'usage

Dans cette section, nous présentons les résultats des données collectées grâce à l'utilisation de l'application. Le *Tableau 17* résume les principaux résultats significatifs entre le groupe contrôle et le groupe adapté. Ces différences sont observées seulement pour certains profils.

*Tableau 17: différences significatives entre la condition adaptée et contrôle*

Variable	Profil	Comparaison des conditions	Test de significativité
Temps par connexion	Confiant	Adapté > Contrôle	U=184; p=0.04
Quiz 1 complété	Prudent	Adapté < Contrôle	$\chi^2(1,11)=4,40$ ; p=0.04
Quiz 2 complété	Prudent	Adapté > Contrôle	$\chi^2(1,11)=4,40$ ; p=0.04
Planification de l'AP	Confiant	Adapté > Contrôle	$\chi^2(1,33)=5,12$ ; p=0.02
Nb de données de douleur	Prudent	Adapté < Contrôle	t(9)=2.064; p=0.04
Nb de données d'humeur	Prudent	Adapté < Contrôle	t(9)=1.957; p=0.04

### 7.4.2.1. Temps d'utilisation

En ce qui concerne l'utilisation de l'application, nous nous attendions à ce que le groupe adapté passe plus de temps sur l'application que le groupe témoin.

En moyenne, les utilisateurs se sont connectés 8 fois sur l'application (s=12), sur 6 jours différents (s=6) et ont arrêté de l'utiliser au bout du 14ème jour après le téléchargement (s=12,5ème). La durée d'utilisation moyenne était de 13min30s par connexion (s=49min), et la durée totale d'utilisation moyenne pendant le mois d'essai était de 1h15min (s=2h04min). Notons la forte variabilité dont témoigne les écarts-types.

Les résultats descriptifs globaux entre le groupe contrôle et le groupe adapté ne montrent pas de différence significative. Ils suggèrent plus de temps passé sur l'application dans le groupe contrôle (Contrôle : m=1h18min; s=2h31min / Adapté : m=1h04min; s=1h35min) mais plus de temps passé par connexion dans le groupe adapté (Contrôle : m=7min; s=9min / Adapté : m=19min; s=1h07min).

Pour les utilisateurs Confiants Adaptés (temps moyen par connexion : m=33min; s=1h30min), nous observons qu'ils passent



significativement plus de temps par connexion ( $U=184$ ;  $p=0,04$ ) que les utilisateurs Confiants Contrôles (temps moyen par connexion :  $m=7\text{min}$ ;  $s=9\text{min}$ ) (Figure 39) mais pas en temps total de connexion (Confiants Contrôles :  $m=1\text{h}25\text{min}$ ;  $s=2\text{h}44\text{min}$  / Confiants Adaptés :  $m=1\text{h}44\text{min}$ ;  $s=1\text{h}55\text{min}$ ), bien que le résultat soit tendanciel ( $U=174$ ;  $p=0,09$ ). Ces résultats suggèrent un impact positif de l'adaptation pour les utilisateurs Confiants.

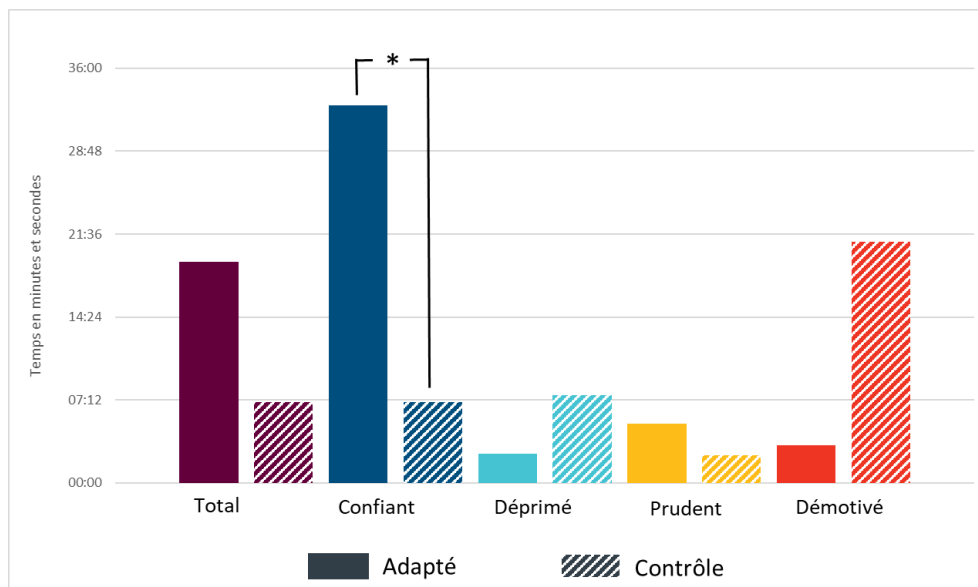


Figure 39: temps par connexion en fonction des profils et des conditions

Une autre tendance ( $U=235$ ;  $p=0,075$ ) suggère que les utilisateurs Confiants passent plus de temps par connexion que les utilisateurs Prudents (Prudents :  $m=20\text{min}$ ;  $s=1\text{h}6\text{min}$  / Confiants :  $m=4\text{min}$ ;  $s=5\text{min}$ ), quelle que soit la condition.

Les résultats globaux ne confirment pas l'hypothèse H1, car l'application ne semble pas permettre un bon engagement d'usage si l'on considère le temps d'utilisation. Mais l'adaptation semble modifier le comportement des utilisateurs Confiants, ce qui valide partiellement notre hypothèse H7. Ce résultat est en accord avec notre approche personnalisée, qui met l'accent sur les besoins distincts des profils, mais nécessite d'approfondir les analyses pour tenter de comprendre pourquoi nous ne retrouvons pas ce résultat positif pour tous les profils. Compte tenu de la variation de l'adaptation que nous avons

implémentée entre les profils, il est crucial d'examiner son impact sur chacun d'entre eux indépendamment.

#### 7.4.2.2. Module "Connaissance"

Nous avons recueilli le nombre moyen de fois où chaque quiz a été effectué (Quiz 1 : "Comprendre ma lombalgie, Quiz 2 : "Les bienfaits de l'activité physique", Quiz 3 : "Idées reçues" et Quiz 4 : "Comprendre ma douleur"). Dans le groupe adapté, les 4 quiz sont recommandés pour les profils Démotivés, les quiz 2 et 3 sont recommandés pour les profils Prudents et Déprimés, et aucun quiz n'est recommandé pour les Confiants. Nous supposons donc que les quiz devraient être davantage utilisés par les profils Prudents et Déprimés. Nous nous attendons également à ce que nos recommandations aient un impact sur le comportement de navigation des utilisateurs.

Indépendamment des conditions, les Déprimés ont effectué le quiz numéro 4 plus de fois que les Confiants ( $U=139$ ;  $p=0,020$ ) et les Prudents ( $U=159,5$ ;  $p=0,032$ ). Les utilisateurs Prudents ont complété plus de quiz ( $U=116$ ;  $p=0,029$ ), en particulier les quiz 2 ( $U=117$ ;  $p=0,037$ ) et 3 ( $U=126,5$ ;  $p=0,043$ ), que les utilisateurs Confiants.

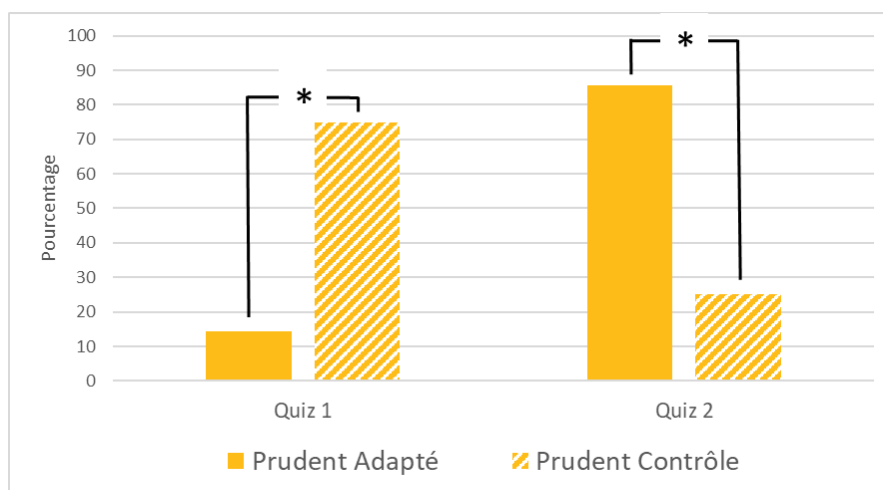


Figure 40: proportion de Prudents ayant consulté les Quiz 1 et 2

Les utilisateurs Prudents Adaptés sont significativement moins nombreux à avoir complété le quiz 1 ( $X^2(1,11)=4,40$ ;  $p=0,04$ ) et significativement plus nombreux à avoir complété le quiz 2 ( $X^2(1,11)=4,40$ ;  $p=0,04$ ) par rapport aux utilisateurs Prudents de la

condition Contrôle (*Figure 40*). Cependant, ils ne semblent pas suivre les recommandations suivantes (quiz 3 et 4). Pour les autres profils, il n'y a pas de différences significatives entre les groupes.

Ces résultats sont conformes à notre attente concernant l'impact de l'adaptation sur le choix des quiz pour les Prudents. De plus, quelles que soient les conditions, nous constatons que les utilisateurs Prudents et Déprimés répondent à plus de quiz que les utilisateurs Confiants, en particulier ceux que nous jugeons adaptés à leurs besoins. Ces résultats sont cohérents avec le niveau de motivation des profils Prudent et Déprimé, suggérant qu'ils ont davantage besoin de développer leurs connaissances, comparé aux Confiants.

Tous les utilisateurs pouvaient bien sûr accéder aux quiz sans passer par le bouton "Ma priorité". Les résultats que nous venons de décrire suggèrent donc que le bouton "Ma priorité" disponible dans la version adaptée a bien été utilisé pour certains profils.

#### **7.4.2.3. Module activité physique**

Dans ce module, les participants peuvent planifier leurs sessions d'activités sur la semaine, et ils ont une sélection de 3 sessions vidéos adaptées à leur niveau. La planification est la première recommandation pour les utilisateurs Confiants du groupe Adapté. Elle est également recommandée aux autres profils une fois qu'ils ont validé leurs quiz.

Globalement, ceux qui ont planifié leur activité ont consulté significativement plus de sessions d'activité physique ( $U=663,5$ ;  $p<0,001$ ), ont fait significativement plus de sessions ( $U=615$ ;  $p=0,005$ ) et se sont davantage connectés à l'application ( $U=638$ ;  $p=0,005$ ).

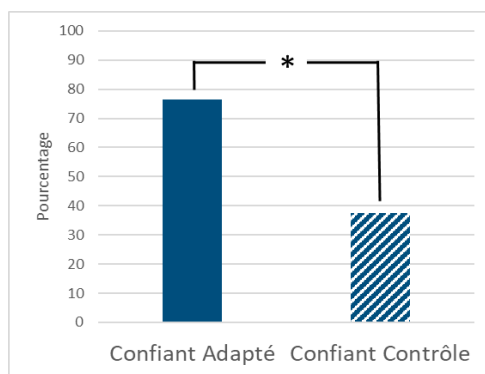


Figure 41: proportion de Confiants ayant planifié leurs séances

Les utilisateurs Confiants ont été plus nombreux à planifier leur activité dans le groupe Adapté ( $\chi^2(1,33)=5,12$ ;  $p=0,02$ ) que les utilisateurs Confiants du groupe contrôle (Figure 41). De plus, indépendamment des conditions, nous constatons que les Confiants effectuent plus de séances d'activité physique que les Prudents ( $U=251$ ;  $p=0,038$ ).

Ces résultats valident notre hypothèse H5 selon laquelle la planification permet d'augmenter la pratique effective de l'activité physique. De plus, nous observons des différences de comportement entre les profils et un impact de l'adaptation sur le taux de planification pour les Confiants.

#### 7.4.2.4. **Données enregistrées et Module de suivi**

À chaque nouveau jour de connexion, l'application demande aux utilisateurs d'entrer un niveau de douleur (de 0 : aucune douleur à 5 : douleur intense) et d'humeur (de 0 : mauvaise humeur à 5 : bonne humeur), afin qu'ils puissent suivre leurs progrès dans le module de suivi. Ils peuvent également enregistrer ces données plusieurs fois, quand ils le souhaitent, au cours de la journée. Nous nous attendons à ce que les scores de douleur et d'humeur diffèrent d'un profil à l'autre. Nous supposons également que l'adaptation a un impact sur les scores des données enregistrées et sur le taux de consultation de ces données dans le module de suivi, étant donné que nous le recommandons après chaque séance d'activité physique.

En moyenne, les utilisateurs ont enregistré leur douleur et leur humeur 6 fois ( $s=11$ ), avec des scores moyens de 2,1/5 ( $s=1$ ) pour la douleur et

de 2,9/5 ( $s=1$ ) pour l'humeur, et ont consulté le module de suivi 4 fois ( $s=10$ ). Des différences de profil ont été constatées, les Confiants enregistrant en moyenne une douleur moins forte ( $t(37)=-2,835$ ;  $p=0,007$ ) que les Déprimés, et une meilleure humeur que les Déprimés ( $U=272,5$ ;  $p<0,001$ ) et Prudents ( $U=183$ ;  $p=0,049$ ).

Aucune différence significative n'a été observée entre les résultats globaux des groupes Adapté et Contrôle, bien qu'une tendance ( $t(50)=-1,454$ ;  $p=0,08$ ) suggère que le groupe Adapté tend vers un score de douleur plus faible ( $m=1,95/5$ ;  $s=1$ ) que le groupe Contrôle ( $m=2,4/5$ ;  $s=1$ ). Il faut également noter les scores d'humeur, avec un score moyen de 3/5 ( $s=1$ ) pour le groupe Adapté et de 2,65/5 ( $s=1$ ) pour le groupe Contrôle. Un autre résultat tendanciel ( $U=543$ ;  $p=0,08$ ) suggère que le groupe Adapté consulte moins souvent le module de Suivi ( $m=7$ ;  $s=3$ ) que le groupe Contrôle ( $m=3$ ;  $s=4$ ).

En ce qui concerne les résultats pour chaque profil selon les conditions, nous observons que les Prudents ont enregistré (Prudent Adapté :  $m=2$ ;  $s=2$  / Prudent Contrôle :  $m=7$ ;  $s=5$ ) significativement moins de fois leur douleur ( $t(9)=2,064$ ;  $p=0,04$ ) et moins de fois leur humeur ( $t(9)=1,957$ ;  $p=0,04$ ) dans la condition Adaptée par rapport à la condition Contrôle.

Ces résultats mettent en avant des scores variables des utilisateurs en fonction de leur profil, avec des scores plus positifs pour ceux qui sont plus avancés dans leur processus de changement de comportement (Confiants). En ce qui concerne l'adaptation, les résultats semblent confirmer son impact, avec des scores plus positifs pour le groupe adapté. Les résultats suggèrent également que l'absence d'adaptation oriente davantage les utilisateurs vers l'enregistrement et le suivi de leurs données.

#### **7.4.2.5. Utilisation des éléments d'adaptation**

Afin d'avoir une meilleure idée de l'impact des éléments d'adaptation sur nos sujets, nous avons récolté les données liées à leur utilisation pour ceux du groupe adapté.

Concernant les recommandations (bouton "Ma priorité"), 82% des Confiants (n=17), 67% des Déprimés (n=6), 86% des Prudents (n=7) et 50% des Démotivés (n=2) ont cliqué sur au moins une d'entre elles. Au total, c'est 78% des utilisateurs de la condition adaptée l'ont utilisé au moins une fois.

Concernant la question post-intervention, les 17 répondants ont jugé en moyenne ces priorités cohérentes avec leurs attentes (m=3,79/5; s=0,97).

Pour ce qui est des messages motivationnels, les utilisateurs ont en moyenne été exposés à seulement 5 messages (s=4). Lorsque l'on regarde le détail moyen en fonction des profils, les Confiants ont été exposés à 6 messages (s=4), les Déprimés à 4 messages (s=4), les Prudents à 3 messages (s=2) et les Démotivés à 2 (s=1). Au final, les Démotivés, les Prudents et les Déprimés ont donc été seulement exposés aux messages promouvant une auto-efficacité dans la gestion de leur pathologie du type : *"Grâce à notre accompagnement personnalisé vous serez capable de contrôler vos symptômes et de réduire votre inconfort physique."*. Alors que les Confiants ont plus été exposés à des messages pour renforcer leur motivation à l'activité physique, principalement orienté vers la régulation identifiée (exemple : *"Contribuez à votre développement personnel en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !"*).

Les questions posées à la fin de l'intervention (17 répondants) concernant ces messages ont reçu des scores positifs pour la clarté (m=3,93/5; s=1,22) et l'esthétisme (m=3,60/5; s=1,12) et des scores médians en ce qui concerne leur cohérence (m=3,20/5; s=1,21) et leur potentiel motivant (m=3,20/5; s=1,37).

Finalement, l'ensemble de ces résultats montrent que l'adaptation influence le comportement des utilisateurs, et donc potentiellement leur engagement d'usage. Cependant, le manque d'adhérence envers l'application, en termes de temps d'utilisation, n'a pas permis aux utilisateurs d'être suffisamment exposés aux messages pour juger de leur efficacité.

### 7.4.3. Expérience utilisateur

Pour la suite, nous présentons les résultats des questionnaires envoyés après un mois d'utilisation de l'application. Sur les 60 participants, seuls 32 (75% Confiants, 13% Déprimés, 6% Prudents et 3% Démotivés) ont rempli les questionnaires, dont 17 dans le groupe Adapté et 15 dans le groupe Contrôle.

Pour évaluer l'expérience utilisateur, nous avons administré l'échelle UX meCUE (Lallemand & Koenig, 2017), qui mesure 4 dimensions : perceptions, émotions, conséquences et évaluation globale.

Les perceptions mesurées sont l'utilité, la facilité d'utilisation, l'esthétisme, le statut social et l'engagement. Dans l'ensemble, les utilisateurs ont évalué l'application de manière positive en termes d'utilité ( $m=4,24/7$ ;  $s=1,85$ ), de convivialité ( $m=4,98/7$ ;  $s=1,87$ ) et d'esthétisme ( $m=4,21/7$ ;  $s=1,49$ ), mais de manière plus négative en termes de statut ( $m=1,95/7$ ;  $s=1,41$ ) (qui correspond à l'impact du produit sur la représentation sociale de l'utilisateur) et d'engagement ( $m=2,03/7$ ;  $s=1,58$ ).

En ce qui concerne les émotions, l'échelle évalue les émotions positives et négatives suscitées par l'application. Les utilisateurs sont partagés sur le fait que l'application suscite des émotions positives ( $m=3,50/7$ ;  $s=1,80$ ), mais s'accordent à dire qu'elle évite de provoquer des émotions négatives ( $m=5,30/7$ ;  $s=1,74$ ). De plus, les Confiants Adaptés ont obtenu un score significativement plus élevé que les Confiants Contrôle sur l'évitement des émotions négatives ( $U=100,5$ ;  $p=0,04$ ) (Figure 42).

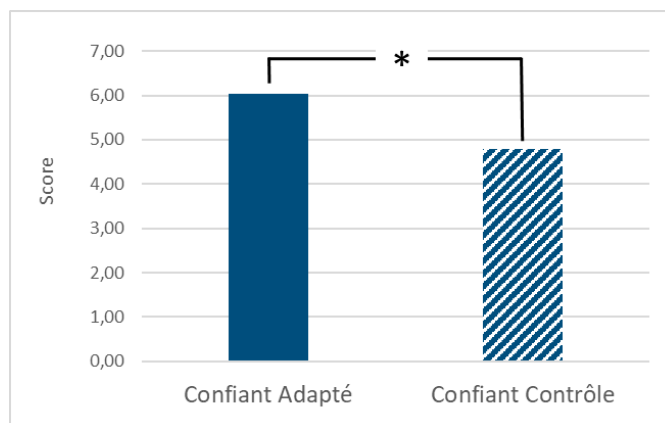


Figure 42: scores d'évitement des émotions négatives des Confiants en fonction de la condition

En termes de conséquences, l'échelle mesure la fidélité et l'intention d'utilisation. Les utilisateurs sont partagés sur la fidélité ( $m=3,52/7$ ;  $s=1,55$ ) et l'intention d'utilisation ( $m=3,17/7$ ;  $s=1,78$ ).

Enfin, la note globale est positive, mais relativement faible :  $m=1,41$  (-5 : Mauvais à 5 : Bon);  $s=3,32$ .

Les questions posées via nos échelles pour ce qui est de l'impression globale des utilisateurs a révélé des scores médians concernant le fait que l'application soit suffisamment adaptée à leurs besoins ( $m=3,16/5$ ;  $s=1,39$ ) et qu'elle réponde à leurs attentes ( $m=3,31$ ;  $s=1,47$ ). Cependant, le groupe Adapté a révélé des scores supérieurs au groupe Contrôle de manière significative pour l'adaptation aux besoins ( $U=184$ ;  $p=0,015$ ) et tendanciel pour les attentes ( $U=169$ ;  $p=0,056$ ).

Notre hypothèse H1 selon laquelle l'application provoque une expérience utilisateur satisfaisante est confirmée, cependant l'item concernant l'engagement a reçu un score insuffisant. Pour ce qui est de l'impact de l'adaptation sur l'expérience utilisateur, notre hypothèse H7 est partiellement validée avec les Confiants qui semblent mieux éviter les émotions négatives, et l'impression globale des utilisateurs plus positive mesurée par nos échelles.

#### **7.4.4. Satisfaction des besoins**

Pour évaluer la qualité de l'application mobile concernant la satisfaction des besoins d'autonomie et de compétence pour gérer la lombalgie, nous avons utilisé le TENS-task (Peters et al., 2018) que nous avons traduit en français. Pour évaluer la fiabilité de l'échelle traduite, nous avons utilisé l'alpha de Cronbach pour mesurer la cohérence interne de l'échelle. La sous-échelle du besoin de compétence a reçu un bon score ( $\alpha=0,81$ ) tandis que la sous-échelle du besoin d'autonomie a reçu un score plus discutable ( $\alpha=0,64$ ).

Les résultats des échelles montrent une bonne satisfaction des deux besoins, notamment du besoin d'autonomie (Autonomie :  $m=17,5/20$ ;  $s=2,98$  / Compétence :  $m=12,2/20$ ;  $s=4,28$ ). Aucune différence n'est observée entre les groupes ou entre les profils.

Notre hypothèse H2 selon laquelle l'application répond aux besoins de compétence et d'autonomie pour gérer la lombalgie est



confirmée, mais pas le fait que l'adaptation favorise une meilleure satisfaction de ces besoins (H8 invalidée).

### 7.4.5. Evolution dans le processus de changement de comportement

Dans cette section, nous comparons les résultats des réponses aux questionnaires avant et après intervention. Le *Tableau 18* résume les principales différences significatives que nous avons identifiées.

*Tableau 18: résultats significatifs de l'impact de l'intervention sur les réponses aux échelles post intervention*

Variable	Utilisateurs	Evolution de la variable	Test de significativité
Peurs et croyances envers l'AP	Les utilisateurs qui ont consulté le Quiz 1 (n=16)	Avant > Après	t(15)=1.902; p=0.038
	Utilisateurs qui ont consulté au moins 3 quiz (n=12)	Avant > Après	t(11)=1.998; p=0.036
	Utilisateurs qui ont consulté les conseils ergonomiques (n=24)	Avant > Après	t(23)=1.814; p=0.041
	Utilisateurs qui ont consulté les conseils de gestion de la douleur (n=20)	Avant > Après	t(19)=1.779; p=0.046
Auto-efficacité globale	Utilisateurs qui ont consulté au moins 3 quiz (n=12)	Avant < Après	U=13; p=0.042
Contrôler et gérer les symptômes dépressifs	Tous (n=32)	Avant > Après	t(31)=3; p=0.005
Pratiquer une activité sociale	Utilisateurs qui ont consulté le Quiz 2 (n=14)	Avant < Après	t(13)=-2.217; p=0.045
Communiquer avec le médecin	Utilisateurs qui ont consulté le Quiz 4 (n=12)	Avant < Après	t(11)=-1.942; p=0.039
Gérer les symptômes	Utilisateurs qui ont consulté la session d'activité (n=18)	Avant < Après	t(17)=2.013; p=0.030
Amotivation	Déprimé (n=13)	Avant > Après	t(4)=2.236; p=0.05

#### 7.4.5.1. Impact des fonctionnalités

D'abord, nous avons comparé les résultats en fonction de ce que les utilisateurs ont consulté dans l'application.

Le score des peurs et croyances diminue significativement après l'utilisation de l'application dans les cas suivants : les utilisateurs ont consulté au moins un conseil sur la gestion de la douleur (t(19)=1,779;

$p=0,046$ ), un conseil ergonomique ( $t(23)=1,814$ ;  $p=0,041$ ), ont fait le quiz 1 "Comprendre ma lombalgie" au moins une fois ( $t(15)=1,902$ ;  $p=0,038$ ) ou au moins 3 quiz en général ( $t(11)=1,998$ ;  $p=0,036$ ).

En ce qui concerne l'auto-efficacité, ceux qui ont répondu au moins une fois au quiz 2 "Les bénéfices de l'AP" ont augmenté significativement l'item "Activité sociale" ( $t(13)=-2,217$ ;  $p=0,045$ ), tandis que ceux qui ont répondu au moins une fois au quiz 4 "Comprendre ma douleur" ont augmenté significativement l'item "Communiquer avec le médecin" ( $t(11)=-1,942$ ;  $p=0,039$ ). Ceux qui ont participé à au moins 3 quiz ont eu une augmentation globale de leur auto-efficacité ( $p=0,042$ ). Enfin, ceux qui ont participé à au moins une séance d'activité physique ont une augmentation significative de l'item "Gestion des symptômes" ( $t(17)=2,013$ ;  $p=0,030$ ).

Ces résultats confirment partiellement nos hypothèses H3 et H6 concernant l'impact des quiz sur les peurs et croyances et l'auto-efficacité et l'impact des séances d'activité physique sur l'auto-efficacité. De plus, les résultats montrent que les conseils (ergonomiques ou gestion de la douleur) ont également un impact positif sur les peurs et croyances, mais aucune fonctionnalité n'a montré d'impact sur les symptômes dépressifs (H4 invalidée) ou la motivation.

#### **7.4.5.2. Comparaison des conditions expérimentales**

Concernant l'évolution globale des caractéristiques psychologiques liées au processus de changement de comportement, nous nous attendons à ce que l'utilisation de l'application améliore les scores de ces caractéristiques, à savoir la motivation, le sentiment d'auto-efficacité, les peurs et croyances, et les symptômes dépressifs. D'autant plus avec la version adaptée, où l'on s'attend à des modifications ciblées des caractéristiques de chaque profil.

Pour l'auto-efficacité, nous observons une diminution significative de l'item "Contrôler et gérer les symptômes dépressifs" après utilisation de l'application ( $t(31)=3$ ;  $p=0,005$ ), indiquant une moindre confiance en ses capacités pour cet item. Ce résultat est significatif si l'on considère l'ensemble des utilisateurs ou uniquement le groupe

Contrôle ( $U=93$ ;  $p=0,01$ ), mais ne l'est pas si l'on effectue les analyses uniquement sur le groupe Adapté ( $U=119$ ;  $p=0,15$ ).

Concernant la motivation, nous observons seulement une diminution significative de l'amotivation pour les Déprimés ( $t(4)=2,236$ ;  $p=0,05$ ) après utilisation de l'application. Aucune autre différence significative n'a été observée lors de la comparaison des groupes et des profils.

Hormis cette diminution de l'amotivation pour les Déprimés, ces résultats rejettent notre hypothèse H9 selon laquelle l'adaptation a un impact positif sur les facteurs psychologiques liés au processus de changement de comportement.

La section suivante vise à présenter les résultats des entretiens utilisateurs dans l'objectif d'avoir plus de retours qualitatifs sur l'application et d'identifier des améliorations à prioriser pour la deuxième version.

#### **7.4.5.3. Retours qualitatifs**

Dans l'objectif de concevoir une deuxième version améliorée de l'application BACK-4P, nous avons mené 6 entretiens utilisateurs à la suite de l'essai.

Concernant les expériences antérieures envers ce type de technologie, seulement 2 participants ont indiqué avoir déjà testé d'autres applications, jugées pas assez détaillées. Leur objectif était principalement d'avoir des visuels et des explications suffisamment claires pour être capable de reproduire les exercices.

Pour l'initialisation, nous avons demandé des retours sur la procédure de téléchargement et la création du compte sur l'application. Ces deux étapes ont été jugées simples, rapides et fluides par l'ensemble des participants. Seulement 2 d'entre eux ont été confrontés à un blocage de l'installation par mesure de sécurité de leur smartphone. Mais l'utilisation du tutoriel que nous avons fourni pour y faire face a suffi pour débloquer ces deux participants.

Les avis sur la page d'accueil révèlent une satisfaction générale quant à la simplicité et la clarté de l'interface. Les utilisateurs apprécient que l'application soit facile à utiliser et épurée, trouvant qu'elle va à l'essentiel, ce qui facilite la recherche d'informations. Concernant le message du jour pour les participants ayant eu une version adaptée, l'un d'eux ne l'a pas remarqué. Le deuxième l'a apprécié mais trouvé

répétitif en raison de son affichage récurrent à chaque retour sur la page d'accueil.

Pour la planification des séances d'activité, les avis montrent une diversité d'opinions et d'habitudes parmi les utilisateurs. Quatre d'entre eux n'ont pas utilisé cette fonctionnalité, exprimant ne pas ressentir le besoin de s'imposer des horaires fixes et préférant utiliser l'application lorsqu'ils ont un moment libre. Cette préférence pour l'instantanéité est souvent justifiée par des contraintes personnelles ou des habitudes de vie, comme des rendez-vous médicaux fréquents ou d'autres exercices déjà imposés. D'un autre côté, deux utilisateurs ont trouvé la planification utile pour structurer leur activité physique et atteindre leurs objectifs. Ils ont apprécié la simplicité de l'interface et le rappel des séances restantes pour atteindre leur objectif hebdomadaire. Cependant, des améliorations sont suggérées, comme la possibilité de planifier plusieurs séances donc plusieurs heures dans une même journée (ce qui n'est pas possible dans cette 1ère version de l'application). Il y a aussi des problèmes de fiabilité des notifications, un utilisateur ne les recevait pas régulièrement.

Concernant la pratique de l'activité physique via l'application BACK-4P, les participants montrent une appréciation générale de la présentation des séances et des vidéos, mais révèlent également des points à améliorer. Les séances sont jugées intéressantes et bien structurées, mais parfois un peu longues. De plus, un utilisateur a indiqué souhaiter plus de variété d'exercices, et avoir la possibilité de débloquent des séances en fonction de l'évolution de son niveau. Les vidéos, bien qu'appréciées pour leur qualité visuelle et explicative, présentent plusieurs problèmes. Le son est souvent jugé trop faible et irrégulier, ce qui rend difficile la réalisation des exercices. Les utilisateurs suggèrent d'inclure un décompte avant chaque répétition et de chronométrer les pauses pour mieux rythmer les séances. Certains bugs stoppant parfois la séance avant la fin ont également été signalés. La fonctionnalité "Évaluer" du module "Gestion de la douleur" est jugée facile à utiliser, mais pourrait bénéficier d'ajustements. Un utilisateur n'avait pas fait le lien entre l'enregistrement de ces données et le suivi proposé, suggérant qu'il serait bénéfique d'expliquer comment les données collectées sont utilisées. Un autre utilisateur a noté que l'échelle de douleur n'était pas assez détaillée et qu'il serait préférable d'augmenter le nombre d'items à 10 au lieu de 5, à l'image des échelles

utilisées par les professionnels de santé. Enfin, un utilisateur mentionne le souhait de saisir des symptômes associés, comme les nausées causées par la douleur, et souhaiterait pouvoir entrer plus de détails pour justifier ses réponses. Cela avait déjà été proposé dans la phase de conception, mais rejeté par les professionnels pour éviter qu'ils émettent des liens de causalité erronés.

Les avis sur la fonctionnalité "Améliorer" de l'application BACK-4P révèlent une réception globalement positive avec des suggestions pertinentes pour enrichir l'expérience utilisateur et l'efficacité des sessions proposées.

Les séances de relaxation sont appréciées mais jugées peu utiles par certains utilisateurs ayant déjà une expérience avec d'autres applications de relaxation comme "Petit Bambou". Ainsi, plusieurs utilisateurs ont mentionné avoir utilisé principalement les conseils, les trouvant utiles et nouveaux. Néanmoins, certains soulignent que certains conseils, comme la réinterprétation des douleurs et la gestion des pensées automatiques, sont complexes et nécessitent un accompagnement par un professionnels de santé. Une participante suggère de hiérarchiser les conseils en fonction de leur complexité, et d'ajouter des sources ou des preuves scientifiques pour renforcer leur crédibilité. Aussi, elle insiste sur le fait d'encourager une approche proactive de la part des utilisateurs pour mieux gérer leur condition. Cela pourrait permettre de moduler les attentes et de réduire le risque de découragement.

Le module "Ergonomie" est bien apprécié pour sa clarté et son efficacité dans la transmission de conseils ergonomiques. Cependant, il existe des opportunités pour enrichir le contenu en ajoutant des informations sur les équipements ergonomiques, en améliorant l'accessibilité des conseils en intégrant des éléments visuels comme des vidéos ou des animations pour une meilleure compréhension.

Concernant les quiz, ceux-ci sont bien perçus pour leur format ludique et éducatif, mais deux utilisateurs suggèrent de les enrichir en ajoutant plus de contenu ou en proposant différents niveaux de difficulté.

Enfin, les participants ont exprimé divers avis concernant le module "Suivi", partageant des perspectives sur son utilité, ses fonctionnalités actuelles et leurs attentes. Certains utilisateurs ont déclaré ne pas avoir utilisé la fonction de suivi ou ne pas en ressentir le besoin. Pour eux, enregistrer les données n'était pas motivé par le suivi régulier mais

plutôt dans l'attente d'une meilleure adaptation ou personnalisation de l'application. D'autres utilisateurs ont trouvé la fonction de suivi assez complète, bien que certains aient exprimé des frustrations concernant des bugs d'affichage ou des explications considérées peu claires sur la manière dont l'activité physique était calculée.

Globalement, les points forts de l'application BACK-4P incluent une ergonomie appréciée pour sa simplicité et son accessibilité, un contenu bien structuré et adapté à la pathologie, ainsi que des vidéos claires facilitant la compréhension des exercices. Les utilisateurs ont également valorisé la variété des séances proposées, adaptées en durée et en intensité. En revanche, plusieurs aspects à améliorer ont été relevés. Parmi eux, l'amélioration de l'accompagnement à la pratique des exercices, notamment en termes de rythme et d'enchaînement des exercices, la résolution de certains bugs identifiés, et plus de sensibilisation sur les méthodes de la TCC pour rendre plus proactive la gestion de la douleur. Concernant le maintien de l'utilisation, les utilisateurs recommandent l'ajout potentiel de notification mais aussi d'exercices au fur et à mesure de la progression. Deux participants ont expliqué les raisons de leur arrêt d'utilisation. Le premier a indiqué avoir une diminution de ses douleurs, alors que la seconde avait eu des séances de rééducation prescrites et n'a donc pas voulu cumuler son activité. Enfin, tous les participants ont indiqué qu'il recommanderait cette application à des personnes souffrant de lombalgies.

## **7.5. Discussion**

Dans ce chapitre, nous avons décrit comment nous avons évalué notre application mobile adaptée à quatre profils de patients souffrant de lombalgie. Cette application mobile, conçue en collaboration avec des patients et des professionnels de santé, vise à soutenir l'utilisateur dans l'adoption de comportements d'autogestion tels que l'activité physique régulière, la gestion de la douleur et l'amélioration des connaissances. Nos hypothèses sont que l'application provoque une expérience utilisateur satisfaisante et donc un fort engagement d'usage, qu'elle satisfait les besoins de compétence et d'autonomie pour gérer la lombalgie, et que certaines de ses fonctionnalités permettent de faire évoluer les caractéristiques

psychologiques impliquées dans le processus de changement de comportement (motivation, sentiments d'auto-efficacité, peurs et croyances et symptômes dépressifs). Aussi, nos autres hypothèses suggèrent que l'adaptation a un impact positif encore plus important sur chacun des paramètres étudiés (engagement d'usage, besoins psychologiques et caractéristiques psychologiques impliqués dans le processus de changement de comportement).

L'expérience utilisateur de l'application a été jugée satisfaisante, indiquant une utilité, une facilité d'utilisation et une esthétique élevées, ainsi qu'une absence d'émotions négatives. Toutefois, les utilisateurs ont évalué négativement le statut perçu (qui correspond à l'impact du produit sur la représentation sociale de l'utilisateur), l'engagement et l'impact sur la fidélité et l'intention d'utiliser l'application. L'application n'a pas été conçue pour améliorer le statut, ce qui a contribué à son faible score. L'absence d'intention d'utilisation correspond à l'absence de loyauté et d'engagement, ce qui peut s'expliquer par le fait que les utilisateurs cherchent à soulager leurs douleurs lombaires et espèrent ne pas avoir besoin d'une utilisation continue (par exemple, item : Si je pouvais, j'utiliserais le produit tous les jours). Cela correspond aux données d'utilisation, qui montrent que les utilisateurs cessent généralement d'utiliser l'application environ deux semaines après l'avoir téléchargée. Ce problème d'engagement peut en partie s'expliquer par le message adressé aux participants lors du recrutement qui mettait en avant le fait de tester une nouvelle application. Préciser qu'il s'agissait plutôt de suivre une véritable intervention (et non juste participer à un test) aurait peut-être permis d'observer un meilleur engagement. Mais les retours qualitatifs ont aussi mis en évidence le besoin d'un contenu plus diversifié pour soutenir l'engagement à long terme envers l'application. Ces résultats témoignent d'un problème d'adhérence envers la technologie (Tang & Kay, 2017), mais il est important d'aussi considérer l'engagement envers le comportement de santé ciblé (Cole-Lewis et al., 2019) pour pouvoir juger de l'efficacité de la technologie.

La mesure de la satisfaction des besoins psychologiques par le biais de l'application pour gérer la lombalgie nous permet d'avoir une indication à ce sujet. L'application semble répondre aux besoins de compétence et d'autonomie, mais une marge de progression est

encore à considérer pour satisfaire encore plus le besoin de compétence. Pour avoir une mesure plus objective de l'engagement envers la gestion de la lombalgie, d'autres mesures devraient être considérées pour mesurer les comportements effectifs des patients. Une étude plus centrée sur l'impact de l'intervention sur des facteurs cliniques, par exemple par le biais d'un ECR, permettrait d'avoir une meilleure compréhension de l'impact de l'application sur les comportements et l'évolution de l'état de santé des patients.

En ce qui concerne l'adaptation proposée en fonction des profils de patients, elle semble avoir conduit, chez un des profils, les Confiants, à une augmentation du temps d'utilisation par connexion, du nombre d'utilisateurs qui planifient leurs sessions, et à une meilleure expérience utilisateur en termes d'évitement des émotions négatives. Pour les Déprimés, nous n'avons pas trouvé d'impact de l'adaptation, mais une comparaison avec les autres profils, indépendamment de la condition, montre qu'ils font plus souvent un des quiz recommandés que les Confiants. De plus, nous avons observé une diminution de l'amotivation après l'intervention chez ce profil. Il semble essentiel de veiller à la phase d'adoption pour ce profil, ainsi qu'à son engagement envers les quiz pour qu'il puisse évoluer dans son processus de changement de comportement.

Enfin, nous avons observé un impact sur le choix des quiz effectués pour les Prudents, favorisant le premier quiz recommandé. Cependant, les recommandations suivantes ne semblent pas être suivies, certainement en raison d'un manque d'engagement envers les quiz.

Ces résultats montrent le potentiel de l'adaptation sur l'expérience et l'engagement d'usage des utilisateurs, mais aucun de ces résultats ne témoigne d'un impact sur la satisfaction des besoins psychologiques. Des améliorations sont nécessaires pour permettre aux utilisateurs de maintenir un meilleur engagement, notamment pour les Prudents et les Déprimés qui ne semblent pas avoir suffisamment utilisé les fonctionnalités proposées pour leur permettre d'évoluer dans leur processus de changement de comportement.

L'étude de l'impact de l'application sur les facteurs psychologiques impliquées dans processus de changement de comportement des utilisateurs a montré une diminution notable de l'auto-efficacité pour



contrôler et gérer les symptômes dépressifs après l'intervention, sans une augmentation correspondante des symptômes dépressifs. Cependant, l'adaptation semble éviter cet effet. Les entretiens ont indiqué que les conseils de gestion fournis n'étaient pas suffisamment détaillés et hiérarchisés, soulignant la nécessité d'être guidés par un professionnel de santé.

D'autre part, l'utilisation de fonctions spécifiques semble avoir eu un impact sur les facteurs psychologiques des utilisateurs. Ceux qui ont consulté les conseils sur la gestion de la douleur et l'ergonomie ont constaté une diminution notable de leurs craintes et de leurs croyances après l'intervention. De même, les utilisateurs qui ont réalisé des quiz ont constaté une réduction significative de leurs peurs et fausses croyances et une amélioration de leur sentiment d'auto-efficacité. Enfin, les utilisateurs qui ont planifié leurs séances d'activité ont effectué plus de séances, ce qui a entraîné une augmentation du sentiment d'auto-efficacité après l'intervention. Ces résultats soulignent le potentiel de l'application à soutenir les utilisateurs dans leur processus de changement de comportement, suggérant la pertinence de concevoir des interventions basées sur le modèle HAPA (Schwarzer, 2016).

Néanmoins, la comparaison des groupes adapté et contrôle n'a pas permis de montrer des différences en termes d'évolutions des caractéristiques psychologiques des utilisateurs après interventions, probablement en raison de notre faible puissance statistique. Les données d'utilisation ont quand même mis en avant des résultats tendancielles qui suggèrent que les scores de douleur et d'humeur sont plus positifs dans le groupe adapté, et que les utilisateurs consultent moins le suivi de ces données. Le soutien offert par l'adaptation semble permettre aux utilisateurs de moins se concentrer sur les données de suivi, en particulier la douleur.

La répartition des profils dans notre échantillon test (5% Démotivés, 18% Prudents, 22% Déprimés et 55% Confiants) est notablement déséquilibrée par rapport à l'échantillon de patients du Chapitre 6 utilisé pour identifier les profils. Différents facteurs peuvent expliquer cela, notamment des méthodes de recrutement différentes (flyers, posters, professionnels de santé, e-cohorte) par rapport à l'étude initiale menée pour la création des profils (e-cohorte uniquement), des

difficultés techniques pour télécharger l'application (limitée à Android), et la probabilité que les individus moins motivés soient moins enclins à utiliser ce type d'outils et à s'engager dans une étude leur demandant d'utiliser une application pendant plusieurs semaines. Le faible pourcentage d'individus Démotivés dans notre échantillon pour évaluer l'application (par rapport au nombre plus élevé de patients Démotivés issus de la e-cohorte qui avaient participé à l'étude questionnaires pour la création des profils) reflète un problème d'acceptabilité (Schade & Schlag, 2003; Schuitema et al., 2010) probablement engendré par l'impact des barrières et du manque de motivation dans leur processus de changement de comportement. Selon le modèle METUX (Peters et al., 2018), la phase d'adoption d'une technologie, de la prise de conscience à l'acquisition en passant par l'utilisation, influence de manière significative le comportement, la motivation et le bien-être de l'utilisateur. Par conséquent, il est essentiel d'aider ces profils à trouver un sens et une motivation à l'utilisation dès cette phase initiale qui précède l'utilisation de l'application.

L'étude que nous avons présentée a néanmoins quelques limites. Nous avons été confrontés à des problèmes de puissance statistique relativement faible en raison du petit nombre de participants par rapport au nombre de conditions, et l'engagement insuffisant des utilisateurs envers l'application. En effet, cela a conduit à une utilisation moyenne de l'application de seulement deux semaines, ce qui a entraîné probablement une perte de 47 % des répondants au questionnaire post-intervention. Des tests plus larges sont nécessaires pour obtenir des résultats plus stables et valider les tendances observées. La participation limitée du profil Démotivé empêche de tirer des conclusions pour ce profil, un problème courant dans ce type d'études (Amagai et al., 2022).

D'autre part, pour classer les utilisateurs par profil, nous avons utilisé un arbre de classification issu des données du Chapitre 5. Nous avons observé des différences cohérentes entre les profils, similaires à ceux des profils initiaux, à l'exception des peurs et fausses croyances concernant l'activité physique, qui ne présentaient pas de différence significative entre les profils. Initialement, le profil Prudent avait des scores significativement plus élevés que les autres. Les profils

Démotivé et Déprimé obtenaient également des scores élevés, contrairement au profil Confiant. Un des objectifs de l'adaptation que l'on propose est de réduire ces peurs et fausses croyances pour les profils normalement concernés (Démotivé, Prudent et Déprimé). Toutefois, comme l'arbre de classification ne tient pas compte de ce critère, ces différences ont ici été diluées, ce qui ne permet pas d'identifier efficacement ce critère à des profils spécifiques. Des améliorations de l'arbre de classification sont donc nécessaires pour prendre en compte les scores de peurs et fausses croyances, et ainsi espérer avoir un impact de l'adaptation sur ce critère.

Malgré ces limites, notre approche de profilage de patients permet d'identifier des actions spécifiques pour chaque profil afin d'initier ou de soutenir leur processus de changement de comportement. Bien que nous observions des effets sur le comportement et les caractéristiques psychologiques, notre conception de l'étude ne permet pas d'établir un lien de causalité direct. Néanmoins, il s'agit d'une première étape qui permet de fournir des informations précieuses pour améliorer l'intervention.

Pour la deuxième version de l'application mobile BACK-4P, suite aux conclusions de l'étude décrite dans ce chapitre, plusieurs améliorations ont été apportées afin de favoriser l'adoption, d'augmenter l'engagement des utilisateurs, d'améliorer la satisfaction du besoin de compétence et d'accroître le sentiment d'auto-efficacité dans la gestion de la pathologie.

Pour favoriser l'adoption, simplifier le processus de téléchargement de l'application et mettre l'accent sur les avantages attendus (Michie et al., 2013) pourrait accroître la participation des personnes non motivées, ce qui permettrait une évaluation plus complète de l'impact de l'adaptation sur ce profil. Lors de l'inscription, suite à l'enregistrement du profil utilisateur, nous affichons désormais les objectifs globaux attribués (ex : augmenter les connaissances, apprendre à gérer la douleur, pratiquer une activité physique régulière) pour que l'utilisateur comprenne les recommandations proposées, et ainsi renforcer son intérêt. Aussi, nous avons ajouté la fixation d'un objectif hebdomadaire en termes de nombre de séance à effectuer, indépendamment de l'enregistrement des rappels, pour aider les

utilisateurs à se fixer un but clair et atteignable et favoriser une utilisation régulière et motivée de l'application.

Pour renforcer l'engagement d'usage envers l'application, nous utilisons le système de niveau d'activité physique dans une perspective évolutive offrant la possibilité de débloquer des séances en fonction des progrès de l'utilisateur. Ainsi, nous avons ajouté un feedback de progression dans le module "Activité physique" et "Suivi" pour motiver les utilisateurs à atteindre le niveau supérieur. Pour cela, l'utilisateur doit effectuer 10 séances pour pouvoir évaluer son niveau grâce à un exercice test sous format vidéo remplaçant l'IPAQ précédemment utilisé. Une séance supplémentaire d'activité physique a été créée pour permettre aux utilisateurs experts d'avoir aussi une séance à débloquer, et ainsi maintenir leur engagement au fur et à mesure des semaines.

Nous espérons que la fixation d'objectifs (Michie et al., 2013) et le système de niveaux issu de la gamification favorisent l'engagement et la motivation pour l'activité physique (Mazeas et al., 2022). Un meilleur engagement exposerait de plus à son tour les utilisateurs à davantage de messages motivationnels, ce qui permettrait de mieux évaluer leur impact. En outre, l'évaluation indépendante de l'impact des recommandations et des messages permettrait de mieux comprendre le rôle de l'adaptation dans les résultats.

Pour renforcer la satisfaction du besoin de compétence, des vidéos de présentation et d'accompagnement pour chaque exercice ont été ajoutées, fournissant des instructions visuelles claires en amont de la mise en œuvre pour faciliter l'exécution des mouvements. Les bienfaits attendus et les muscles sollicités pour chaque exercice ont aussi été détaillés au format texte, permettant aux utilisateurs de mieux comprendre l'impact de leurs efforts.

Pour augmenter le sentiment d'auto-efficacité à gérer les symptômes dépressifs, les conseils de gestion de la douleur ont été hiérarchisés et étoffés pour faciliter la mise en application des stratégies TCC. Aussi, nous sensibilisons sur la nécessité d'être accompagné par un professionnel de santé pour la mise en œuvre d'une réelle thérapie cognitivo-comportementale. Des conseils sur les équipements ergonomiques ont également été intégrés pour aider les utilisateurs à améliorer leur confort et leur auto-efficacité à gérer la pathologie. Enfin, nous avons ajouté trois témoignages de patients au format vidéo

pour apporter des exemples concrets de réussite dans l'objectif d'inspirer les utilisateurs dans leur propre parcours de gestion de la pathologie. Cette stratégie basée sur le concept de l'expérience vicariante est déjà largement étudiée en psychologie (Lockwood, 2016) et en informatique (Michie et al., 2013).

Nous avons également ajouté la possibilité aux utilisateurs d'ajouter manuellement des données de suivi a posteriori, que ce soit pour la douleur, l'humeur ou l'activité physique, apportant une certaine flexibilité et un meilleur contrôle de l'évolution.

Enfin, quelques modifications mineures du design de certaines interfaces ont été effectuées en fonction des retours des utilisateurs pour rendre l'application plus intuitive et agréable à utiliser, facilitant ainsi la navigation.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les résultats d'une nouvelle méthodologie d'adaptation pour les systèmes de soutien au changement de comportement ciblant la lombalgie chronique, fondée sur des théories psychologiques. Les résultats indiquent l'effet du contenu sur des facteurs psychologiques spécifiques liés au processus de changement de comportement et démontrent l'impact de l'adaptation sur le comportement de certains profils de patients. Cette approche permet d'améliorer la compréhension des utilisateurs et de l'impact de l'intervention, d'identifier le moment optimal pour soutenir les utilisateurs selon leur position dans le processus de changement, et les pistes d'amélioration associées. Dans notre cas, il existe un besoin général d'améliorer l'engagement de l'utilisateur dans l'application. En particulier, pour le Démotivé, il est essentiel d'agir rapidement au cours de la phase d'adoption afin d'encourager le téléchargement de l'application. Les profils Prudent et Déprimé nécessitent l'identification de nouvelles stratégies pour maintenir l'engagement, en particulier en ce qui concerne les quiz. Pour le profil Confiant, l'accent doit être mis sur le maintien des sessions d'activité. Dans l'ensemble, des efforts continus sont essentiels pour impliquer efficacement les utilisateurs et évaluer l'impact de l'adaptation sur les facteurs psychologiques liés au processus de changement de comportement.

## **À retenir**

Le Chapitre 7 se concentre sur l'évaluation de l'intervention proposée via l'application mobile BACK-4P pour l'autogestion de la lombalgie. Ce travail constitue la mise en œuvre de la troisième phase du métamodèle proposé dans cette thèse. Pour ce faire, nous avons mis en place un essai d'un mois durant lequel 60 utilisateurs ont pu bénéficier de l'application. L'objectif était d'évaluer leur expérience utilisateur, leur engagement d'usage, leur satisfaction des besoins psychologiques et leur évolution dans le processus de changement de comportement. Pour comprendre le rôle de l'adaptation en fonction des profils identifiés dans le Chapitre 5, les utilisateurs ont été divisés en deux groupes : un groupe avec une version de l'application adaptée en fonction de leur profil et un autre avec une version sans adaptation (pas de recommandations ni de messages motivationnels). De manière générale, les résultats suggèrent un manque d'engagement d'usage envers l'application, une expérience utilisateur satisfaisante et une bonne satisfaction des besoins de compétence et d'autonomie pour la gestion de la lombalgie via l'application. Aussi, certaines fonctionnalités ont montré un impact positif sur certaines caractéristiques psychologiques. Principalement, les quiz ont permis une réduction des peurs et fausses croyances des utilisateurs et une augmentation de leur sentiment d'auto-efficacité, tout comme l'utilisation des séances d'activité physique. La comparaison des groupes (adapté et contrôle) n'a pas permis de montrer de différences notables concernant l'expérience utilisateur, la satisfaction des besoins ou les caractéristiques psychologiques, mais les données liées à l'utilisation de l'application ont montré un impact de l'adaptation sur le comportement de certains profils. Finalement, nous observons un impact de l'adaptation sur le choix de certaines fonctionnalités, et ces fonctionnalités semblent avoir un impact sur certaines caractéristiques impliquées dans le processus de changement de comportement. Ces résultats encourageants nous permettent d'émettre des suggestions d'amélioration de l'application pour augmenter l'engagement des utilisateurs et ainsi espérer observer un impact direct de l'adaptation sur les caractéristiques psychologiques lors de futurs essais. Nous discutons dans le chapitre suivant des travaux menés durant cette thèse, en détaillant les contributions scientifiques et les perspectives de recherche qui en découlent.

## **Chapitre 8: Réflexions et perspectives**

### **8.1. Synthèse de l'approche proposée**

#### **8.1.1. Rappel de la problématique**

Cette thèse se concentre sur la conception d'une intervention numérique visant un changement de comportement chez des patients lombalgiques. Pour répondre aux enjeux éthiques et techniques du domaine, nous avons identifié 3 recommandations pour la conception de ce genre de systèmes qui constituent chacun un défi à la fois théorique et pratique.

La première recommandation est de fonder la conception sur des théories et/ou modèles en psychologie du changement de comportement pour concevoir une intervention efficace. Cela représente un défi pour les concepteurs, d'abord pour sélectionner les théories et modèles adaptés à leur contexte, mais aussi pour savoir comment les utiliser pour guider la conception et l'évaluation des systèmes.

Ensuite, la deuxième recommandation est d'impliquer les professionnels et les patients dans le processus de conception. Pour cela, l'approche centrée-utilisateur et participative permet de guider les concepteurs à travers différentes méthodologies à la fois quantitatives et qualitatives. Mais la sélection et la coordination de ces méthodes représentent un défi pour s'assurer que les données récoltées soient bien représentatives de la population ciblée. De plus, des enjeux techniques ont été soulevés pour aider les concepteurs à formaliser une intervention numérique en accord avec les besoins et attentes exprimées.

La dernière recommandation vise à concevoir des systèmes adaptatifs, capables de répondre aux besoins spécifiques des patients, pour garantir leur efficacité. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir construire un modèle utilisateur efficace pour l'adaptation du système. Les défis de ce domaine concernent donc la sélection des paramètres pertinents pour définir ce modèle et la sélection des choix d'adaptation appropriés.

Enfin, un dernier défi concernant les technologies de changement de comportement vise à permettre une compréhension fine de l'impact

de l'intervention et ainsi éviter l'effet "boîte noire". Pour cela, de nouvelles méthodes d'évaluation doivent être proposées.

La question centrale que nous nous sommes posés durant cette thèse est la suivante : **Comment concevoir et évaluer une application mobile adaptée aux caractéristiques psychologiques impliquées dans le processus de changement de comportement des patients lombalgiques ?**

Pour répondre à cette question, les travaux se sont articulés autour de trois phases : (1) Comprendre les utilisateurs, (2) Concevoir l'intervention et (3) Évaluer l'intervention.

Cette discussion générale vise à synthétiser les résultats obtenus, à évaluer les implications théoriques et pratiques, et à proposer des perspectives pour de futures recherches.

### **8.1.2. Originalité de la démarche**

Cette thèse se distingue par son approche novatrice et intégrative pour aborder la gestion des lombalgies chroniques à travers une application mobile. En combinant des concepts issus de la psychologie du changement de comportement, de l'ergonomie et de l'interaction humain-machine, cette recherche vise à développer une intervention numérique adaptative et motivationnelle. Cette thèse utilise le modèle HAPA et la TAD pour comprendre les motivations des patients et les phases du processus de changement, intégrant également une approche centrée sur la personne et sur l'utilisateur, le modèle BIT, et une approche de profilage pour concevoir une application mobile adaptative pour la gestion des lombalgies chroniques. Cette démarche offre un potentiel global pour améliorer la conception et l'évaluation des technologies de soutien au changement de comportement.

## **8.2. Retours sur les contributions**

### **8.2.1. Métamodèle de conception et d'évaluation**

La première contribution de cette thèse est la proposition d'un métamodèle conceptuel pour la conception et l'évaluation d'interventions numériques de changement de comportement (*Figure*



5). Lors de l'état de l'art, nous avons identifié plusieurs limites aux modèles existants. Globalement, ces modèles permettent de guider les concepteurs dans la mise en œuvre d'un de ces quatre objectifs : (1) guider le processus de conception (ex : User/Person-centered design, Behavioral Design Thinking, IDEAS), (2) conceptualiser le processus de changement de comportement (ex : modèle COM-B, modèle HAPA, TAD), (3) identifier les stratégies de changement de comportement pertinentes (ex : Behaviour Change Wheel, modèle PSD, modèle BIT), ou (4) évaluer les idées quant à leur applicabilité, leur faisabilité ou leur efficacité potentielle (ex : échelles de mesure type SUS, MeCue, MARS, essais longitudinaux type ECR). Finalement, aucun de ces modèles ne permettent de prendre en compte l'intégralité des enjeux du domaine, à savoir la mise en œuvre d'une démarche centrée-utilisateur et participative, l'intégration d'un socle théorique en psychologie, et la conception d'un système adaptatif pour soutenir le changement de comportement.

Dans cette thèse, nous avons proposé un métamodèle permettant de hiérarchiser et de situer les modèles existants selon leur utilité dans le processus de conception. Il propose trois phases principales pour résumer le processus de conception : (1) Comprendre les utilisateurs, (2) Concevoir l'intervention et (3) Évaluer l'intervention. Afin de mieux comprendre comment utiliser ce métamodèle pour la conception d'une intervention numérique, nous en avons proposé une instantiation en sélectionnant les modèles qui nous paraissent pertinents pour concevoir et évaluer une application mobile adaptative pour l'autogestion de la lombalgie chronique (Figure 36).

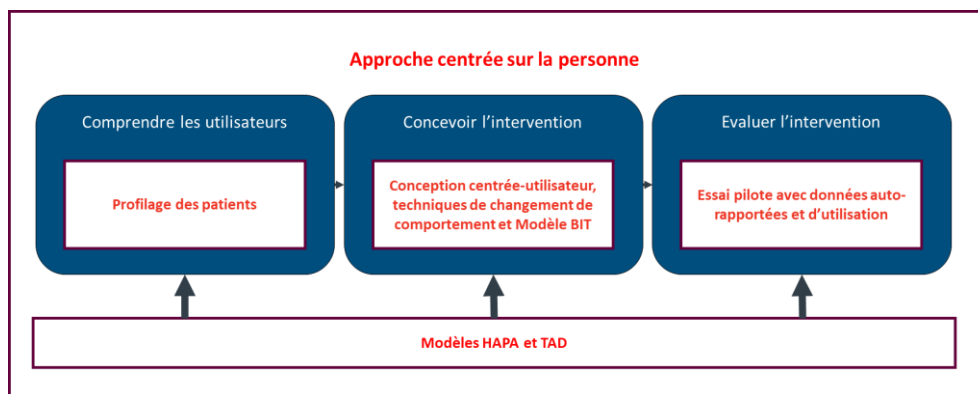


Figure 43: instantiation du métamodèle pour la conception d'une application mobile à destination de patients lombalgiques - Phase "Évaluer l'intervention"

D'abord, pour la sélection du modèle permettant de guider le processus de conception, nous avons choisi l'approche centrée sur la personne (Yardley et al., 2015) en raison de sa prise en compte plus globale des patients en plus de ses directives pour la mise en place d'une approche centrée sur l'utilisateur.

Pour répondre à la première phase visant à comprendre les utilisateurs, nous avons adopté une approche de profilage basée sur des fondements théoriques en psychologie.

Pour la conception de l'intervention, nous avons utilisé une approche centrée-utilisateur et participative, en cohérence avec les recommandations de la littérature, dans l'objectif de concevoir une technologie plus engageante. Aussi, nous avons utilisé la taxonomie des techniques de changement de comportement (Michie et al., 2013) associé au modèle BIT (Mohr et al., 2014) pour nous aider à formaliser l'intervention en termes d'IHM.

Enfin, nous avons opté pour un essai d'un mois avec des mesures auto-rapportées et des données issues de l'utilisation du système pour nous permettre d'avoir une meilleure compréhension de l'impact de l'intervention sur l'expérience utilisateur, l'engagement et le processus de changement de comportement.

Le modèle HAPA (Schwarzer, 2016) et la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023) ont été utiles pour sélectionner les données pertinentes pour identifier des profils de patients, pour identifier les choix d'adaptation du système et pour identifier les mesures adéquates pour l'évaluation de l'intervention.

Toutefois, l'instanciation de ce métamodèle a été mise en œuvre dans un seul contexte d'étude, et nécessiterait d'autres mises en application pour pouvoir juger de son efficacité et de sa possible généralisation. De plus, la méthodologie d'adaptation proposée présente aussi certaines limites. Dans notre cas d'étude, nous avons concentré l'adaptation sur les recommandations d'activité et les messages motivationnels. Nous proposons des recommandations d'activité pour permettre aux utilisateurs de progresser dans leur processus de changement de comportement, alors que les messages ont pour objectif d'augmenter leur motivation et leur engagement.

Les recommandations sont très dépendantes de la volonté des utilisateurs à les suivre, et de l'efficacité du contenu proposé. Tout

d'abord, il est essentiel de s'assurer que le contenu recommandé soit suffisant pour faire face aux barrières et/ou permettre d'accéder à l'étape de changement de comportement ciblée. L'avantage des recommandations par rapport à un parcours imposé est de laisser plus de liberté à l'utilisateur, et ainsi participer à la satisfaction du besoin d'autonomie. Selon Hutmacher & Appel (2023), les individus ayant une motivation contrôlée attendent seulement d'un système personnalisé qu'il propose du contenu adapté à leurs attentes pour atteindre le résultat attendu. Alors que les individus ayant une motivation autonome attendent aussi un contrôle et une explication des choix de recommandations proposés. Dans notre cas d'étude, nous avons constaté un relâchement du suivi des deuxièmes et troisièmes recommandations concernant les quiz pour les profils Prudent et Déprimé, malgré leur efficacité potentielle sur la réduction des peurs croyances et l'augmentation de l'auto-efficacité. Ainsi, il est essentiel de renforcer l'engagement des utilisateurs envers ces recommandations, notamment en mettant en avant l'intérêt du contenu recommandé ou en rendant l'utilisateur plus acteur dans le choix de ses recommandations.

Pour ce qui est des messages motivationnels, ceux-ci se sont révélés insuffisants pour augmenter la motivation et l'engagement des utilisateurs. Une première limite de notre conception de l'intervention basée sur les messages est le choix de leur temporalité. Dans l'application BACK-4P, un nouveau message est délivré à chaque nouvelle journée de connexion dans l'application avec d'abord des messages axés sur le renforcement de l'auto-efficacité, puis graduellement sur chaque type de motivation en fonction du profil. La règle d'évolution des messages est donc basée sur le temps et non sur l'évolution réelle des utilisateurs. De plus, étant donné le faible taux d'adhérence envers l'application (nombre de jours distincts où les utilisateurs de la condition Adaptée se sont connectés :  $m=5$  ;  $s=4$ ), en moyenne les utilisateurs n'ont pas été exposés à de nombreux messages prévus, ce qui ne nous permet pas d'évaluer leur impact. Mais de manière générale, certaines études montrent que les messages persuasifs ne parviennent pas toujours à cibler les processus d'autorégulation impliqués dans la persuasion (Dijkstra, 2024). L'auteur insiste sur le rôle de l'inhibition intentionnelle du processus de persuasion par des actions d'autorégulations défensives. Celles-ci se

produisent dans la mémoire de travail où est traitée l'information persuasive et compromettent le développement d'images mentales lucides et émotionnelles autour de cette information. Ces actions défensives sont étroitement liées à la représentation qu'a le destinataire de lui-même et son affirmation de soi. D'ailleurs, les schémas de soi, qui définissent la façon dont un individu voit les différentes situations autour de lui et sa position dans ces situations, jouerait un rôle modérateur dans la conversion des intentions en comportement (Tikka & Oinas-Kukkonen, 2019). Ainsi, il semblerait pertinent d'apprendre à identifier ces représentations pour personnaliser les messages et favoriser leur efficacité de persuasion. L'application de notre métamodèle a tout de même permis de montrer des résultats satisfaisants en termes de satisfaction des besoins de compétence et d'autonomie pour la gestion de la lombalgie via l'application mobile, mais d'autres sphères pourraient être prises en compte pour favoriser la motivation et l'engagement des utilisateurs. Dans cette perspective, le modèle METUX (Peters et al., 2018) pourrait être ajouté en offrant des outils de conception et d'évaluation pertinents (Peters et al., 2020) pour permettre une satisfaction des besoins selon les différentes sphères que le modèle décrit. Cependant, étant donné la cohérence interne discutable de l'échelle TENS-Task que nous avons traduite pour le besoin d'autonomie, des études supplémentaires sont nécessaires pour valider ces outils de mesure, notamment en français.

### **8.2.2. Profils de patients lombalgiques**

La deuxième contribution de cette thèse est l'identification de quatre profils de changement de comportement dans la population de patients lombalgiques. Jusqu'à présent, les profils identifiés dans la littérature étaient principalement basés sur l'expérience des professionnels de santé et se concentraient sur des caractéristiques cliniques, sans prendre en considération les facteurs psychologiques impliqués dans le processus de changement comportement. Grâce à une approche statistique fondée sur des données sélectionnées à partir du modèle HAPA (Schwarzer, 2016), nous sommes en mesure de situer les patients sur le modèle et d'identifier les barrières ou ressources dont ils disposent. Cette segmentation permet d'optimiser l'allocation des ressources et d'augmenter l'efficacité des programmes

de santé en ciblant de manière précise les besoins variés des patients. Dans notre cas d'étude, nous avons pu observer plusieurs différences de comportement en fonction des profils, notamment lors de la phase d'adoption. Bien que de nombreux participants, lors de la première étude demandant juste à répondre à quelques questionnaires, aient été identifiés comme Démotivé, cette proportion ne s'est pas retrouvée lors de l'essai de l'application mobile. La présence très forte des barrières pour ce profil explique probablement son absence presque totale des participants ayant accepté de tester notre application pendant plusieurs semaines. Cette constatation soulève la pertinence, ou la suffisance, de ce type d'intervention pour des patients de ce type, où la prescription d'un programme plus important tel que le RAE (Ré-entraînement À l'Effort) pourrait être plus approprié. Cela met en avant l'utilité de cette approche de profilage concernant la compréhension de la population ciblée en termes d'enjeu d'intervention. Grâce à cette méthode, nous pouvons être en mesure de mieux orienter la conception et la communication pour des profils adaptés à ce genre d'intervention.

Malgré tout, notre méthodologie de profilage présente quelques limites. Tout d'abord, d'autres études mériteraient d'être menées sur plusieurs échantillons de la population lombalgique, ainsi qu'avec d'autres algorithmes de regroupement, pour renforcer la validité et la stabilité de ces profils. Dans notre échantillon, nous avons choisi un découpage en quatre groupes en nous basant sur la minimisation de la perte d'inertie, mais il serait intéressant d'étudier les autres découpages potentiels et leur pertinence pour la conception d'intervention personnalisée. Aussi, nous avons choisi de prendre en compte l'ensemble des régulations comportementales dans l'analyse. Bien que les variables sélectionnées ne présentent pas de problème de multicollinéarité, le fait de prendre en compte 6 variables en lien avec la motivation renforce inévitablement l'analyse de regroupement sur ce critère. Pour donner plus de poids aux autres variables étudiées, ici étant l'auto-efficacité, les symptômes dépressifs et les peurs et croyances, il serait intéressant d'utiliser la seconde catégorisation de la motivation proposée par Deci et Ryan (Deci & Ryan, 1985a) à trois niveaux : amotivation, motivation contrôlée et motivation autonome.

Par ailleurs, bien que les profils permettent d'identifier des barrières et ressources psychologiques spécifiques, la prise en compte des barrières et ressources physiques et socio-environnementales représente aussi un défi pour les technologies de soutien au changement de comportement. Dans l'application BACK-4P, nous prenons en compte la douleur comme barrière physique dans le modèle utilisateur, indépendamment du profil, étant donné sa potentielle variabilité à court terme. Nous proposons aussi des outils pour faire face à certaines barrières socio-environnementales telles que la mauvaise organisation via la planification. Mais il serait intéressant d'intégrer ces paramètres lors de l'analyse des profils pour renforcer leur portée au-delà des facteurs psychologiques, et étudier le lien potentiel entre ces caractéristiques.

Aussi, permettre au système de pouvoir suivre l'évolution du profil d'un utilisateur durant l'intervention et ainsi réajuster l'adaptation en fonction pourrait renforcer l'engagement et l'impact de l'intervention. Cela nécessite l'identification de données fiables pour évaluer l'évolution du profil, par exemple en prenant en compte les actions de l'utilisateur, ou en lui demandant de remplir une nouvelle fois les questionnaires nécessaires à la classification.

Par ailleurs, il est important de prendre en considération l'écart entre les profils de patient que nous avons identifiés et les profils utilisateur plus conventionnels. Ce dernier prend généralement en compte des éléments liés à l'acceptabilité et la confiance des nouvelles technologies, l'habitude d'utilisation des téléphones, etc. (H. Ma et al., 2012). Cela représente aussi une piste intéressante pour augmenter notre modèle utilisateur.

D'autre part, pour proposer une intervention adaptée en fonction des profils, la question de la classification d'un nouvel utilisateur dans un profil reste un enjeu majeur. Dans les travaux présentés, nous avons généré un arbre de classification nous permettant de classer chaque nouvel utilisateur. Cependant, cet arbre n'a été testé que sur les données d'entraînement, et ne constitue donc qu'un outil préliminaire méritant plus de tests pour s'assurer de sa fiabilité. De plus, bien que cette méthode de classification ait l'avantage d'identifier les sous-échelles ou items les plus déterminants pour la classification, il reste très dépendant de la méthode d'administration des données récoltées.

Dans notre cas d'étude, l'ensemble des questionnaires nécessaires à l'identification des profils représente un ensemble de 54 questions. Lors de l'essai de l'application mobile, l'adaptation de l'application était basée sur les résultats aux questionnaires administrés dans leur entièreté via une plateforme web avant le téléchargement. Mais dans une perspective plus long terme, cette phase d'initialisation du profil doit être intégrée directement dans l'application. L'intégration d'autant de questions risque grandement d'entraver l'adoption du dispositif. Nous avons donc tenté d'administrer seulement les sous-échelles et items nécessaires à la classification lorsque les utilisateurs ont dû créer leur compte dans l'application. Lorsque nous comparons le profil attribué suite à l'administration totale des questionnaires via la plateforme web, et le profil attribué suite à l'administration seul des items et sous-échelles sur l'application, nous constatons un faible pourcentage de correspondance (49%). Plusieurs éléments peuvent expliquer ce résultat. Tout d'abord, la différence de support utilisé pour l'administration, entre la plateforme web et le smartphone, peut avoir un impact sur les répondants. Ensuite, nous utilisons des questionnaires standardisés validés dans leur entièreté et dont l'extraction de sous-échelles ou item ne permet pas d'assurer un résultat valide. Enfin, l'effet test-retest a aussi pu jouer un rôle dans la mesure où tous les participants ont d'abord rempli les questionnaires sur la plateforme web, puis sur le smartphone, dans un intervalle moyen de 5 jours. Pour la suite de nos travaux, nous avons choisi de simplement remplacer l'échelle de mesure du sentiment d'auto-efficacité par sa version courte validée en 6 items permettant de réduire à 27 le nombre total de questions nécessaires pour la classification. Mais d'autres études devraient tenter d'approfondir d'autres méthodes de classification, pour dépasser les limites des données auto-rapportées. Dans ses travaux, Dekkers (2020) a comparé une méthode de classification similaire à celle que nous utilisons pour des profils de patients orthopédiques, avec une méthode de sélection autonome par les participants. Cette dernière consistait à présenter aux patients un descriptif de chaque profil qu'il devait sélectionner selon leur perception d'eux-mêmes. Les résultats n'ont pas montré de résultats positifs pour cette méthode, mais d'autres études mériteraient d'exploiter cette ambition d'inclusion de l'utilisateur dans

la décision du choix de classification, et ainsi permettre de renforcer son engagement et sa motivation.

### **8.2.3. Application mobile BACK-4P**

La dernière contribution de cette thèse est la conception de l'application mobile BACK-4P d'aide à l'auto-gestion de la lombalgie. Cette application tente de répondre aux trois principaux objectifs cliniques identifiés (pratiquer une activité physique régulière, diminuer la souffrance psychique et améliorer le confort ergonomique) tout en prenant en compte les attentes des utilisateurs (ex : augmenter les connaissances, accompagner dans la pratique, apporter des conseils de gestion et proposer un suivi des données). Les résultats de l'essai ont révélé qu'il existe un lien entre certains contenus, notamment les quiz, et une réduction des peurs et croyances envers l'activité physique, ainsi qu'une augmentation du sentiment d'auto-efficacité dans la gestion de la pathologie. Cependant, d'autres études mériteraient d'être menées afin de pouvoir affirmer d'un lien de causalité avéré entre ces contenus et ces effets.

D'ailleurs, il est important de souligner que nous avons constaté une diminution générale du sentiment d'auto-efficacité à gérer les symptômes dépressifs après intervention. Bien qu'il n'ait pas eu d'augmentation des symptômes dépressifs, et que cet effet semble disparaître avec l'ajout des messages et recommandations en fonction du profil, il permet d'alerter sur les conséquences potentielles de ce genre d'intervention, dont les effets négatifs doivent être contrôlés dès les premières évaluations.

Aussi, bien que l'essai de l'application n'ait pas permis de constater une augmentation de la motivation envers la pratique d'une activité physique régulière chez les patients, hormis une diminution de l'amotivation chez les Déprimés, celle-ci semble assez bien satisfaire les besoins d'autonomie et de compétence pour l'autogestion de la lombalgie.

De plus, cette application propose une expérience utilisateur satisfaisante, notamment en termes d'utilité, d'utilisabilité, d'esthétisme et d'évitement des émotions négatives. Cependant, des efforts supplémentaires doivent être menés afin d'augmenter l'engagement, la fidélité et l'intention d'usage envers l'application. En effet, les utilisateurs n'ont, en moyenne, utilisé l'application que



jusqu'au 14ème jour après téléchargement alors qu'ils disposaient d'un mois d'essai.

Une dernière limite de l'application BACK-4P est qu'elle a été conçue uniquement pour les appareils Android. Bien que l'étude par questionnaire ait révélé que 74% de nos participants avaient un appareil Android, cela ouvre la voie à des développements futurs qui permettront d'augmenter la portée des résultats présentés et l'impact d'une audience plus large de patients.

### **8.3. Perspectives générales**

#### **8.3.1. Approfondir l'évaluation de l'application BACK-4P**

Les premières perspectives à court terme de ce travail concernent l'approfondissement de l'évaluation de l'application BACK-4P, notamment en termes de qualité et d'efficacité clinique, notamment en ce qui concerne la 2ème version de l'application qui prend en compte les résultats de notre essai pilote.

##### **8.3.1.1. Comparer la qualité globale**

Tout d'abord, l'évaluation comparative de la qualité de l'application BACK-4P aux autres applications disponibles dédiées à l'autogestion de la lombalgie permettrait non seulement de la positionner par rapport à ses concurrents, mais aussi d'évaluer en partie la valeur ajoutée du cadre de conception utilisé. Pour cela, l'échelle MARS (Stoyanov et al., 2015) permettrait d'évaluer rapidement (23 items) la qualité des applications mobiles en termes d'engagement, de fonctionnalité, d'esthétisme et d'information. Cette échelle est à destination des experts, et une traduction française, MARS-F, a été validée (Saliasi et al., 2021). Mais il existe aussi l'échelle uMARS (Stoyanov et al., 2016) à destination des utilisateurs, dont la version française est en cours de validation. Un objectif de recherche parallèle pourrait être de comparer les résultats entre les experts et les utilisateurs, et ainsi apporter plus de réponses sur l'impact de l'écart entre les attentes des professionnels et des patients sur l'évaluation des applications. De telles évaluations par des experts, même rapides, offriraient une analyse rapide de l'application pouvant être un outil

précieux pour communiquer la pertinence de l'application et renforcer son adoption.

### **8.3.1.2. Évaluer l'impact clinique**

Une autre perspective consistera à évaluer la validité clinique de l'application BACK-4P. Pour cela, l'essai contrôlé randomisé est la méthode de référence pour évaluer l'impact d'une intervention en santé. L'idée est de comparer l'évolution de facteurs cliniques entre un groupe de patients qui dispose de l'application (dans sa version adaptée) et un groupe contrôle qui ne possède pas l'application. Le projet BACK-4P dans lequel s'inscrit cette thèse prévoit la mise en place de ce type d'essai dès septembre 2024 avec la deuxième version de l'application. Le critère d'évaluation principal est l'évolution du niveau de limitations fonctionnelles à 4 et 12 mois, évalué par la version française du questionnaire auto-administré Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ) (24 items, ex : À cause de mon dos, je reste au lit la plupart du temps) (Roland & Morris, 1983). Les objectifs secondaires visent à évaluer l'efficacité de l'intervention numérique sur la douleur et l'absentéisme au travail à 4 et 12 mois.

Cet essai est intégré à la cohorte électronique "ComPaRe Lombalgie chronique" et envisage l'inclusion de 330 patients. Le protocole (auquel nous avons en partie contribué pour la partie description de l'application) a reçu un avis favorable du CPP d'île de France (avis n°2020-A00100-39).

### **8.3.2. Augmenter l'adaptativité du système**

D'autres perspectives à moyen terme concernent l'augmentation de l'adaptativité de l'application BACK-4P. Étant donné que l'adaptation proposée n'ait pas permis de montrer un impact direct sur l'engagement envers le système et l'amélioration des caractéristiques psychologiques impliquées dans le processus de changement de comportement, nous proposons l'intégration d'autres types de données et méthodes pouvant améliorer son efficacité et compléter l'approche décrite dans l'instanciation du métamodèle.

#### **8.3.2.1. Améliorer le modèle utilisateur**

Étendre les profils ou le modèle utilisateur pourrait permettre d'apporter plus de points de décision au système afin qu'il puisse

proposer une adaptation appropriée. La prise en compte des facteurs socio-environnementaux tels que la profession et l'emploi du temps permettent de personnaliser davantage l'application en fonction du mode de vie des utilisateurs. Par exemple, pour un utilisateur Démotivé avec un emploi du temps chargé, l'application pourrait proposer des exercices courts et faciles à intégrer dans les pauses au travail. Tandis qu'un utilisateur Confiant pourrait recevoir des suggestions pour optimiser son emploi du temps et intégrer des activités physiques plus intenses et variées. Pour cela, la prise en compte du contexte serait une approche à approfondir pour rendre ces suggestions possibles. Les "systèmes sensibles au contexte" (Dey, 2001), utilisent différents types de données (comme la localisation de l'utilisateur, l'heure, etc.) pour fournir des informations ou services pertinents à l'utilisateur, en relation avec sa tâche. Ces systèmes s'appuient sur des capteurs d'auto-surveillance pour identifier le contexte, puis prennent des décisions pour améliorer l'expérience utilisateur, par exemple en adaptant l'interface ou en fournissant des services appropriés (Cabrera et al., 2021). D'ailleurs, l'utilisation des capteurs d'auto-surveillance pour adapter des systèmes de changement de comportement a montré une augmentation de l'engagement et de l'activité physique chez les utilisateurs (Bort-Roig et al., 2014; McCallum et al., 2018; Rao, 2019).

### **8.3.2.2. *Prise en compte du contexte***

Augmenter la récolte des données, et ce au cours de l'utilisation, pourrait favoriser l'augmentation du niveau d'adaptabilité du système que nous proposons. Ainsi, cette approche pourrait permettre de développer des interventions "juste à temps" (Nahum-Shani et al., 2017) qui s'adaptent en fonction des besoins uniques de chacun et identifient le contexte où la personne est la plus susceptible d'en avoir besoin ou d'être réceptive. Actuellement, une des lacunes majeures dans le développement de ces technologies réside dans la nature statique des théories et modèles comportementaux existants. La mise en place d'une approche mixte, combinant profils issus de ces théories et modèles, et récolte de données de contexte, pourrait permettre de faire face à cette lacune et ainsi augmenter l'efficacité des systèmes adaptatifs.

### **8.3.2.3. Apprentissage automatique**

L'intégration de méthodes d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle dans le développement de notre application pour la gestion des lombalgies chroniques ouvre d'autres perspectives pour améliorer l'adaptabilité et l'efficacité du système. Dans nos travaux, certaines de ces techniques ont été utilisées uniquement lors de la phase de conception, pour segmenter les utilisateurs en groupes homogènes et identifier des profils nous permettant de guider l'adaptation. Mais les techniques d'apprentissage automatique peuvent également permettre d'analyser les données utilisateur en temps réel pour prédire les comportements futurs et proposer des interventions préventives (G. Martín et al., 2021; Tsang et al., 2022). Par exemple, en analysant les habitudes d'utilisation de l'application, les niveaux d'activité physique et les réponses aux questionnaires, le système pourrait anticiper les périodes de démotivation ou de douleur accumulées chez les utilisateurs Démotivés et proposer des rappels ou des encouragements avant même que la motivation ne commence à baisser.

D'autre part, l'apprentissage renforcé, où le système apprend par essais et erreurs en recevant des récompenses pour des actions réussies (Totterdell & Rautenbach, 1990), peut être utilisé pour optimiser en continu les interactions de l'application avec les utilisateurs. Par exemple, l'application pourrait apprendre quelles interventions sont les plus efficaces pour maintenir la motivation des utilisateurs Démotivés ou pour améliorer l'état émotionnel des utilisateurs Déprimés, en adaptant constamment les stratégies utilisées pour maximiser l'engagement et les résultats positifs.

L'apprentissage automatique peut également être appliqué aux données contextuelles recueillies par les capteurs d'auto-surveillance, comme le niveau d'activité physique, les postures ou la localisation (Miranda et al., 2022). En combinant ces données avec les informations utilisateur, le système peut offrir des interventions contextuelles en temps réel (Nahum-Shani et al., 2017). Par exemple, si un capteur détecte une posture prolongée qui pourrait aggraver les douleurs lombaires, l'application pourrait envoyer une alerte avec des conseils pour une posture plus confortable.

Cependant, l'adoption de ces technologies soulève des questions éthiques, notamment en ce qui concerne la transparence et la

responsabilité. L'utilisation de ce type de modèles complexes peut renforcer l'effet « boîte noire », où les décisions de la machine sont difficiles à interpréter. Il est crucial de garantir que ces systèmes fonctionnent de manière fiable et transparente, surtout lorsqu'ils manipulent la motivation et la santé des individus (Deniz-Garcia et al., 2023) par exemple en les dotant de capacités à expliquer leurs décisions.

### **8.3.3. Explorer d'autres leviers d'engagement**

Étant donné le faible engagement observé envers la première version de l'application BACK-4P, certaines perspectives à moyen terme concernent l'exploration d'autres leviers d'engagement à potentiellement intégrer dans l'application. Bien que l'engagement ait déjà été largement étudié dans le domaine des IHM (Lehmann et al., 2012; Perski et al., 2017), l'écart entre engagement envers la technologie et engagement envers le comportement reste encore difficile à établir. Ainsi, il est important que cette question reste au cœur des recherches futures pour mieux évaluer l'efficacité des stratégies utilisées et développer des technologies qui favorisent une motivation intrinsèque pour le comportement. Dans cette section, nous présentons une liste non-exhaustive de quelques stratégies qui nous semblent prometteuses pour favoriser l'engagement et la motivation des utilisateurs envers le comportement ciblé.

#### **8.3.3.1. Augmenter l'adoption**

Pour augmenter l'adoption envers la technologie, les techniques d'intégration (onboarding en anglais) sont de plus en plus utilisées dans le domaine des interactions Humain-Machine (Cascaes Cardoso, 2017). Celles-ci visent à accompagner les utilisateurs dans l'utilisation initiale du système. Ces stratégies se sont révélées efficaces dans le contexte d'intervention numérique pour la santé pour atténuer certains obstacles tels que les spécificités des interfaces, notamment entre Android et IOS, et le manque de connaissances numériques ou de soutien social des utilisateurs (Hernandez-Ramos et al., 2021). Des recherches supplémentaires doivent être entreprises pour identifier les procédures d'intégration adéquates aux patients lombalgiques et ainsi permettre une meilleure adoption de l'application mobile BACK-4P, notamment pour le profil Démotivé.

D'autre part, l'entretien motivationnel est une méthode de communication clinique centrée sur la personne, effectuée en début d'intervention, et qui fournit des techniques pratiques pour améliorer l'engagement envers l'intervention et le processus de changement de comportement (Miller & Rollnick, 2012). Plusieurs études tentent de mettre en place cette méthode par le biais d'interventions numériques pour motiver les gens à des comportements de santé tels que la pratique d'une activité physique, la perte de poids ou pour renforcer les interventions cognitivo-comportementales (Nurmi et al., 2020; M. L. Patel et al., 2019; Serio et al., 2022). Les résultats ont montré une augmentation de l'engagement envers le système et le comportement et de meilleurs résultats cliniques pour les participants ayant suivi l'intervention (M. L. Patel et al., 2019; Serio et al., 2022). Ce type d'intervention est prometteuse et pourrait être ajouté à l'application BACK-4P en tout début d'utilisation, mais il existe encore peu de preuves sur l'utilisation d'entretiens motivationnels via la e-Santé (M. L. Patel et al., 2019). De plus, cette méthode nécessite une approche individualisée, avec potentiellement l'utilisation d'agent conversationnels incarnés, ce qui demande des recherches supplémentaires pour assurer son efficacité (Boustani et al., 2021; Nurmi et al., 2020; M. L. Patel et al., 2019; Serio et al., 2022).

### **8.3.3.2. Communication engageante**

Les recherches en théorie de la persuasion visent principalement un changement d'attitude, qui correspond à la construction de l'intention de changer de comportement (W. Wood, 2000). Cependant, la construction de l'intention ne permet pas toujours l'initiation ou le maintien du comportement. La recherche en psychologie sociale a permis de dégager d'autres techniques visant à influencer directement le comportement des individus sans nécessairement passer par un changement d'attitude. Selon Joule & Beauvois (1989), l'engagement serait déterminé par les conséquences de l'acte, le caractère explicite de cet acte, son caractère public, sa répétition, son coût (argent, temps...), son irrévocabilité et le contexte de liberté (Lewis, 1951). Ainsi, la théorie de l'engagement repose sur cette idée d'inciter les individus à adopter un comportement qu'ils pensent avoir choisi. Cette théorie met en avant les comportements préalables (actes préparatoires) que l'on peut obtenir librement de la

part des individus. De cette façon, l'individu ne serait pas engagé que par ses idées mais aussi, et surtout, par ses actes. Les effets de l'engagement ont été étudiés sur le plan attitudinale (Beauvois & Joule, 1998) et comportemental (Joule & Beauvois, 2002) permettant aux auteurs de décrire le concept de soumission librement consentie employé via de nombreuses techniques.

Plus récemment, un rapprochement a été proposé entre les deux grands paradigmes, persuasion et soumission librement consentie, afin d'approfondir les connaissances sur les processus qui amènent les individus à modifier leurs comportements (F. Bernard & Joule, 2005; Courbet et al., 2013; Girandola & Joule, 2012). Cette combinaison a fait émerger le champ de la communication engageante qui consiste à faire précéder la diffusion d'un message persuasif par la réalisation d'un acte préparatoire. Les résultats obtenus militent en faveur d'une articulation des travaux sur l'engagement et la persuasion au sein d'un même paradigme de recherche (Girandola & Joule, 2012).

La communication engageante numérique en santé peut permettre de renforcer l'adhésion des individus aux messages de prévention et de promotion de comportements sains (Courbet et al., 2013). En utilisant des techniques interactives telles que les actes préparatoires et les engagements numériques (ex : signature électronique), ces méthodes augmentent l'accessibilité des attitudes positives et des intentions comportementales, comme démontré dans des études sur la prévention du SIDA (Marchioli & Courbet, 2010). En rendant les messages de santé plus personnalisés et interactifs, la communication engageante numérique peut influencer de manière significative les comportements de santé, rendant les campagnes de prévention plus efficaces et impactantes.

### **8.3.3.3. Stratégies sociales**

Bien que les études menées dans cette thèse auprès de la population lombalgique aient montré un intérêt limité des patients envers des possibles fonctionnalités sociales, nous avons pu constater qu'il y a parfois un écart entre les attentes des patients et les besoins d'un point de vue clinique. Selon la TAD (Deci & Ryan, 2008; Ryan, 2023), le besoin d'affiliation reste un besoin psychologique inhérent à satisfaire pour atteindre une motivation intrinsèque.

Les interventions de santé mobiles pour la promotion de l'activité physique qui mettent en œuvre des stratégies sociales peuvent accroître l'engagement, la motivation et augmenter leur niveau d'AP (Almutari & Orji, 2019; Tong et al., 2018). Ces stratégies sont généralement la coopération sociale, le soutien social et la comparaison sociale. Cependant, concernant la comparaison sociale, celle-ci peut avoir des effets délétères selon le profil de l'utilisateur (Zhu et al., 2021). Il est donc essentiel d'avoir une combinaison optimale entre la cible de comparaison, les préférences et la réponse affective des utilisateurs pour augmenter l'activité physique, ce qui nécessite une adaptation en conséquence (Arigo et al., 2020). Outre la comparaison, d'autres stratégies sociales peuvent être employées comme par exemple les défis collectifs qui visent plutôt la collaboration et l'appartenance (Lee & Kim, 2021; Tong et al., 2018). Cela constitue une piste intéressante pour renforcer la motivation des patients.

#### **8.3.3.4. Ludification**

La ludification est très utilisée dans les interventions de santé numérique ayant pour but d'augmenter la motivation des utilisateurs et de maximiser leur acceptabilité et leur engagement envers le système. Celle-ci vise à utiliser des mécanismes de jeu de façon à rendre l'expérience plus ludique. Certains auteurs affirment que le divertissement, la distraction et l'interactivité engendrés par la ludification permettraient aux utilisateurs d'atteindre le flow (Oliveira et al., 2021; Whittaker et al., 2021), un état mental très agréable dans lequel se trouvent ceux qui sont fortement engagés pour une activité. De plus, la ludification permettrait d'exploiter les désirs naturels d'une personne pour la socialisation, l'apprentissage, la maîtrise, la compétition, la réalisation, le statut, l'expression de soi, l'altruisme ou la fermeture (Johns et al., 2018; Lieberoth, 2015). Plusieurs techniques existent pouvant solliciter la motivation extrinsèque, tel que les points de récompenses, les badges, les classements, mais aussi la motivation intrinsèque avec les graphiques de performances, l'établissement d'objectif ou les défis de progression. Certaines études indiquent que la ludification pourrait favoriser des comportements de santé et améliorer l'autogestion des maladies chroniques (AlMarshedi et al., 2017).



Dans le contexte des environnements d'apprentissage, les liens entre motivation et engagement engendré par la ludification ont été étudiés. Les apprenants initialement intrinsèquement motivés et très performants ont un engagement plutôt orienté vers la réussite, alors que des apprenants peu performants ont un engagement plutôt orienté vers la perfection (Lavoué et al., 2021). Ainsi, chaque type de comportement engagé a un impact spécifique sur la variation de la motivation des apprenants au cours de l'activité d'apprentissage. Néanmoins, la ludification permet d'abord un renforcement de l'engagement envers le système qui en général diminue progressivement au fil du temps. Cependant, l'adaptation des éléments de jeu aux utilisateurs semble réduire cette diminution ou la rendre plus stable (Serna et al., 2023). Un cadre pour la conception d'intervention de santé mobile, ludique et personnalisé dans le contexte des comportements nutritionnels propose une approche fondée sur le modèle HAPA et des méthodes d'apprentissage automatique (Orte et al., 2023). Les auteurs suggèrent que cette approche pourrait favoriser une amélioration durable des habitudes alimentaires de la population générale mais aucune évaluation de l'efficacité de ce cadre n'a encore été effectuée.

#### **8.3.4. Évaluer le métamodèle**

Pour finir, une dernière perspective à long terme serait d'évaluer la pertinence du métamodèle présenté.

Son instanciation que nous proposons pour la conception de technologies pour l'autogestion de la lombalgie nous a permis de concevoir l'application mobile BACK-4P. Celui-ci implique l'utilisation d'une approche centrée sur la personne, de profilage utilisateurs, du modèle HAPA, de la TAD, du modèle BIT, des techniques de changement de comportement et la récolte de données auto-rapportées et d'utilisation. Il serait intéressant de vérifier si avec l'appui de ces mêmes choix d'approches, mais avec d'autres patients et investigateurs, nous arrivons aux mêmes résultats et à une application mobile similaire. D'autre part, pour évaluer l'efficacité de notre méthode, il serait intéressant de comparer les interventions conçues à partir de notre métamodèle et celles issues d'autres approches. Pour réaliser cette comparaison, une possibilité serait la mise en place d'études contrôlées et randomisées (ECR) où différentes cohortes de

participants utiliseraient des applications développées selon notre métamodèle et selon d'autres cadres existants. Les résultats seraient alors comparés en termes de changement de comportement, d'engagement des utilisateurs, de satisfaction et de résultats de santé. Les résultats obtenus de ces études comparatives nous permettraient de comprendre les aspects de notre approche qui fonctionnent bien et ceux qui nécessitent des améliorations.

Une autre dimension importante serait l'adaptation culturelle et contextuelle de notre métamodèle. Tester notre approche dans des contextes culturels différents nous permet de vérifier sa pertinence et son adaptabilité aux spécificités culturelles, sociales et économiques des utilisateurs. Cela pourrait impliquer des ajustements dans le contenu, la langue et les stratégies de motivation employées par l'application.

L'une des forces de notre métamodèle conceptuel réside dans sa flexibilité et son potentiel d'adaptabilité à divers contextes de santé et de changement de comportement. Ainsi, il serait bénéfique de le tester dans différents contextes d'application pour évaluer sa robustesse et sa généralisation. Par exemple, nous pourrions l'appliquer à d'autres pathologies chroniques comme le diabète, les maladies cardiovasculaires ou les troubles musculo-squelettiques. De plus, nous pourrions explorer son application dans des contextes non médicaux, tels que la promotion des comportements écologiques ou l'amélioration des habitudes alimentaires. D'autres instanciations du métamodèle pourraient alors être proposées et permettre d'autres associations de modèles existants.

Cela offre une perspective à long terme visant non seulement à valider et à affiner notre métamodèle, mais aussi de contribuer à la littérature sur la conception et l'évaluation d'interactions Humain-Machine pour le changement de comportement, offrant des solutions de santé numérique plus universelles et personnalisées.

## **Conclusion générale**

Les objectifs scientifiques de cette thèse visent à contribuer à la prise en charge des patients souffrant de lombalgie chronique à travers des interactions Humain-Machine adaptatives et soutenant le processus de changement de comportement.

Le premier objectif visait à proposer une approche de conception et d'évaluation d'applications mobiles adaptatives d'aide au changement de comportement pour l'autogestion des douleurs chroniques. Pour ce faire, nous avons établi un métamodèle conceptuel nous permettant de mieux comprendre le rôle et l'utilité des différents modèles existant pour trois phases clés : (1) Comprendre les utilisateurs, (2) Concevoir l'intervention et (3) Évaluer l'intervention. Ensuite, nous avons sélectionné et combiné plusieurs modèles pour mettre en œuvre ces trois phases dans notre cas d'application. L'approche centrée sur la personne nous a permis de guider notre calendrier et notre philosophie de conception globale. Ensuite, l'approche de profilage basée sur des techniques d'analyse de données et des fondements théoriques en psychologie, par le biais du modèle HAPA et de la TAD, nous a apporté une meilleure compréhension de nos utilisateurs nous permettant de guider les choix d'adaptation de l'intervention. Ensuite, les méthodologies de conception centrées-utilisateur associées aux techniques de changement de comportement et au modèle BIT nous ont permis de structurer et de formaliser la conception de l'intervention numérique. Enfin, l'évaluation par le biais de données auto-rapportées et d'utilisation du système nous apporte des connaissances sur l'impact de la technologie conçue sur l'expérience utilisateur, l'engagement et le processus de changement de comportement des utilisateurs. Finalement, ce métamodèle permet de structurer les étapes nécessaires pour concevoir et évaluer des interactions Humain-Machine qui soutiennent efficacement le processus de changement de comportement des patients.

Le second objectif visait à comprendre les besoins d'utilisateurs issus de la population lombalgique par le biais de fondements théoriques de changement de comportement. Ce travail constitue la première phase du métamodèle présenté qui nous a permis d'identifier quatre profils psychologiques distincts parmi les patients lombalgiques : Démotivé, Prudent, Déprimé et Confiant. Ces profils ont été déterminés en fonction de caractéristiques psychologiques spécifiques liées au processus de changement de comportement, ce qui a permis d'adapter l'intervention mobile de manière plus précise et efficace.

Pour finir, le dernier objectif concernait la conception d'une application mobile d'aide à l'autogestion de la lombalgie. Pour y répondre, nous

avons conçu et évalué l'application mobile BACK-4P en suivant les étapes du métamodèle proposé. Les résultats de cette évaluation ont montré un impact positif sur le comportement d'utilisation de certains profils et sur certains facteurs psychologiques impliqués dans le processus de changement de comportement, tel que la réduction des peurs et croyances et l'augmentation du sentiment d'auto-efficacité pour la gestion de la pathologie.

Pour conclure, cette thèse propose une approche utile pour guider la conception d'interventions et interactions humain-machine adaptatives, fondées sur des théories en psychologie du changement de comportement et en impliquant les professionnels et les patients dans le processus de conception. Cette approche répond aux trois recommandations identifiées dans la littérature et donc à des enjeux à la fois éthiques et techniques dans le domaine des interactions Humain-Machine pour la santé. Les résultats obtenus ouvrent la voie à de nouvelles perspectives de recherche et d'application dans le domaine de la santé numérique, dans l'objectif d'améliorer la qualité de vie des patients à travers des interventions personnalisées et basées sur des preuves.

## Bibliographies

- Aasdahl, L., Marchand, G. H., Gismervik, S. Ø., Myhre, K., Fimland, M. S., & Røe, C. (2020). The Fear Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) Does it Really Measure Fear Beliefs? *Spine*, *45*(2), 134-140. <https://doi.org/10.1097/BRS.00000000000003188>
- 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)
- Akker, H. op den, Cabrita, M., Akker, R. op den, Jones, V. M., & Hermens, H. J. (2015). Tailored motivational message generation : A model and practical framework for real-time physical activity coaching. *Journal of Biomedical Informatics*, *55*, 104-115. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2015.03.005>
- Akker, H. op den, Jones, V. M., & Hermens, H. J. (2014). Tailoring real-time physical activity coaching systems: A literature survey and model. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, *24*(5), 351-392. <https://doi.org/10.1007/s11257-014-9146-y>
- Aldenaini, N., Alqahtani, F., Orji, R., & Sampalli, S. (2020). Trends in Persuasive Technologies for Physical Activity and Sedentary Behavior: A Systematic Review. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *3*, 7. <https://doi.org/10.3389/frai.2020.00007>
- Allseits, E., Kim, K. J., Bennett, C., Gailey, R., Gaunard, I., & Agrawal, V. (2018). A Novel Method for Estimating Knee Angle Using Two Leg-Mounted Gyroscopes for Continuous Monitoring with Mobile Health Devices. *Sensors*, *18*(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/s18092759>
- AlMarshedi, A., Wanick, V., Wills, G. B., & Ranchhod, A. (2017). Gamification and Behaviour. In S. Stieglitz, C. Lattemann, S. Robra-Bissantz, R. Zarnekow, & T. Brockmann (Éds.), *Gamification: Using Game Elements in Serious Contexts* (p. 19-29). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-45557-0\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-45557-0_2)
- Almutari, N., & Orji, R. (2019). How Effective Are Social Influence

Strategies in Persuasive Apps for Promoting Physical Activity? A Systematic Review. *Adjunct Publication of the 27th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 167-172. <https://doi.org/10.1145/3314183.3323855>

Alrwaily, M., Timko, M., Schneider, M., Stevans, J., Bise, C., Hariharan, K., & Delitto, A. (2016). Treatment-Based Classification System for Low Back Pain: Revision and Update. *Physical Therapy*, *96*(7), 1057-1066. <https://doi.org/10.2522/ptj.20150345>

Alslaity, A., Chan, G., & Orji, R. (2023). A panoramic view of personalization based on individual differences in persuasive and behavior change interventions. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *6*, 1125191. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1125191>

Amagai, S., Pila, S., Kaat, A. J., Nowinski, C. J., & Gershon, R. C. (2022). Challenges in Participant Engagement and Retention Using Mobile Health Apps: Literature Review. *Journal of Medical Internet Research*, *24*(4), e35120. <https://doi.org/10.2196/35120>

Anderson, K., Burford, O., & Emmerton, L. (2016). App Chronic Disease Checklist: Protocol to Evaluate Mobile Apps for Chronic Disease Self-Management. *JMIR Research Protocols*, *5*(4), e6194. <https://doi.org/10.2196/resprot.6194>

Andrade, L. F., Ludwig, K., Goni, J. M. R., Oppe, M., & de Pouvourville, G. (2020). A French Value Set for the EQ-5D-5L. *Pharmacoeconomics*, *38*(4), 413-425. <https://doi.org/10.1007/s40273-019-00876-4>

Andreeva, V. A., Salanave, B., Castetbon, K., Deschamps, V., Vernay, M., Kesse-Guyot, E., & Hercberg, S. (2015). Comparison of the sociodemographic characteristics of the large NutriNet-Santé e-cohort with French Census data: The issue of volunteer bias revisited. *Journal of Epidemiology and Community Health* (1979-), *69*(9), 893-898.

Arigo, D., Brown, M. M., Pasko, K., & Suls, J. (2020). Social Comparison Features in Physical Activity Promotion Apps: Scoping Meta-Review. *Journal of Medical Internet Research*, *22*(3), e15642.

<https://doi.org/10.2196/15642>

- Armitage, C. J. (2006). Evidence that implementation intentions promote transitions between the stages of change. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 74*(1), 141-151. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.74.1.141>
- Armitage, C. J., & Arden, M. A. (2008). How useful are the stages of change for targeting interventions? Randomized test of a brief intervention to reduce smoking. *Health Psychology, 27*(6), 789-798. <https://doi.org/10.1037/0278-6133.27.6.789>
- Armitage, C. J., Sheeran, P., Conner, M., & Arden, M. A. (2004). Stages of change or changes of stage? Predicting transitions in transtheoretical model stages in relation to healthy food choice. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 72*(3), 491-499. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.72.3.491>
- Asbjørnsen, R. A., Smedsrød, M. L., Nes, L. S., Wentzel, J., Varsi, C., Hjelmæsæth, J., & Gemert-Pijnen, J. E. van. (2019). Persuasive System Design Principles and Behavior Change Techniques to Stimulate Motivation and Adherence in Electronic Health Interventions to Support Weight Loss Maintenance: Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research, 21*(6), e14265. <https://doi.org/10.2196/14265>
- Attfield, S., Kazai, G., Lalmas, M., & Piwowarski, B. (2011). *Towards a science of user engagement (Position Paper)*. ACM 4th International Conference on Web Search and Data Mining (WSDM'11), Hong Kong, China. [www.piwowarski.fr/publication/attfield\\_towards\\_2011-dbg82tqk/attfield\\_towards\\_2011-DBG82TQK.pdf](http://www.piwowarski.fr/publication/attfield_towards_2011-dbg82tqk/attfield_towards_2011-DBG82TQK.pdf)
- Aubert, M. (2022). *Personnalité, Motivation et Changement de Comportement: Application aux Personnes Atteintes de Diabète de type 2* [These de doctorat, université Paris-Saclay]. <https://theses.fr/2022UPASW004>
- Ayre, M., & Tyson, G. A. (2001). The role of self-efficacy and fear-avoidance beliefs in the prediction of disability. *Australian Psychologist, 36*(3), 250-253.

<https://doi.org/10.1080/00050060108259663>

- Bailey, J. F., Agarwal, V., Zheng, P., Smuck, M., Fredericson, M., Kennedy, D. J., & Krauss, J. (2020). Digital Care for Chronic Musculoskeletal Pain: 10,000 Participant Longitudinal Cohort Study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(5), e18250. <https://doi.org/10.2196/18250>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory* (p. xiii, 617). Prentice-Hall, Inc.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *J. Usability Stud.*, 4, 114-123.
- Barcenilla, J., & Bastien, C. (2009). L'acceptabilité des nouvelles technologies: Quelles relations avec l'ergonomie, l'utilisabilité et l'expérience utilisateur ? *Le travail humain*, 72(4), 311-331. <https://doi.org/10.3917/th.724.0311>
- Bastien, C., & Scapin, D. (1993). *Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces*. RT-0156, INRIA. 1993, pp.79. inria-00070012
- Baumeister, H., Kraft, R., Baumel, A., Pryss, R., & Messner, E.-M. (2023). Persuasive e-Health Design for Behavior Change. In C. Montag & H. Baumeister (Éds.), *Digital Phenotyping and Mobile Sensing: New Developments in Psychoinformatics* (p. 347-364). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-98546-2\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98546-2_20)
- Beauvois, J.-L., & Joule, R.-V. (1998). *Perspectives cognitives et conduites sociales (6): Croyances et groupes sociaux*. FeniXX.
- Beneciuk, J. M., Bishop, M. D., Fritz, J. M., Robinson, M. E., Asal, N. R., Nisenzon, A. N., & George, S. Z. (2013). The STarT Back Screening Tool and Individual Psychological Measures: Evaluation of Prognostic Capabilities for Low Back Pain Clinical Outcomes in Outpatient Physical Therapy Settings. *Physical Therapy*, 93(3), 321-333. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120207>



- Bernard, F., & Joule, R.-V. (2005). Le pluralisme méthodologique en sciences de l'information et de la communication à l'épreuve de la « communication engageante ». *Questions de communication*, 7(1), 185-208. <https://doi.org/10.4000/questionsdecommunication.4647>
- Bernard, P., Boiché, J., Chevance, G., Haas, M., Héraud, N., Latrille, C., Lucas, C., Molinier, V., Roux, M., & Romain, AJ. (2019, juin 7). *Traduction française de la taxonomie (v1) des techniques de changement de comportement*. <https://guillaumechevance.com/2019/06/07/traduction-francaise-de-la-taxonomie-v1-des-techniques-de-changement-de-comportement/>
- Biswas, P., & Springett, M. (2018). User Modeling. In *The Wiley Handbook of Human Computer Interaction* (p. 143-169). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118976005.ch8>
- Blandford, A. (2019). HCI for health and wellbeing: Challenges and opportunities. *International Journal of Human-Computer Studies*, 131, 41-51. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.06.007>
- Bobillier-Chaumon, M.-É., & Dubois, M. (2009). L'adoption des technologies en situation professionnelle: Quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ? *Le travail humain*, 72(4), 355-382. <https://doi.org/10.3917/th.724.0355>
- Bohman, D. M., Mattsson, L., & Borglin, G. (2015). Primary healthcare nurses' experiences of physical activity referrals: An interview study. *Primary Health Care Research & Development*, 16(3), 270-280. <https://doi.org/10.1017/S1463423614000267>
- Boiche, J., Fervers, B., Freyssenet, D., Gremy, I., Guiraud, T., Moro, C., Nguyen, C., Ninot, G., Perrin, C., Poiraud, S., Varray, A., Vinet, A., & Walther, G. (2019). *Activité physique: Prévention et traitement des maladies chroniques* (p. Paris: Inserm: Éditions EDP Sciences (ISSN: 0990) [Report]. Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). <https://inserm.hal.science/inserm-02102457>
- Boiché, J., Gourlan, M., 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*, 24(3), Article 3. <https://doi.org/10.1177/1359105316676626>

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>

Boulos, M. N. K., Brewer, A. C., Karimkhani, C., Buller, D. B., & Dellavalle, R. P. (2014). Mobile medical and health apps: State of the art, concerns, regulatory control and certification. *Online Journal of Public Health Informatics*, 5(3), 229. <https://doi.org/10.5210/ojphi.v5i3.4814>

Bourassa, M., Caldara, C., Helme-Guizon, A., & LaBarge, M. (2022). Examining Users' Emotions, Expectations and Engagement with Nutritional Apps Using Affordances Theory: An Abstract. In J. Allen, B. Jochims, & S. Wu (Éds.), *Celebrating the Past and Future of Marketing and Discovery with Social Impact* (p. 351-352). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95346-1\\_105](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95346-1_105)

Boustani, M., Lunn, S., Visser, U., & Lisetti, C. (2021). Development, Feasibility, Acceptability, and Utility of an Expressive Speech-Enabled Digital Health Agent to Deliver Online, Brief Motivational Interviewing for Alcohol Misuse: Descriptive Study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(9), e25837. <https://doi.org/10.2196/25837>

Boutevillain, L., Dupeyron, A., Rouch, C., Richard, E., & Coudeyre, E. (2017). Facilitators and barriers to physical activity in people with chronic low back pain: A qualitative study. *PLOS ONE*, 12(7), Article 7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179826>

Bouzit, S., Calvary, G., Coutaz, J., Chêne, D., Petit, E., & Vanderdonckt, J. (2017). *The PDA-LPA design space for user interface adaptation*. 364. <https://doi.org/10.1109/RCIS.2017.7956559>

- Breiman, L., Friedman, J., Stone, C. J., & Olshen, R. A. (1984). *Classification and Regression Trees*. Taylor & Francis. <https://books.google.fr/books?id=JwQx-WOmSyQC>
- Brooke, J. (1996). *SUS—A Quick and Dirty Usability Scale*. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189-194). London: Taylor & Francis.
- Bruyère, O., Demoulin, M., Brereton, C., Humblet, F., Flynn, D., Hill, J. C., Maquet, D., Van Beveren, J., Reginster, J.-Y., Crielaard, J.-M., & Demoulin, C. (2012). Translation validation of a new back pain screening questionnaire (the STarT Back Screening Tool) in French. *Archives of Public Health, 70*(1), 12. <https://doi.org/10.1186/0778-7367-70-12>
- Bumiller, A., Challita, S., Combemale, B., Barais, O., Aillery, N., & Le Lan, G. (2023). On Understanding Context Modelling for Adaptive Authentication Systems. *ACM Trans. Auton. Adapt. Syst., 18*(1), 3:1-3:35. <https://doi.org/10.1145/3582696>
- Burke, M., Marlow, C., & Lento, T. (2010). Social network activity and social well-being. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1909-1912*. <https://doi.org/10.1145/1753326.1753613>
- Cabrera, O., Oriol, M., Franch, X., & Marco, J. (2021). A context-aware monitoring architecture for supporting system adaptation and reconfiguration. *Computing, 103*(8), 1621-1655. <https://doi.org/10.1007/s00607-021-00923-z>
- Caon, M., Prinelli, F., Angelini, L., Carrino, S., Mugellini, E., Orte, S., Serrano, J. C. E., Atkinson, S., Martin, A., & Adorni, F. (2022). PEGASO e-Diary: User Engagement and Dietary Behavior Change of a Mobile Food Record for Adolescents. *Frontiers in Nutrition, 9*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.727480>
- Carmagnola, F., Cena, F., & Gena, C. (2011). User model interoperability: A survey. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 21*(3), 285-331. <https://doi.org/10.1007/s11257-011-9097-5>

- Carrouel, F., Vigneulles, B. du S. de, Bourgeois, D., Kabuth, B., Baltenneck, N., Nusbaum, F., Burge, V., Roy, S., Buchheit, S., Carrion-Martinaud, M.-L., Massoubre, C., Fraticelli, L., & Dussart, C. (2022). Mental Health Mobile Apps in the French App Store: Assessment Study of Functionality and Quality. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(10), e41282. <https://doi.org/10.2196/41282>
- Cascaes Cardoso, M. (2017). The Onboarding Effect: Leveraging User Engagement and Retention in Crowdsourcing Platforms. *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 263-267. <https://doi.org/10.1145/3027063.3027128>
- Cena, F., Likavec, S., & Rapp, A. (2019). Real World User Model: Evolution of User Modeling Triggered by Advances in Wearable and Ubiquitous Computing. *Information Systems Frontiers*, 21(5), 1085-1110. <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9818-3>
- Ceulemans, D., Moens, M., Reneman, M., Callens, J., De Smedt, A., Godderis, L., Goudman, L., Lavreysen, O., Putman, K., & Van de velde, D. (2024). Biopsychosocial rehabilitation in the working population with chronic low back pain: A concept analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 56, 13454. <https://doi.org/10.2340/jrm.v56.13454>
- Chambers, O., Cohen, R., Grossman, M. R., & Chen, Q. (2022). Creating a User Model to Support User-specific Explanations of AI Systems. *Adjunct Proceedings of the 30th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, 163-166. <https://doi.org/10.1145/3511047.3537678>
- Chan, S., Torous, J., Hinton, L., & Yellowlees, P. (2015). Towards a Framework for Evaluating Mobile Mental Health Apps. *Telemedicine and e-Health*, 21(12), 1038-1041. <https://doi.org/10.1089/tmj.2015.0002>
- Chaory, K., Fayad, F., Rannou, F., Lefèvre-Colau, M.-M., Fermanian, J., Revel, M., & Poiraudreau, S. (2004). Validation of the French Version of the Fear Avoidance Belief Questionnaire. *Spine*, 29(8), 908.

- Chazelle, E., Fouquet, N., & Chan-Chee, C. (2020). Étude de la survenue et de l'évolution de la lombalgie selon la situation de travail pendant le confinement lié à l'épidémie de Covid-19, du 17 mars au 10 mai 2020, en France métropolitaine. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire - BEH*, 26, 512-521.
- Chen, Y., Tan, D., Xu, Y., Wang, B., Li, X., Cai, X., Li, M., Tang, C., Wu, Y., Shu, W., Zhang, G., Huang, J., Zhang, Y., Yan, Y., Liang, X., & Yu, S. (2020). Effects of a HAPA-based multicomponent intervention to improve self-management precursors of older adults with tuberculosis: A community-based randomised controlled trial. *Patient Education and Counseling*, 103(2), 328-335. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2019.09.007>
- Chevance, G., Roux, M., Calvat, A., Oliver, N., Alexandre, F., Héraud, N., & Boiché, J. (2019). Quels sont les profils motivationnels envers l'activité physique et la sédentarité de patients admis en réhabilitation respiratoire ? *Movement & Sport Sciences - Science & Motricité*, 106(4), 45-57. <https://doi.org/10.1051/sm/2019021>
- Chhabra, H. S., Sharma, S., & Verma, S. (2018). Smartphone app in self-management of chronic low back pain: A randomized controlled trial. *European Spine Journal*, 27(11), 2862-2874. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-5788-5>
- Clatworthy, Jane., Buick, Deanna., Hankins, Matthew., Weinman, John., & Horne, Robert. (2005). The use and reporting of cluster analysis in health psychology: A review. *British Journal of Health Psychology*, 10(3), Article 3. <https://doi.org/10.1348/135910705X25697>
- Clavel, C., Faur, C., Martin, J.-C., Pesty, S., & Duhaut, D. (2013). Artificial companions with personality and social role. *2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Creativity and Affective Computing (CICAC)*, 87-95. <https://doi.org/10.1109/CICAC.2013.6595225>
- Cole-Lewis, H., Ezeanochie, N., & Turgiss, J. (2019). Understanding Health Behavior Technology Engagement: Pathway to Measuring Digital Behavior Change Interventions. *JMIR*

*Formative Research*, 3(4), e14052.  
<https://doi.org/10.2196/14052>

- Conati, C. (2024). AI-Driven Personalization to Support Human-AI Collaboration. *Companion Proceedings of the 16th ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, 5-6. <https://doi.org/10.1145/3660515.3661324>
- Conn, V. S., Hafdahl, A. R., & Mehr, D. R. (2011). Interventions to increase physical activity among healthy adults: Meta-analysis of outcomes. *American Journal of Public Health*, 101(4), 751-758. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.194381>
- Conway, N., Campbell, I., Forbes, P., Cunningham, S., & Wake, D. (2016). mHealth applications for diabetes: User preference and implications for app development. *Health Informatics Journal*, 22(4), 1111-1120. <https://doi.org/10.1177/1460458215616265>
- Costa, L. da C. M., Maher, C. G., McAuley, J. H., Hancock, M. J., & Smeets, R. J. E. M. (2011). Self-efficacy is more important than fear of movement in mediating the relationship between pain and disability in chronic low back pain. *European Journal of Pain*, 15(2), 213-219. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2010.06.014>
- Courbet, D., Fourquet-Courbet, M.-P., Bernard, F., & Joule, R.-V. (2013). *Communication persuasive et communication engageante pour la santé Favoriser des comportements sains avec les médias, Internet et les serious games*. *Publicité et Santé: des liaisons dangereuses? Le point de vue de la psychologie*, In press, pp.21-46. sic\_01015237
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), Article 8. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- Crombez, G., Vlaeyen, J. W., Heuts, P. H., & Lysens, R. (1999). Pain-related fear is more disabling than pain itself: Evidence on the role of pain-related fear in chronic back pain disability. *Pain*,

80(1-2), 329-339. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(98\)00229-2](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(98)00229-2)

Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper and Row.

Danaher, B. G., Brendryen, H., Seeley, J. R., Tyler, M. S., & Woolley, T. (2015). From black box to toolbox: Outlining device functionality, engagement activities, and the pervasive information architecture of mHealth interventions. *Internet Interventions*, 2(1), 91-101. <https://doi.org/10.1016/j.invent.2015.01.002>

Darnton, A. (2008). *Reference Report: An overview of behaviour change models and their uses*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Reference-Report%3A-An-overview-of-behaviour-change-Darnton/648973efb254751f38fb6f434d432b9831179fa7>

Dean, E., & Söderlund, A. (2015). What is the role of lifestyle behaviour change associated with non-communicable disease risk in managing musculoskeletal health conditions with special reference to chronic pain? *BMC Musculoskeletal Disorders*, 16(1), 87. <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0545-y>

Debackere, F., Clavel, C., Roren, A., Rannou, F., Nguyen, C., Tran, V., Boutron, I., Messai, Y., et & Martin, J.-C. (2023). Démarche de conception participative d'une application mobile motivationnelle pour l'autogestion de la lombalgie chronique. *34th International Francophone Conference on Human-Computer Interaction*, France. 10.1145/3583961. hal-04014976

Debackere, F., Clavel, C., Roren, A., Tran, V., Snoubra, G., Messai, Y., Rannou, F., Nguyen, C., & Martin, J.-C. (2022). Profiling of low back pain patients for the design of a tailored coaching application. *2022 10th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/ACII55700.2022.9953873>

Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of

- experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627-668. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985a). Causality Orientations Theory. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Éds.), *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior* (p. 149-175). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7_6)
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985b). Cognitive Evaluation Theory. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Éds.), *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior* (p. 43-85). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7_3)
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985c). Toward an Organismic Integration Theory. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Éds.), *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior* (p. 113-148). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7_5)
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1990). A motivational approach to self: Integration in personality. *Nebraska Symposium on Motivation Nebraska Symposium on Motivation*, 38, 237-288.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The « What » and « Why » of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. [https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49(3), 182-185. <https://doi.org/10.1037/a0012801>
- Dekkers, T. (2020). *Data-driven Patient Profiles: Definition, validation, and implementation for tailored orthopaedic healthcare services* [Doctoral thesis, Delft University of Technology]. <https://doi.org/10.4233/UUID:A9ED38E9-4CF5-4B35-A43C-68C1B283E938>
- de Moraes Vieira, É. B., de Góes Salvetti, M., Damiani, L. P., & de Mattos Pimenta, C. A. (2014). Self-Efficacy and Fear Avoidance Beliefs in



Chronic Low Back Pain Patients: Coexistence and Associated Factors. *Pain Management Nursing*, 15(3), 593-602. <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2013.04.004>

- Deniz-Garcia, A., Fabelo, H., Rodriguez-Almeida, A. J., Zamora-Zamorano, G., Castro-Fernandez, M., Ruano, M. del P. A., Solvoll, T., Granja, C., Schopf, T. R., Callico, G. M., Soguero-Ruiz, C., Wagner, A. M., & Consortium, W. (2023). Quality, Usability, and Effectiveness of mHealth Apps and the Role of Artificial Intelligence: Current Scenario and Challenges. *Journal of Medical Internet Research*, 25(1), e44030. <https://doi.org/10.2196/44030>
- Devan, H., Farmery, D., Peebles, L., & Grainger, R. (2019). Evaluation of Self-Management Support Functions in Apps for People With Persistent Pain: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(2), e13080. <https://doi.org/10.2196/13080>
- Dey, A. (2001). Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5, 4-7. <https://doi.org/10.1007/s007790170019>
- Dijkstra, A. (2024). Why are Health Persuasive Messages Not Always Effective? In K. Taku & T. K. Shackelford (Eds.), *The Routledge International Handbook of Changes in Human Perceptions and Behaviors* (p. 293-308). Taylor and Francis Inc. <https://doi.org/10.4324/9781003316602-22>
- Dionne, C. E., Dunn, K. M., & Croft, P. R. (2006). Does back pain prevalence really decrease with increasing age? A systematic review. *Age and Ageing*, 35(3), 229-234. <https://doi.org/10.1093/ageing/afj055>
- Druss, B. G., Rask, K., & Katon, W. J. (2008). Major depression, depression treatment and quality of primary medical care. *General Hospital Psychiatry*, 30(1), 20-25. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsy.2007.08.015>
- Du, S., Liu, W., Cai, S., Hu, Y., & Dong, J. (2020). The efficacy of e-health in the self-management of chronic low back pain: A meta analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 106, 103507.

<https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2019.103507>

- El Kamali, M., Angelini, L., Caon, M., Carrino, F., Röcke, C., Guye, S., Rizzo, G., Mastropietro, A., Sykora, M., Elayan, S., Kniestedt, I., Ziyilan, C., Lettieri, E., Khaled, O. A., & Mugellini, E. (2020). Virtual Coaches for Older Adults' Wellbeing: A Systematic Review. *IEEE Access*, 8, 101884-101902. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2996404>
- El Kamali, M., Angelini, L., Lalanne, D., Abou Khaled, O., & Mugellini, E. (2023). Older adults' perspectives on multimodal interaction with a conversational virtual coach. *Frontiers in Computer Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2023.1125895>
- Engel, G. L. (1981). The Clinical Application of the Biopsychosocial Model. *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine*, 6(2), 101-124. <https://doi.org/10.1093/jmp/6.2.101>
- Eyles, H., Jull, A., Dobson, R., Firestone, R., Whittaker, R., Te Morenga, L., Goodwin, D., & Mhurchu, C. N. (2016). Co-design of mHealth Delivered Interventions: A Systematic Review to Assess Key Methods and Processes. *Current Nutrition Reports*, 5(3), 160-167. <https://doi.org/10.1007/s13668-016-0165-7>
- Eysenbach, G. & Consort-Ehealth Group. (2011). CONSORT-EHEALTH: Improving and Standardizing Evaluation Reports of Web-based and Mobile Health Interventions. *Journal of Medical Internet Research*, 13(4), e1923. <https://doi.org/10.2196/jmir.1923>
- Farao, J., Malila, B., Conrad, N., Mutsvangwa, T., Rangaka, M. X., & Douglas, T. S. (2020). A user-centred design framework for mHealth. *PLOS ONE*, 15(8), e0237910. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237910>
- Fassier, J.-B. (2011). Prévalence, coûts et enjeux sociétaux de la lombalgie. *Revue du Rhumatisme*, 78, S38-S41. [https://doi.org/10.1016/S1169-8330\(11\)70007-2](https://doi.org/10.1016/S1169-8330(11)70007-2)
- Fatoye, F., Gebrye, T., Ryan, C. G., Useh, U., & Mbada, C. (2023). Global and regional estimates of clinical and economic burden of low

back pain in high-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1098100>

Fenicio, A., Laurillau, Y., & Calvary, G. (2021). Process of change: States, transitions, and determinants. *Journal d'Interaction Personne-Système, Volume 9, Number 1, Special Issue : PISTIL 2 (1)*, 10.46298/jips.7159.hal-03123607

Fenouillet, F. (2023). *Les théories de la motivation (2ème)*. Dunod. <https://www.dunod.com/sciences-humaines-et-sociales/theories-motivation-0>

Ferreira, M. L., Luca, K. de, Haile, L. M., Steinmetz, J. D., Culbreth, G. T., Cross, M., Kopec, J. A., Ferreira, P. H., Blyth, F. M., Buchbinder, R., Hartvigsen, J., Wu, A.-M., Safiri, S., Woolf, A. D., Collins, G. S., Ong, K. L., Vollset, S. E., Smith, A. E., Cruz, J. A., ... March, L. M. (2023). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: A systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, 5(6), e316–e329. [https://doi.org/10.1016/S2665-9913\(23\)00098-X](https://doi.org/10.1016/S2665-9913(23)00098-X)

Ferretti, A., Ronchi, E., & Vayena, E. (2019). From principles to practice: Benchmarking government guidance on health apps. *The Lancet Digital Health*, 1(2), e55–e57. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(19\)30027-5](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(19)30027-5)

Fischer, G. (2001). User Modeling in Human–Computer Interaction. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1), 65–86. <https://doi.org/10.1023/A:1011145532042>

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley Publishing Company.

Fleckenstein, J., Floessel, P., Engel, T., Krempel, L., Stoll, J., Behrens, M., & Niederer, D. (2022). Individualized Exercise in Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Systematic Review with Meta-Analysis on the Effects of Exercise Alone or in Combination with Psychological Interventions on Pain and Disability. *The Journal*

- of *Pain*, 23(11), 1856-1873.  
<https://doi.org/10.1016/j.jpain.2022.07.005>
- Fogg, B. J. (1998). Persuasive computers: Perspectives and research directions. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 225-232.  
<https://doi.org/10.1145/274644.274677>
- Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology*, 1-7. <https://doi.org/10.1145/1541948.1541999>
- Fogg, B. J. (2019). *Tiny Habits: The Small Changes That Change Everything*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Fogg, B. J., & Hreha, J. (2010). Behavior Wizard: A Method for Matching Target Behaviors with Solutions. In T. Ploug, P. Hasle, & H. Oinas-Kukkonen (Éds.), *Persuasive Technology* (p. 117-131). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-13226-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13226-1_13)
- Fogg, B. J., U.S.A.), B. J. (Stanford U. F., Stanford CA, Fogg, G. E., & Zimbardo, P. G. (2003). *Persuasive Technology: Using Computers to Change What We Think and Do*. Morgan Kaufmann.
- Fointiat, V., & Barbier, L. (2015). Persuasion et Influence: Changer les attitudes, changer les comportements. Regards de la psychologie sociale. *Journal d'Interaction Personne-Système, Volume 4, Numéro 1, Numéro Spécial: PISTIL*(Unlabeled section). <https://doi.org/10.46298/jips.1301>
- Folkman, S., Lazarus, R. S., Gruen, R. J., & DeLongis, A. (1986). Appraisal, coping, health status, and psychological symptoms. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50(3), 571-579.  
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.50.3.571>
- Foulonneau, A., Calvary, G., & Villain, E. (2015). Etat de l'art en conception de systèmes persuasifs. *Journal d'Interaction Personne-Système, Volume 4, Number 1, Special Issue: PISTIL*(1), 19-47. <https://doi.org/10.46298/jips.1296>
- Fouquet, B., & Trehorel, L. (2024). Conséquences économiques des

lombalgies chroniques. *Revue du Rhumatisme*.  
<https://doi.org/10.1016/j.rhum.2024.06.015>

Francès, P., Tall, A., Abokassem, S., Mauret, G., & Llanta, B. (2022). La lombalgie chronique, une pathologie très fréquente au fort retentissement. *L'Aide-Soignante*, *36*(235), 22-25.  
<https://doi.org/10.1016/j.aidsoi.2021.12.020>

Free, C., Phillips, G., Watson, L., Galli, L., Felix, L., Edwards, P., Patel, V., & Haines, A. (2013). The Effectiveness of Mobile-Health Technologies to Improve Health Care Service Delivery Processes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS Medicine*, *10*(1), e1001363.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001363>

French, D. P., Olander, E. K., Chisholm, A., & Mc Sharry, J. (2014). Which behaviour change techniques are most effective at increasing older adults' self-efficacy and physical activity behaviour? A systematic review. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, *48*(2), 225-234.  
<https://doi.org/10.1007/s12160-014-9593-z>

Friederichs, S. A., Bolman, C., Oenema, A., & Lechner, L. (2015). Profiling physical activity motivation based on self-determination theory: A cluster analysis approach. *BMC Psychology*, *3*(1), 1.  
<https://doi.org/10.1186/s40359-015-0059-2>

Fuhrer, M. J. (2007). Assessing the efficacy, effectiveness, and cost-effectiveness of assistive technology interventions for enhancing mobility. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *2*(3), 149-158.  
<https://doi.org/10.1080/17483100701374355>

G. Martín, A., Fernández-Isabel, A., Martín de Diego, I., & Beltrán, M. (2021). A survey for user behavior analysis based on machine learning techniques: Current models and applications. *Applied Intelligence*, *51*(8), 6029-6055. <https://doi.org/10.1007/s10489-020-02160-x>

Garofoli, R., Boisson, M., Segretin, F., Linières, J., Gérard, C., Moreau, S., leong, E., Chagny, F., Bedin, C., Lefèvre-Colau, M.-M., Rannou, F.,

- Roren, A., & Nguyen, C. (2019). Feasibility of a short multidisciplinary education and exercise therapy program for patients with non-specific low back pain: A 3-month retrospective open pilot study. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 62(5), 382-385. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.05.005>
- Garratt, A. M., Furunes, H., Hellum, C., Solberg, T., Brox, J. I., Storheim, K., & Johnsen, L. G. (2021). Evaluation of the EQ-5D-3L and 5L versions in low back pain patients. *Health and Quality of Life Outcomes*, 19(1), 155. <https://doi.org/10.1186/s12955-021-01792-y>
- Gatchel, R. J., McGeary, D. D., McGeary, C. A., & Lippe, B. (2014). Interdisciplinary chronic pain management: Past, present, and future. *American Psychologist*, 69(2), 119-130. <https://doi.org/10.1037/a0035514>
- Gendreau, R. M., McCracken, L. M., Williams, D. A., Luciano, J. V., Dai, Y., Vega, N., Ghalib, Z., Guthrie, K., Kraus, A. C., Rosenbluth, M. J., Vaughn, B., Zomnir, J. M., Reddy, D., Chadwick, A. L., Clauw, D. J., & Arnold, L. M. (2024). Self-guided digital behavioural therapy versus active control for fibromyalgia (PROSPER-FM): A phase 3, multicentre, randomised controlled trial. *The Lancet*, 0(0). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00909-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00909-7)
- Georgiou, T., & Demiris, Y. (2017). Adaptive user modelling in car racing games using behavioural and physiological data. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 27(2), 267-311. <https://doi.org/10.1007/s11257-017-9192-3>
- Ghanvatkar, S., Kankanhalli, A., & Rajan, V. (2019). User Models for Personalized Physical Activity Interventions: Scoping Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(1), e11098. <https://doi.org/10.2196/11098>
- Girandola, F., & Joule, R.-V. (2012). La communication engageante: Aspects théoriques, résultats et perspectives. *L'Année psychologique*, 112(1), 115-143. <https://doi.org/10.3917/anpsy.121.0115>

- Gourlan, M., 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., Trouilloud, D., & Boiché, J. (2016). Motivational Profiles for Physical Activity Practice in Adults with Type 2 Diabetes: A Self-Determination Theory Perspective. *Behavioral Medicine, 42*(4), 227-237. <https://doi.org/10.1080/08964289.2014.1001810>
- Gourmelen, J., Chastang, J.-F., Ozguler, A., Lanoë, J.-L., Ravaud, J.-F., & Leclerc, A. (2007a). Fréquence des lombalgies dans la population française de 30 à 64 ans. Résultats issus de deux enquêtes nationales. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique, 50*(8), 633-639. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2007.05.008>
- Gourmelen, J., Chastang, J.-F., Ozguler, A., Lanoë, J.-L., Ravaud, J.-F., & Leclerc, A. (2007b). Frequency of low back pain among men and women aged 30 to 64 years in France. Results of two national surveys. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique, 50*(8), 640-644. <https://doi.org/10.1016/j.annrmp.2007.05.009>
- Gram-Hansen, S. B., & Kight, R. (2019). Do Ethics Matter in Persuasive Technology: Persuasive 2019. *Persuasive Technology, 143-155*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-17287-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-17287-9_12)
- Greenhalgh, T., Wherton, J., Papoutsis, C., Lynch, J., Hughes, G., A'Court, C., Hinder, S., Fahy, N., Procter, R., & Shaw, S. (2017). Beyond Adoption: A New Framework for Theorizing and Evaluating Nonadoption, Abandonment, and Challenges to the Scale-Up, Spread, and Sustainability of Health and Care Technologies. *Journal of Medical Internet Research, 19*(11), e8775. <https://doi.org/10.2196/jmir.8775>
- Groeneveld, B., Melles, M., Vehmeijer, S., Mathijssen, N., Dekkers, T., & Goossens, R. (2019). Developing digital applications for tailored communication in orthopaedics using a Research through

Design approach. *DIGITAL HEALTH*, 5, 205520761882491.  
<https://doi.org/10.1177/2055207618824919>

Groeneveld, B., Melles, M., Vehmeijer, S., Mathijssen, N., van Dijk, L., & Goossens, R. (2018). Tailored patient experiences: IEA 2018: 20th Congress of the International Ergonomics Association. *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018) - Volume 1, 1*, 198-207.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-96098-2\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96098-2_26)

Grolier, M., Arefyev, A., Pereira, B., Tavares Figueiredo, I., Gerbaud, L., & Coudeyre, E. (2023). Refining the design of a smartphone application for people with chronic low back pain using mixed quantitative and qualitative approaches. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 18(2), 145-150.  
<https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1839575>

Gronier, G., & Baudet, A. (2021). Psychometric Evaluation of the F-SUS: Creation and Validation of the French Version of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 37(16), 1571-1582.  
<https://doi.org/10.1080/10447318.2021.1898828>

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2013). *Multivariate Data Analysis*. Pearson Education Limited.

Hariton, E., & Locascio, J. J. (2018). Randomised controlled trials—The gold standard for effectiveness research. *BJOG: an international journal of obstetrics and gynaecology*, 125(13), 1716.  
<https://doi.org/10.1111/1471-0528.15199>

Harman, K., MacRae, M., Vallis, M., & Bassett, R. (2014). Working with People to Make Changes: A Behavioural Change Approach Used in Chronic Low Back Pain Rehabilitation. *Physiotherapy Canada*, 66(1), 82-90. <https://doi.org/10.3138/ptc.2012-56BC>

Hartmann, J., Sutcliffe, A., & Angeli, A. D. (2008). Towards a theory of user judgment of aesthetics and user interface quality. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 15(4), 15:1-15:30.  
<https://doi.org/10.1145/1460355.1460357>



- HAS. (2019). *Prise en charge du patient présentant une lombalgie commune*. Haute Autorité de Santé.
- HAS. (2021). *Évaluation des Applications dans le champ de la santé mobile (mHealth)—État des lieux et critères de qualité du contenu médical pour le référencement des services numériques dans l'espace numérique de santé et le bouquet de services des professionnels*. Haute Autorité de santé (HAS).
- HAS. (2022). *Évaluation des applications dans le champ de la santé mobile (mHealth)*. Haute Autorité de Santé. [https://www.has-sante.fr/jcms/p\\_3274798/fr/evaluation-des-applications-dans-le-champ-de-la-sante-mobile-mhealth](https://www.has-sante.fr/jcms/p_3274798/fr/evaluation-des-applications-dans-le-champ-de-la-sante-mobile-mhealth)
- Hassenzahl, M., Burmester, M., & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In G. Szwillus & J. Ziegler (Éds.), *Mensch & Computer 2003: Interaktion in Bewegung* (p. 187-196). Vieweg+Teubner Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-322-80058-9\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-322-80058-9_19)
- Hawkins, R. P., Kreuter, M., Resnicow, K., Fishbein, M., & Dijkstra, A. (2008). Understanding tailoring in communicating about health. *Health Education Research*, 23(3), 454-466. <https://doi.org/10.1093/her/cyn004>
- Herdman, M., Gudex, C., Lloyd, A., Janssen, Mf., Kind, P., Parkin, D., Bonsel, G., & Badia, X. (2011). Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). *Quality of Life Research*, 20(10), Article 10. <https://doi.org/10.1007/s11136-011-9903-x>
- Hereford, J. M. (2013). Sleep, Pain, and Mood. In *Sleep and Rehabilitation*. Routledge.
- Hernandez-Ramos, R., Aguilera, A., Garcia, F., Miramontes-Gomez, J., Pathak, L. E., Figueroa, C. A., & Lyles, C. R. (2021). Conducting Internet-Based Visits for Onboarding Populations With Limited Digital Literacy to an mHealth Intervention: Development of a Patient-Centered Approach. *JMIR Formative Research*, 5(4), e25299. <https://doi.org/10.2196/25299>

- Hill, J. C., Dunn, K. M., Lewis, M., Mullis, R., Main, C. J., Foster, N. E., & Hay, E. M. (2008). A primary care back pain screening tool: Identifying patient subgroups for initial treatment. *Arthritis & Rheumatism*, *59*(5), 632-641. <https://doi.org/10.1002/art.23563>
- Horne, R., & Weinman, J. (1998). Predicting Treatment Adherence: An Overview of Theoretical Models. In *Adherence to Treatment in Medical Conditions*. CRC Press.
- House, R., Kalisch, D., & Maidman, J. (Éds.). (2017). *Humanistic Psychology: Current Trends and Future Prospects*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315392943>
- Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The Epidemiology of low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, *24*(6), 769-781. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.10.002>
- Huber, S., Priebe, J. A., Baumann, K.-M., Plidschun, A., Schiessl, C., & Tölle, T. R. (2017). Treatment of Low Back Pain with a Digital Multidisciplinary Pain Treatment App: Short-Term Results. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, *4*(2), e11. <https://doi.org/10.2196/rehab.9032>
- Hudson, M. B., Nicolas, S. C., Howser, M. E., Lipsett, K. E., Robinson, I. W., Pope, L. J., Hobby, A. F., & Friedman, D. R. (2015). Examining How Gender and Emoticons Influence Facebook Jealousy. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, *18*(2), 87-92. <https://doi.org/10.1089/cyber.2014.0129>
- Husky, M. M., Ferdous Farin, F., Compagnone, P., Fermanian, C., & Kovess-Masfety, V. (2018). Chronic back pain and its association with quality of life in a large French population survey. *Health and Quality of Life Outcomes*, *16*(1), 195. <https://doi.org/10.1186/s12955-018-1018-4>
- Hutmacher, F., & Appel, M. (2023). The Psychology of Personalization in Digital Environments: From Motivation to Well-Being – A Theoretical Integration. *Review of General Psychology*, *27*(1), 26-40. <https://doi.org/10.1177/10892680221105663>

- IQVIA. (2017). *The Growing Value of Digital Health*. <https://regresearchnetwork.org/wp-content/uploads/the-growing-value-of-digital-health.pdf>
- IQVIA. (2021). *Digital Health Trends 2021: Innovation, Evidence, Regulation, and Adoption*. IQVIA. <https://www.iqvia.com/-/media/iqvia/pdfs/library/fact-sheets/successfully-delivering-your-digital-health.pdf>
- Irvine, A. B., Russell, H., Manocchia, M., Mino, D. E., Cox Glassen, T., Morgan, R., Gau, J. M., Birney, A. J., & Ary, D. V. (2015). Mobile-Web App to Self-Manage Low Back Pain: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 17(1), e1. <https://doi.org/10.2196/jmir.3130>
- ISO. (2019). ISO 9241-210:2019(fr) Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 210: Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs. *Online Browsing Platform (OBP)*. <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:fr>
- ISO. (2021). ISO/TS 82304-2:2021(en) Health software — Part 2: Health and wellness apps—Quality and reliability. *Online Browsing Platform (OBP)*. <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:78182:en>
- Jacobs, N. (2020). Two ethical concerns about the use of persuasive technology for vulnerable people. *Bioethics*, 34(5), 519-526. <https://doi.org/10.1111/bioe.12683>
- James, S. L., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, Z., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N., Abu-Raddad, L. J., Abu-Rmeileh, N. M. E., Accrombessi, M. M. K., ... Murray, C. J. L. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159), 1789-1858. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)

- Janz, N. K., & Becker, M. H. (1984). The Health Belief Model: A Decade Later. *Health Education Quarterly*, 11(1), 1-47. <https://doi.org/10.1177/109019818401100101>
- Jeffries, L. J., Milanese, S. F., & Grimmer-Somers, K. A. (2007). Epidemiology of adolescent spinal pain: A systematic overview of the research literature. *Spine*, 32(23), 2630-2637. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318158d70b>
- Johns, J. D., Hayes, A., Grant, L., & Caldwell, D. (2018). Classroom Gamification: Merging Game Design Theory and Behavior Analysis for Increased Engagement. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Éds.), *Learning and Collaboration Technologies. Learning and Teaching* (p. 150-163). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-91152-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91152-6_12)
- Joule, R.-V., & Beauvois, J.-L. (1989). Une théorie psychosociale: La théorie de l'engagement. Perspectives commerciales. *Recherche et Applications En Marketing (French Edition)*. <https://doi.org/10.1177/076737018900400105>
- Joule, R.-V., & Beauvois, J.-L. (2002). *Petit traité de manipulation à l'usage des honnêtes gens*. Presses Univ. de Grenoble.
- Kallio, H., Pietilä, A.-M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: Developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, 72(12), 2954-2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>
- Kamper, S. J., Apeldoorn, A. T., Chiarotto, A., Smeets, R. J. E. M., Ostelo, R. W. J. G., Guzman, J., & Tulder, M. W. van. (2015). Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 350, h444. <https://doi.org/10.1136/bmj.h444>
- Kasser, T., & Ryan, R. M. (1996). Further Examining the American Dream: Differential Correlates of Intrinsic and Extrinsic Goals. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 22(3), 280-287. <https://doi.org/10.1177/0146167296223006>

- Kendall, N. A. S., Linton, S. J., & Main, C. (1998). Psychosocial Yellow Flags for acute low back pain: 'Yellow Flags' as an analogue to 'Red Flags'. *European Journal of Pain*, 2(1), 87-89. [https://doi.org/10.1016/S1090-3801\(98\)90050-7](https://doi.org/10.1016/S1090-3801(98)90050-7)
- Khan, N., Marvel, F. A., Wang, J., & Martin, S. S. (2017). Digital Health Technologies to Promote Lifestyle Change and Adherence. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine*, 19(8), 60. <https://doi.org/10.1007/s11936-017-0560-4>
- Kluwer, E. S., Karremans, J. C., Riedijk, L., & Knee, C. R. (2020). Autonomy in Relatedness: How Need Fulfillment Interacts in Close Relationships. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 46(4), 603-616. <https://doi.org/10.1177/0146167219867964>
- Koch, N. P. de. (2000). Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems. [Doctoral thesis, Ludwig-Maximilians-Universität München]. <https://www.pst.ifi.lmu.de/~kochn/PhDThesisNoraKoch.pdf>
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. W. (2001). The PHQ-9: Validity of a brief depression severity measure. *Journal of General Internal Medicine*, 16(9), Article 9. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1497.2001.016009606.x>
- Kuutti, K. (2010). Where are the Ionians of user experience research? *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, 715-718. <https://doi.org/10.1145/1868914.1869012>
- Lacasse, A., Bourgault, P., Tousignant-Laflamme, Y., Courtemanche-Harel, R., & Choinière, M. (2015). Development and Validation of the French-Canadian Chronic Pain Self-Efficacy Scale. *Pain Research and Management*, 20(2), Article 2. <https://doi.org/10.1155/2015/832875>
- Lacasse, A., Bourgault, P., Tousignant-Laflamme, Y., Courtemanche-Harel, R., & Choinière, M. (2016). *French-Canadian Chronic Pain Self-Efficacy Scale*. [Jeu de données]. <https://doi.org/10.1037/t51243-000>

- Lallemant, C., & Koenig, V. (2017). "How Could an Intranet be Like a Friend to Me?"—Why Standardized UX Scales Don't Always Fit. *In Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE '17)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 9–16. <https://doi.org/10.1145/3121283.3121288>
- Laloo, C., Jibb, L. A., Rivera, J., Agarwal, A., & Stinson, J. N. (2015). "There's a Pain App for That": Review of Patient-targeted Smartphone Applications for Pain Management. *The Clinical Journal of Pain*, 31(6), 557-563. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000171>
- Laroche, F. (2011). Éducation thérapeutique et lombalgie chronique. *Douleur et Analgésie*, 24(4), 197-206. <https://doi.org/10.1007/s11724-011-0273-5>
- Lavoué, É., Ju, Q., Hallifax, S., & Serna, A. (2021). Analyzing the relationships between learners' motivation and observable engaged behaviors in a gamified learning environment. *International Journal of Human-Computer Studies*, 154, 102670. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102670>
- Lawlis, G. F., Cuencas, R., Selby, D., & McCOY, C. E. (1989). The Development of the Dallas Pain Questionnaire: An Assessment of the Impact of Spinal Pain on Behavior. *Spine*, 14(5), 511.
- Lee, Y., & Kim, D. (2021). The influence of technological interactivity and media sociability on sport consumer value co-creation behaviors via collective efficacy and collective intelligence. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 23(1), 18-40. <https://doi.org/10.1108/IJSMS-04-2020-0058>
- Lehmann, J., Lalmas, M., Yom-Tov, E., & Dupret, G. (2012). Models of User Engagement. In J. Masthoff, B. Mobasher, M. C. Desmarais, & R. Nkambou (Éds.), *User Modeling, Adaptation, and Personalization* (p. 164-175). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-31454-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31454-4_14)
- Lewis, G. (1951). Bilan de cinquante ans d'études cartésiennes. *Revue Philosophique de la France et de l'Étranger*, 141, 249-267.

- Lieberoth, A. (2015). Shallow Gamification: Testing Psychological Effects of Framing an Activity as a Game. *Games and Culture*, 10(3), 229-248. <https://doi.org/10.1177/1555412014559978>
- Linton, S., & Halldén, K. (1996). *Risk factors and the natural course of acute and recurrent musculoskeletal pain: Developing a screening instrument*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Risk-factors-and-the-natural-course-of-acute-and-a-Linton-Halld%C3%A9n/d6532a3239d4fc832b29d41196e9ac879d940dab>
- Linton, S. J., & Bergbom, S. (2011). Understanding the link between depression and pain. *Scandinavian Journal of Pain*, 2(2), 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.sjpain.2011.01.005>
- Lockwood, P. L. (2016). The anatomy of empathy: Vicarious experience and disorders of social cognition. *Behavioural Brain Research*, 311, 255-266. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.05.048>
- López-Jaquero, V., Vanderdonckt, J., Montero, F., & González, P. (2007). *Towards an Extended Model of User Interface Adaptation: The Isatine Framework*. 4940, 392. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-92698-6\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-540-92698-6_23)
- Louw, A., Zimney, K., Puentedura, E. J., & Diener, I. (2016). The efficacy of pain neuroscience education on musculoskeletal pain: A systematic review of the literature. *Physiotherapy Theory and Practice*, 32(5), 332-355. <https://doi.org/10.1080/09593985.2016.1194646>
- Ma, H., Cao, H., Yang, Q., Chen, E., & Tian, J. (2012). A habit mining approach for discovering similar mobile users. *Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web*, 231-240. <https://doi.org/10.1145/2187836.2187868>
- Ma, J. K., West, C. R., & Martin Ginis, K. A. (2019). The Effects of a Patient and Provider Co-Developed, Behavioral Physical Activity Intervention on Physical Activity, Psychosocial Predictors, and Fitness in Individuals with Spinal Cord Injury: A Randomized Controlled Trial. *Sports Medicine*, 49(7), 1117-1131.

<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01118-5>

- Machado, G. C., Pinheiro, M. B., Lee, H., Ahmed, O. H., Hendrick, P., Williams, C., & Kamper, S. J. (2016). Smartphone apps for the self-management of low back pain: A systematic review. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 30(6), 1098-1109. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2017.04.002>
- Magee, D. J., Zachazewski, J. E., Quillen, W. S., & Manske, R. C. (2015). *Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation—E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Main, C. J., Foster, N., & Buchbinder, R. (2010). How important are back pain beliefs and expectations for satisfactory recovery from back pain? *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24(2), 205-217. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2009.12.012>
- Makris, U. E., Higashi, R. T., Marks, E. G., Fraenkel, L., Gill, T. M., Friedly, J. L., & Reid, M. C. (2017). Physical, Emotional, and Social Impacts of Restricting Back Pain in Older Adults: A Qualitative Study. *Pain Medicine*, 18(7), 1225-1235. <https://doi.org/10.1093/pm/pnw196>
- Mansouri, E., & Kostur, L. (2018). Étude préliminaire descriptive sur l'éducation à la neurophysiologie de la douleur chez le patient lombalgique chronique: Illustration par une brochure. *Kinésithérapie, la Revue*, 18(193), 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2017.11.003>
- Marchand, W. R. (2012). Mindfulness-Based Stress Reduction, Mindfulness-Based Cognitive Therapy, and Zen Meditation for Depression, Anxiety, Pain, and Psychological Distress. *Journal of Psychiatric Practice*, 18(4), Article 4. <https://doi.org/10.1097/01.pra.0000416014.53215.86>
- Marchioli, A., & Courbet, D. (2010). Communication de santé publique et prévention du sida. Une expérimentation sur l'influence de mini-actes engageants via Internet. *Hermès, La Revue*, 58(3), 167-174. <https://doi.org/10.3917/herm.058.0167>
- Marini, C., Cruz, J., Payano, L., Flores, R. P., Arena, G.-M., Mandal, S.,



- Leven, E., Mann, D., & Schoenthaler, A. (2023). Opening the Black Box of an mHealth Patient-Reported Outcome Tool for Diabetes Self-Management: Interview Study Among Patients With Type 2 Diabetes. *JMIR Formative Research*, 7(1), e47811. <https://doi.org/10.2196/47811>
- Markland, D., & Ingledew, D. K. (1997). The measurement of exercise motives: Factorial validity and invariance across gender of a revised Exercise Motivations Inventory. *British Journal of Health Psychology*, 2(4), Article 4. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8287.1997.tb00549.x>
- Marty, M., Blotman, F., Avouac, B., Rozenberg, S., & Valat, J. P. (1998). Validation of the French version of the Dallas Pain Questionnaire in chronic low back pain patients. *Revue Du Rhumatisme (English Ed.)*, 65(2), 126-134.
- Maslow, A. H. (2013). *Toward a Psychology of Being*. Simon and Schuster.
- Matsumoto, H., & Takenaka, K. (2004). Motivational Profiles and Stages of Exercise Behavior Change. *International Journal of Sport and Health Science*, 2, 89-96. <https://doi.org/10.5432/ijshs.2.89>
- Matthews, J., Win, K. T., Oinas-Kukkonen, H., & Freeman, M. (2016). Persuasive Technology in Mobile Applications Promoting Physical Activity: A Systematic Review. *Journal of Medical Systems*, 40(3), 72. <https://doi.org/10.1007/s10916-015-0425-x>
- Mazeas, A., Duclos, M., Pereira, B., & Chalabaev, A. (2022). Evaluating the Effectiveness of Gamification on Physical Activity: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Medical Internet Research*, 24(1), e26779. <https://doi.org/10.2196/26779>
- McCallum, C., Rooksby, J., & Gray, C. M. (2018). Evaluating the Impact of Physical Activity Apps and Wearables: Interdisciplinary Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(3), e9054. <https://doi.org/10.2196/mhealth.9054>
- McLeod, G., Morgan, E., McMillan, S., McCahon, S., & Sanna, N. (2023).

Why Are Patients Not Doing Their Prescribed Home-Based Exercises? An Updated Review of the Factors Affecting Adherence to Prescribed Home-Based Exercise in Patients With Chronic Low Back Pain. *Home Health Care Management & Practice*, 35(2), 114-122. <https://doi.org/10.1177/10848223221116143>

Menold, J., Simpson, T. W., & Jablokow, K. (2019). The prototype for X framework: Exploring the effects of a structured prototyping framework on functional prototypes. *Research in Engineering Design*, 30(2), 187-201. <https://doi.org/10.1007/s00163-018-0289-4>

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), Article 1. <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>

Michie, S., West, R., Brown, J., Campbell, R., & Gainforth, H. (2014). *ABC of Behaviour Change Theories*. Silverback Publishing.

Michie, S., Yardley, L., West, R., Patrick, K., & Greaves, F. (2017). Developing and Evaluating Digital Interventions to Promote Behavior Change in Health and Health Care: Recommendations Resulting From an International Workshop. *Journal of Medical Internet Research*, 19(6), Article 6. <https://doi.org/10.2196/jmir.7126>

Miller, W. R., & Rollnick, S. (2012). *Motivational Interviewing: Helping People Change, 3rd Edition* (3rd edition). The Guilford Press.

Minge, M., & Riedel, L. (2013). meCUE – Ein modularer Fragebogen zur Erfassung des Nutzungserlebens. In: S. Boll, S.Maaß & R. Malaka

(Hrsg.): *Mensch und Computer 2013: Inter-aktive Vielfalt* (S. 89-98). München, Oldenbourg Verlag.

- Miquelon, P., Chamberland, P.-É., & Castonguay, A. (2017). The contribution of integrated regulation to adults' motivational profiles for physical activity: A self-determination theory perspective. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15(5), 488-507. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2016.1155637>
- Miranda, L., Viterbo, J., & Bernardini, F. (2022). A survey on the use of machine learning methods in context-aware middlewares for human activity recognition. *Artificial Intelligence Review*, 55(4), 3369-3400. <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10094-0>
- Mohr, D. C., Schueller, S. M., Montague, E., Burns, M. N., & Rashidi, P. (2014). The behavioral intervention technology model: An integrated conceptual and technological framework for eHealth and mHealth interventions. *Journal of Medical Internet Research*, 16(6), e146. <https://doi.org/10.2196/jmir.3077>
- Moley, P. J. (2022). *Douleurs lombaires—Troubles osseux, articulaires et musculaires*. Manuels MSD pour le grand public. <https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/troubles-osseux,-articulaires-et-musculaires/douleurs-lombaires-et-cervicales/douleurs-lombaires>
- Monteiro-Guerra, F., Rivera-Romero, O., Fernandez-Luque, L., & Caulfield, B. (2020). Personalization in Real-Time Physical Activity Coaching Using Mobile Applications: A Scoping Review. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 24(6), Article 6. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2019.2947243>
- Moon, H., Han, S. H., Chun, J., & Hong, S. W. (2016). A Design Process for a Customer Journey Map: A Case Study on Mobile Services. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26(4), 501-514. <https://doi.org/10.1002/hfm.20673>
- Moreno-Ligero, M., Moral-Munoz, J. A., Failde, I., & Dueñas, M. (2023). Physical activity levels in adults with chronic low back pain: A national survey in the general spanish population. *Journal of*

*Rehabilitation Medicine*, 55, 4352.  
<https://doi.org/10.2340/jrm.v55.4352>

Mork, P. J., Bach, K., & selfBACK Consortium. (2018). A Decision Support System to Enhance Self-Management of Low Back Pain: Protocol for the selfBACK Project. *JMIR Research Protocols*, 7(7), e167. <https://doi.org/10.2196/resprot.9379>

Muller, L., & Spitz, E. (2012). Les modèles de changements de comportements dans le domaine de la santé. *Psychologie Française*, 57(2), 83-96.  
<https://doi.org/10.1016/j.psfr.2012.03.008>

Muller, M. J., & Kuhn, S. (1993). Participatory design. *Commun. ACM*, vol. 36, no. 6, pp. 24–28, 1993.  
<https://doi.org/10.1145/153571.255960>

Mummah, S. A., Robinson, T. N., King, A. C., Gardner, C. D., & Sutton, S. (2016). IDEAS (Integrate, Design, Assess, and Share): A Framework and Toolkit of Strategies for the Development of More Effective Digital Interventions to Change Health Behavior. *Journal of Medical Internet Research*, 18(12), e317.  
<https://doi.org/10.2196/jmir.5927>

Nagarajan, M., & Nair, M. R. (2010). Importance of fear-avoidance behavior in chronic non-specific low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 23(2), 87-95.  
<https://doi.org/10.3233/BMR-2010-0249>

Nahum-Shani, I., Smith, S. N., Spring, B. J., Collins, L. M., Witkiewitz, K., Tewari, A., & Murphy, S. A. (2017). Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAIs) in Mobile Health: Key Components and Design Principles for Ongoing Health Behavior Support. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 52(6), 446-462. <https://doi.org/10.1007/s12160-016-9830-8>

Ngô, T.-L. (2013). [Review of the effects of mindfulness meditation on mental and physical health and its mechanisms of action]. *Sante mentale au Quebec*, 38(2), 19-34.  
<https://doi.org/10.7202/1023988ar>

- Nguyen, C., Poiraudau, S., Revel, M., & Papelard, A. (2009). Lomalgie chronique: Facteurs de passage à la chronicité. *Revue du Rhumatisme*, 76(6), 537-542. <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2009.03.003>
- Nicholl, B. I., Sandal, L. F., Stochkendahl, M. J., McCallum, M., Suresh, N., Vasseljen, O., Hartvigsen, J., Mork, P. J., Kjaer, P., Sjøgaard, K., & Mair, F. S. (2017). Digital Support Interventions for the Self-Management of Low Back Pain: A Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 19(5), e179. <https://doi.org/10.2196/jmir.7290>
- Niess, J., Diefenbach, S., & Woźniak, P. W. (2020). Persuasive Feedback for Fitness Apps: Effects of Construal Level and Communication Style. In S. B. Gram-Hansen, T. S. Jonasen, & C. Midden (Éds.), *Persuasive Technology. Designing for Future Change* (p. 101-112). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-45712-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45712-9_8)
- Ninot, G. (2020). *Justification scientifique de la prescription en première intention de programmes d'activité physique à visée thérapeutique dans les maladies chroniques / scientific justification for first-line prescribing of physical activity programs for therapeutic purposes in patient with chronic disease*. [http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2020/HS/pdf/2020\\_HS\\_4.pdf](http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2020/HS/pdf/2020_HS_4.pdf)
- Nonclercq, O., & Berquin, A. (2012). Predicting chronicity in acute back pain: Validation of a French translation of the Örebro Musculoskeletal Pain Screening Questionnaire. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 55(4), 263-278. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2012.03.002>
- Norman, D. (1986). *User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction*. [https://www.academia.edu/74314416/User\\_Centered\\_System\\_Design\\_New\\_Perspectives\\_on\\_Human\\_Computer\\_Interaction](https://www.academia.edu/74314416/User_Centered_System_Design_New_Perspectives_on_Human_Computer_Interaction)
- Norman D. (2019). *The Design of Everyday Things*. Cong Thuong.
- Nouri, R., R Niakan Kalhori, S., Ghazisaeedi, M., Marchand, G., & Yasini,

- M. (2018). Criteria for assessing the quality of mHealth apps: A systematic review. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 25(8), 1089-1098. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy050>
- Nurmi, J., Knittle, K., Ginchev, T., Khattak, F., Helf, C., Zwickl, P., Castellano-Tejedor, C., Lusilla-Palacios, P., Costa-Requena, J., Ravaja, N., & Haukkala, A. (2020). Engaging Users in the Behavior Change Process With Digitalized Motivational Interviewing and Gamification: Development and Feasibility Testing of the Precious App. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(1), e12884. <https://doi.org/10.2196/12884>
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2010). The development and evaluation of a survey to measure user engagement. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1), 50-69. <https://doi.org/10.1002/asi.21229>
- Oikonomakou, N., & Vazirgiannis, M. (2010). A Review of Web Document Clustering Approaches. In O. Maimon & L. Rokach (Éds.), *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook* (p. 931-948). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-09823-4\\_48](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09823-4_48)
- Oinas-Kukkonen, H. (2010). Behavior Change Support Systems: A Research Model and Agenda. In T. Ploug, P. Hasle, & H. Oinas-Kukkonen (Éds.), *Persuasive Technology* (p. 4-14). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-13226-1\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13226-1_3)
- Oinas-Kukkonen, H., & Harjumaa, M. (2009). Persuasive Systems Design: Key Issues, Process Model, and System Features. *Communications of the Association for Information Systems*, 24. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.02428>
- Oliveira, W., Pastushenko, O., Rodrigues, L., Toda, A. M., Palomino, P. T., Hamari, J., & Isotani, S. (2021). Does gamification affect flow experience? A systematic literature review (arXiv:2106.09942). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.09942>
- Ologeanu-Taddei, R. (2020). Assessment of mHealth Interventions: Need for New Studies, Methods, and Guidelines for Study

- Designs. *JMIR Medical Informatics*, 8(11), e21874. <https://doi.org/10.2196/21874>
- Orte, S., Migliorelli, C., Sistach-Bosch, L., Gómez-Martínez, M., & Boqué, N. (2023). A Tailored and Engaging mHealth Gamified Framework for Nutritional Behaviour Change. *Nutrients*, 15(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/nu15081950>
- O'Sullivan, P., Caneiro, J. P., O'Keeffe, M., & O'Sullivan, K. (2016). Unraveling the Complexity of Low Back Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 46(11), 932-937. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.0609>
- Oyebode, O., Ndulue, C., Alhasani, M., & Orji, R. (2020). Persuasive Mobile Apps for Health and Wellness: A Comparative Systematic Review. In S. B. Gram-Hansen, T. S. Jonassen, & C. Midden (Éds.), *Persuasive Technology. Designing for Future Change* (p. 163-181). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-45712-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45712-9_13)
- Ozguler, A., Guéguen, A., Leclerc, A., Landre, M.-F., Piciotti, M., Le Gall, S., Morel-Fatio, M., & Boureau, F. (2002). Using the Dallas Pain Questionnaire to Classify Individuals With Low Back Pain in a Working Population: *Spine*, 27(16), 1783-1789. <https://doi.org/10.1097/00007632-200208150-00018>
- Palazzo, C., Klinger, E., Dorner, V., Kadri, A., Thierry, O., Boumenir, Y., Martin, W., Poiraudreau, S., & Ville, I. (2016). Barriers to home-based exercise program adherence with chronic low back pain: Patient expectations regarding new technologies. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(2), 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.01.009>
- Paramythis, A., Weibelzahl, S., & Masthoff, J. (2010). Layered evaluation of interactive adaptive systems: Framework and formative methods. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 20(5), 383-453. <https://doi.org/10.1007/s11257-010-9082-4>
- Patel, M. L., Wakayama, L. N., Bass, M. B., & Breland, J. Y. (2019). Motivational interviewing in eHealth and telehealth interventions for weight loss: A systematic review. *Preventive*

*Medicine*, 126, 105738.  
<https://doi.org/10.1016/j.yjmed.2019.05.026>

Patel, S., & Arya, M. (2017). The BUS Framework: A comprehensive tool in creating an mHealth App utilizing Behavior Change Theories, User-Centered Design, and Social Marketing. *Journal of Mobile Technology in Medicine*, 6(1), 39-45.  
<https://doi.org/10.7309/jmtm.6.1.6>

Paterson, C. (1996). Measuring outcomes in primary care: A patient generated measure, MYMOP, compared with the SF-36 health survey. *BMJ*, 312(7037), Article 7037.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.312.7037.1016>

Perski, O., Blandford, A., West, R., & Michie, S. (2017). Conceptualising engagement with digital behaviour change interventions: A systematic review using principles from critical interpretive synthesis. *Translational Behavioral Medicine*, 7(2), 254-267.  
<https://doi.org/10.1007/s13142-016-0453-1>

Peters, D., Ahmadpour, N., & Calvo, R. A. (2020). Tools for Wellbeing-Supportive Design: Features, Characteristics, and Prototypes. *Multimodal Technologies and Interaction*, 4(3), Article 3.  
<https://doi.org/10.3390/mti4030040>

Peters, D., Calvo, R. A., & Ryan, R. M. (2018). Designing for Motivation, Engagement and Wellbeing in Digital Experience. *Frontiers in Psychology*, 9, 797. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00797>

Petosa, R. L., & Holtz, B. (2013). Flow for Exercise Adherence: Testing an Intrinsic Model of Health Behavior. *American Journal of Health Education*, 44(5), 273-277.  
<https://doi.org/10.1080/19325037.2013.811364>

Pham, Q., Wiljer, D., & Cafazzo, J. A. (2016). Beyond the Randomized Controlled Trial: A Review of Alternatives in mHealth Clinical Trial Methods. *JMIR mHealth and uHealth*, 4(3), e5720.  
<https://doi.org/10.2196/mhealth.5720>

Plotnikoff, R. C., Hotz, S. B., Birkett, N. J., & Courneya, K. S. (2001). Exercise and the transtheoretical model: A longitudinal test of



a population sample. *Preventive Medicine*, 33(5), 441-452. <https://doi.org/10.1006/pmed.2001.0914>

Polhemus, A. M., Novák, J., Ferrao, J., Simblett, S., Radaelli, M., Locatelli, P., Matcham, F., Kerz, M., Weyer, J., Burke, P., Huang, V., Dockendorf, M. F., Temesi, G., Wykes, T., Comi, G., Myin-Germeys, I., Folarin, A., Dobson, R., Manyakov, N. V., ... Hotopf, M. (2020). Human-Centered Design Strategies for Device Selection in mHealth Programs: Development of a Novel Framework and Case Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(5), e16043. <https://doi.org/10.2196/16043>

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>

Prochaska, J. O., DiClemente, C. C., & Norcross, J. C. (1993). In Search of How People Change: Applications to Addictive Behaviors. *Journal of Addictions Nursing*, 5(1), 2. <https://doi.org/10.3109/10884609309149692>

Puschmann, A.-K., Drießlein, D., Beck, H., Arampatzis, A., Moreno Catalá, M., Schiltenswolf, M., Mayer, F., & Wippert, P.-M. (2020). Stress and Self-Efficacy as Long-Term Predictors for Chronic Low Back Pain: A Prospective Longitudinal Study. *Journal of Pain Research*, 13, 613-621. <https://doi.org/10.2147/JPR.S223893>

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin, pp.239, 1995. hal-01017462

Rabey, M., Beales, D., Slater, H., & O'Sullivan, P. (2015). Multidimensional pain profiles in four cases of chronic non-specific axial low back pain: An examination of the limitations of contemporary classification systems. *Manual Therapy*, 20(1), 138-147. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.07.015>

Ranjbaran, S., Shojaeizadeh, D., Dehdari, T., Yaseri, M., & Shakibazadeh, E. (2022). The effectiveness of an intervention designed based

on health action process approach on diet and medication adherence among patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 14(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s13098-021-00773-x>

Rao, A. K. (2019). Wearable Sensor Technology to Measure Physical Activity (PA) in the Elderly. *Current Geriatrics Reports*, 8(1), 55-66. <https://doi.org/10.1007/s13670-019-0275-3>

Rapp, A. (2023). Human–Computer Interaction. In *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190236557.013.47>

Rei, D., Clavel, C., Martin, J.-C., & Ravenet, B. (2020, mars). PADMEH: Personality-based Adaptive moDel for Mobile E-Health. *Fourth HUMANIZE workshop on Transparency and Explainability in Adaptive Systems through User Modeling Grounded in Psychological Theory*. <https://doi.org/10.1145/3379336.3379352>

Rezaei, S., Afsharnejad, T., Kafi, M., Soltani, R., & Fallahkohan, S. (2009). Relationship between Depression and Coping Strategies in Chronic Back Pain Patients. *Daneshvar Medicine*, 16(2), 63-74.

Rhodes, R. E., & Dickau, L. (2012). Experimental evidence for the intention-behavior relationship in the physical activity domain: A meta-analysis. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 31(6), 724-727. <https://doi.org/10.1037/a0027290>

Rhodes, R. E., & Pfaeffli, L. A. (2010). Mediators of physical activity behaviour change among adult non-clinical populations: A review update. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-37>

Ritterband, L. M., Thorndike, F. P., Cox, D. J., Kovatchev, B. P., & Gonder-Frederick, L. A. (2009). A behavior change model for internet interventions. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 38(1), 18-27. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9133-4>

- Rogers, C. R. (1963). Toward a Science of the Person. *Journal of Humanistic Psychology*, 3(2), 72-92.  
<https://doi.org/10.1177/002216786300300208>
- Roland, M., & Morris, R. (1983). A study of the natural history of back pain. Part I: Development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain. *Spine*, 8(2), 141-144.  
<https://doi.org/10.1097/00007632-198303000-00004>
- Roren, A., Daste, C., Coleman, M., Rannou, F., Freyssenet, D., Moro, C., Lefèvre-Colau, M.-M., & Nguyen, C. (2023). Physical activity and low back pain: A critical narrative review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 66(2), 101650.  
<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101650>
- 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>
- Rossmair, L. W. S. (2021). Commercial mHealth Apps and Exploitative Value Trade-offs. *37th Annual Conference of the European Association of Centres of Medical Ethics (EACME): Smart Ethics. Trends to the Future. Book of Abstracts*, 148-148.  
<https://doi.org/10.24193/subbbioethica.2021.spiss.98>
- Rouxel, G., Hélias, L. L., & Mury, S. (2001). *Douleur chronique et coping: Concomitants psychologiques, contextuels et démographiques*.
- Rozenberg, S., Foltz, V., & Fautrel, B. (2012). Treatment strategy for chronic low back pain. *Joint Bone Spine*, 79(6), 555-559.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2012.09.003>
- Ryan, R. M. (2023). *The Oxford Handbook of Self-Determination Theory*. Oxford University Press.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Ryan, R. M., Frederick, C. M., Lepas, D., Rubio, N., & Sheldon, K. M.

- (1997). Intrinsic motivation and exercise adherence. *International Journal of Sport Psychology*, 28(4), 335-354.
- Sagnier, C., Loup-Escande, É., & Valléry, G. (2019). Acceptabilité de la réalité virtuelle: Une revue de la littérature. *Le travail humain*, 82(3), 183-212. <https://doi.org/10.3917/th.823.0183>
- Saliasi, I., Martinon, P., Darlington, E., Smentek, C., Tardivo, D., Bourgeois, D., Dussart, C., Carrouel, F., & Fraticelli, L. (2021). Promoting Health via mHealth Applications Using a French Version of the Mobile App Rating Scale: Adaptation and Validation Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(8), e30480. <https://doi.org/10.2196/30480>
- Sambandam, R. (2003). Cluster Analysis Gets Complicated. *Marketing Research*, 15, 16-21.
- Sandal, L. F., Bach, K., Øverås, C. K., Svendsen, M. J., Dalager, T., Stejnicher Drongstrup Jensen, J., Kongsvold, A., Nordstoga, A. L., Bardal, E. M., Ashikhmin, I., Wood, K., Rasmussen, C. D. N., Stochkendahl, M. J., Nicholl, B. I., Wiratunga, N., Cooper, K., Hartvigsen, J., Kjær, P., Sjøgaard, G., ... Mork, P. J. (2021). Effectiveness of App-Delivered, Tailored Self-management Support for Adults With Lower Back Pain-Related Disability: A selfBACK Randomized Clinical Trial. *JAMA Internal Medicine*, 181(10), 1288-1296. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2021.4097>
- Saner, J., Bergman, E. M., Bie, R. A. de, & Sieben, J. M. (2018). Low back pain patients' perspectives on long-term adherence to home-based exercise programmes in physiotherapy. *Musculoskeletal Science and Practice*, 38, 77-82. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2018.09.002>
- Sarstedt, M., & Mooi, E. (2014). Cluster Analysis. In M. Sarstedt & E. Mooi (Éds.), *A Concise Guide to Market Research: The Process, Data, and Methods Using IBM SPSS Statistics* (p. 273-324). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-53965-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-53965-7_9)
- Schade, J., & Schlag, B. (2003). Acceptability of urban transport pricing strategies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology*

*and Behaviour*, 6(1), 45-61. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(02\)00046-3](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(02)00046-3)

Schuitema, G., Steg, L., & Forward, S. (2010). Explaining differences in acceptability before and acceptance after the implementation of a congestion charge in Stockholm. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(2), 99-109.

Schwarzer, R. (2008). Modeling Health Behavior Change: How to Predict and Modify the Adoption and Maintenance of Health Behaviors. *Applied Psychology*, 57(1), 1-29. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.2007.00325.x>

Schwarzer, R. (2016). Health Action Process Approach (HAPA) as a Theoretical Framework to Understand Behavior Change. *Actualidades En Psicología*, 30(121), Article 121. <https://doi.org/10.15517/ap.v30i121.23458>

Selter, A., Tsangouri, C., Ali, S. B., Freed, D., Vatchinsky, A., Kizer, J., Sahuguet, A., Vojta, D., Vad, V., Pollak, J. P., & Estrin, D. (2018). An mHealth App for Self-Management of Chronic Lower Back Pain (Limbr): Pilot Study. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(9), e179. <https://doi.org/10.2196/mhealth.8256>

Serio, C., Gabarda, A., Uyar-Morency, F., Silfee, V., Ludwig, J., Szigethy, E., & Butterworth, S. (2022). Strengthening the Impact of Digital Cognitive Behavioral Interventions Through a Dual Intervention: Proficient Motivational Interviewing–Based Health Coaching Plus In-Application Techniques. *JMIR Formative Research*, 6(5), e34552. <https://doi.org/10.2196/34552>

Serna, A., Hallifax, S., & Lavoué, É. (2023). Investigating the Effects of Tailored Gamification on Learners' Engagement over Time in a Learning Environment. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 7(CHI PLAY), 384:264-384:288. <https://doi.org/10.1145/3611030>

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., Abad, N., & Hinsch, C. (2011). A two-process view of

Facebook use and relatedness need-satisfaction : Disconnection drives use, and connection rewards it. *Journal of Personality and Social Psychology*, 100(4), 766-775. <https://doi.org/10.1037/a0022407>

Snuggs, S., Clot, S., Lamport, D., Sah, A., Forrest, J., Helme Guizon, A., Kaur, A., Iqbal, Z., Caldara, C., Wilhelm, M.-C., Anin, C., & Vogt, J. (2023). A mixed-methods approach to understanding barriers and facilitators to healthy eating and exercise from five European countries: Highlighting the roles of enjoyment, emotion and social engagement. *Psychology & Health*, 0(0), 1-28. <https://doi.org/10.1080/08870446.2023.2274045>

Spahn, A. (2012). And Lead Us (Not) into Persuasion...? Persuasive Technology and the Ethics of Communication. *Science and Engineering Ethics*, 18(4), 633-650. <https://doi.org/10.1007/s11948-011-9278-y>

Spinuzzi, C. (2005). The Methodology of Participatory Design. *Technical Communication*, 52, 163-174.

Stoyanov, S. R., Hides, L., Kavanagh, D. J., & Wilson, H. (2016). Development and Validation of the User Version of the Mobile Application Rating Scale (uMARS). *JMIR mHealth and uHealth*, 4(2), e5849. <https://doi.org/10.2196/mhealth.5849>

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>

Stubbs, B., Koyanagi, A., Thompson, T., Veronese, N., Carvalho, A. F., Solomi, M., Mugisha, J., Schofield, P., Cosco, T., Wilson, N., & Vancampfort, D. (2016). The epidemiology of back pain and its relationship with depression, psychosis, anxiety, sleep disturbances, and stress sensitivity: Data from 43 low- and middle-income countries. *General Hospital Psychiatry*, 43, 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2016.09.008>

Sucala, M., Ezeanochie, N. P., Cole-Lewis, H., & Turgiss, J. (2020). An iterative, interdisciplinary, collaborative framework for

developing and evaluating digital behavior change interventions. *Translational Behavioral Medicine*, 10(6), 1538-1548. <https://doi.org/10.1093/tbm/ibz109>

Suni, J. H., Virkkunen, T., Husu, P., Tokola, K., Parkkari, J., & Kankaanpää, M. (2021). Reliability and construct validity of the modified Finnish version of the 9-item patient health questionnaire and its associations within the biopsychosocial framework among female health-care workers with sub-acute or recurrent low back pain. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03832-y>

Swenson, E. R., Bastian, N. D., & Nembhard, H. B. (2016). Data analytics in health promotion: Health market segmentation and classification of total joint replacement surgery patients. *Expert Systems with Applications*, 60, 118-129. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.05.006>

Tan, Y. Y., Woulfe, F., Chirambo, G. B., Henn, P., Cilliers, L., Fadahunsi, K. P., Taylor-Robinson, S. D., & O'Donoghue, J. (2022). Framework to assess the quality of mHealth apps: A mixed-method international case study protocol. *BMJ Open*, 12(10), e062909. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-062909>

Tang, L. M., & Kay, J. (2017). Harnessing Long Term Physical Activity Data—How Long-term Trackers Use Data and How an Adherence-based Interface Supports New Insights. *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.*, 1(2), 26:1-26:28. <https://doi.org/10.1145/3090091>

Teasdale, J. D. (1999). Metacognition, mindfulness and the modification of mood disorders. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, 6(2), 146-155. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0879\(199905\)6:2<146::AID-CPP195>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0879(199905)6:2<146::AID-CPP195>3.0.CO;2-E)

Théodore, C. (2019). Impact de la précarité sur le fardeau du traitement chez les patients multimorbides. [These de Doctorat, Université de Bordeaux]. *Sciences du Vivant [q-bio]*. dumas-02964114

Thøgersen-Ntoumani, C., Shepherd, S. O., Ntoumanis, N.,

- Wagenmakers, A. J. M., & Shaw, C. S. (2016). Intrinsic motivation in two exercise interventions: Associations with fitness and body composition. *Health Psychology, 35*(2), 195-198. <https://doi.org/10.1037/hea0000260>
- Thüring, M., & Mahlke, S. (2007). Usability, aesthetics and emotions in human–technology interaction. *International Journal of Psychology, 42*(4), 253-264. <https://doi.org/10.1080/00207590701396674>
- Thurnheer, S. E., Gravestock, I., Pichierri, G., Steurer, J., & Burgstaller, J. M. (2018). Benefits of Mobile Apps in Pain Management: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth, 6*(10), e11231. <https://doi.org/10.2196/11231>
- Tikka, P., & Oinas-Kukkonen, H. (2019). Tailoring persuasive technology: A systematic review of literature of self-schema theory and transformative learning theory in persuasive technology context. *Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace, 13*(3), Article 3. <https://doi.org/10.5817/CP2019-3-6>
- Tong, H. L., Coiera, E., & Laranjo, L. (2018). Using a Mobile Social Networking App to Promote Physical Activity: A Qualitative Study of Users' Perspectives. *Journal of Medical Internet Research, 20*(12), e11439. <https://doi.org/10.2196/11439>
- Torous, J., Andersson, G., Bertagnoli, A., Christensen, H., Cuijpers, P., Firth, J., Haim, A., Hsin, H., Hollis, C., Lewis, S., Mohr, D. C., Pratap, A., Roux, S., Sherrill, J., & Arean, P. A. (2019). Towards a consensus around standards for smartphone apps and digital mental health. *World Psychiatry, 18*(1), 97-98. <https://doi.org/10.1002/wps.20592>
- Totterdell, P., & Rautenbach, P. (1990). Chapter 3—Adaptation as a Problem of Design. In D. BROWNE, P. TOTTERDELL, & M. NORMAN (Éds.), *Adaptive User Interfaces* (p. 59-84). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-137755-7.50008-X>
- Tran, V.-T., Montori, V. M., Eton, D. T., Baruch, D., Falissard, B., & Ravaud, P. (2012). Development and description of measurement



- properties of an instrument to assess treatment burden among patients with multiple chronic conditions. *BMC Medicine*, 10(1), 68. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-68>
- Tran, V.-T., Porcher, R., Pane, I., & Ravaud, P. (2022). Course of post COVID-19 disease symptoms over time in the ComPaRe long COVID prospective e-cohort. *Nature Communications*, 13(1), 1812. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29513-z>
- Tsang, K. C. H., Pinnock, H., Wilson, A. M., & Shah, S. A. (2022). Application of Machine Learning Algorithms for Asthma Management with mHealth: A Clinical Review. *Journal of Asthma and Allergy*, 15(null), 855-873. <https://doi.org/10.2147/JAA.S285742>
- Uchino, B. N. (2006). Social support and health: A review of physiological processes potentially underlying links to disease outcomes. *Journal of Behavioral Medicine*, 29(4), 377-387. <https://doi.org/10.1007/s10865-006-9056-5>
- Valk, C. A., Lovei, P., Cornelis, H., Chuang, Y., Visser, T., Pu, P., & Lu, Y. (2021). *Identifying a Motivational Profile for Older Adults Towards Increased Physical Activity*. 15(1).
- van Koppen, B., Zandwijk, P., de Vries, J., van Mameren, H., & de Bie, R. (2022). Adherence to home-based exercises and/or activity advice in low back pain patients: A systematic review. *European Journal of Physiotherapy*, 24(4), 227-242. <https://doi.org/10.1080/21679169.2020.1846783>
- van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Verhagen, A. P., Ostelo, R. W., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24(2), 193-204. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2010.01.002>
- van Rijn, H., Johnson, A., & Taatgen, N. (2011). Cognitive user modeling. In R. W. Proctor & K.-P. Vu (Éds.), *Handbook of human factors in web design* (p. 527-542). CRC Press.
- van Weering, M. G. H. D., Vollenbroek-Hutten, M. M. R., & Hermens,

- H. J. (2012). Do Personalized Feedback Messages about Activity Patterns Stimulate Patients with Chronic Low Back Pain to Change their Activity Behavior on a Short Term Notice? *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 37(2), 81-89. <https://doi.org/10.1007/s10484-012-9181-6>
- Vassileva, J. (2012). Motivating participation in social computing applications: A user modeling perspective. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 22. <https://doi.org/10.1007/s11257-011-9109-5>
- Vlaeyen, J. W. S., & Crombez, G. (2009). La psychologie de la peur et de la douleur. *Revue du Rhumatisme*, 76(6), 511-516. <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2009.03.004>
- Voorheis, P., Zhao, A., Kuluski, K., Pham, Q., Scott, T., Sztur, P., Khanna, N., Ibrahim, M., & Petch, J. (2022). Integrating Behavioral Science and Design Thinking to Develop Mobile Health Interventions: Systematic Scoping Review. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(3), e35799. <https://doi.org/10.2196/35799>
- Waddell, G., Newton, M., Henderson, I., Somerville, D., & Main, C. J. (1993). A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain*, 52(2), Article 2. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(93\)90127-B](https://doi.org/10.1016/0304-3959(93)90127-B)
- Wallwork, S. B., Braithwaite, F. A., O'Keeffe, M., Travers, M. J., Summers, S. J., Lange, B., Hince, D. A., Costa, L. O. P., Costa, L. da C. M., Chiera, B., & Moseley, G. L. (2024). The clinical course of acute, subacute and persistent low back pain: A systematic review and meta-analysis. *CMAJ*, 196(2), E29-E46. <https://doi.org/10.1503/cmaj.230542>
- Walsh, J. C., & Groarke, J. M. (2019). Integrating Behavioral Science With Mobile (mHealth) Technology to Optimize Health Behavior Change Interventions. *European Psychologist*, 24(1), 38-48. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000351>
- Wang, C. K. J., & Biddle, S. J. H. (2001). Young People's Motivational Profiles in Physical Activity: A Cluster Analysis. *Journal of Sport*

*and Exercise Psychology*, 23(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.1123/jsep.23.1.1>

- Wang, C. K. J., Chatzisarantis, N. L. D., Spray, C. M., & Biddle, S. J. H. (2010). Achievement goal profiles in school physical education: Differences in self-determination, sport ability beliefs, and physical activity. *British Journal of Educational Psychology*, 72(3), 433-445. <https://doi.org/10.1348/000709902320634401>
- Wang, C. K. J., Morin, A. J. S., Ryan, R. M., & Liu, W. C. (2016). Students' motivational profiles in the physical education context. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 38(6), 612-630. <https://doi.org/10.1123/jsep.2016-0153>
- Wang, Y., Wu, T., & Chen, Z. (2021). Active Usage of Mobile Health Applications: Cross-sectional Study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(12), e25330. <https://doi.org/10.2196/25330>
- Webb, T., Joseph, J., Yardley, L., & Michie, S. (2010). Using the Internet to Promote Health Behavior Change: A Systematic Review and Meta-analysis of the Impact of Theoretical Basis, Use of Behavior Change Techniques, and Mode of Delivery on Efficacy. *Journal of Medical Internet Research*, 12(1), e1376. <https://doi.org/10.2196/jmir.1376>
- Webb, T. L., & Sheeran, P. (2006). Does changing behavioral intentions engender behavior change? A meta-analysis of the experimental evidence. *Psychological Bulletin*, 132(2), 249-268. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.249>
- Webster, J., & Ho, H. (1997). Audience engagement in multimedia presentations. *SIGMIS Database*, 28(2), 63-77. <https://doi.org/10.1145/264701.264706>
- Wenhardt, C., & Hassenzahl, M. (2024). There is an "I" in "We": Relatedness Technologies Viewed Through the Lens of the Need for Autonomy. *Extended Abstracts of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-7. <https://doi.org/10.1145/3613905.3650985>
- West, R. (2005). Time for a change: Putting the Transtheoretical (Stages

- of Change) Model to rest. *Addiction*, 100(8), 1036-1039.  
<https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.2005.01139.x>
- Whitehead, L., & Seaton, P. (2016). The Effectiveness of Self-Management Mobile Phone and Tablet Apps in Long-term Condition Management: A Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 18(5), e97.  
<https://doi.org/10.2196/jmir.4883>
- Whittaker, L., Mulcahy, R., & Russell-Bennett, R. (2021). 'Go with the flow' for gamification and sustainability marketing. *International Journal of Information Management*, 61, 102305.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102305>
- WHO. (2005). *ICPC-2-R: International Classification of Primary Care*. Oxford University Press.
- WHO. (2011). *mHealth: New horizons for health through mobile technologies: based on the findings of the second global survey on eHealth*. Organization World Health.  
<https://cir.nii.ac.jp/crid/1130000793746405632>
- WHO. (2017). *mHealth: Use of appropriate digital technologies for public health: Report by the Director-General*. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/274134>
- WHO. (2019). *WHO guideline Recommendations on Digital Interventions for Health System Strengthening*. World Health Organization. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541902/>
- WHO. (2023). *WHO guideline for non-surgical management of chronic primary low back pain in adults in primary and community care settings*. World Health Organization.
- Williams, D. M., Anderson, E. S., & Winett, R. A. (2005). A review of the outcome expectancy construct in physical activity research. *Annals of Behavioral Medicine: A Publication of the Society of Behavioral Medicine*, 29(1), 70-79.  
[https://doi.org/10.1207/s15324796abm2901\\_10](https://doi.org/10.1207/s15324796abm2901_10)
- Williams, L., Hayes, G. R., Guo, Y., Rahmani, A., & Dutt, N. (2020). HCI

and mHealth Wearable Tech: A Multidisciplinary Research Challenge. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-7. <https://doi.org/10.1145/3334480.3375223>

Williams, S. L., & French, D. P. (2011). What are the most effective intervention techniques for changing physical activity self-efficacy and physical activity behaviour—And are they the same? *Health Education Research*, 26(2), 308-322. <https://doi.org/10.1093/her/cyr005>

Williamson, C., Baker, G., Mutrie, N., Niven, A., & Kelly, P. (2020). Get the message? A scoping review of physical activity messaging. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s12966-020-00954-3>

Wong, A. Y., Karppinen, J., & Samartzis, D. (2017). Low back pain in older adults: Risk factors, management options and future directions. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0121-3>

Wood, P. H. (1980). Comment mesurer les conséquences de la maladie: La classification internationale des infirmités, incapacités et handicaps. *Comment mesurer les conséquences de la maladie: la classification internationale des infirmités, incapacités et handicaps*, 34, 245-248.

Wood, W. (2000). Attitude Change: Persuasion and Social Influence. *Annual Review of Psychology*, 51(Volume 51, 2000), 539-570. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.51.1.539>

Yardley, L., Choudhury, T., Patrick, K., & Michie, S. (2016). Current issues and future directions for research into digital behavior change interventions. *American Journal of Preventive Medicine*, 51(5). <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:98533a73-60a0-4d47-b4a7-e6cba0101437>

Yardley, L., Morrison, L., Bradbury, K., & Muller, I. (2015). The Person-Based Approach to Intervention Development: Application to Digital Health-Related Behavior Change Interventions. *Journal*

*of Medical Internet Research*, 17(1), e4055.  
<https://doi.org/10.2196/jmir.4055>

Zautra, A. J., & Manne, S. L. (1992). Coping with rheumatoid arthritis: A review of a decade of research. *Annals of Behavioral Medicine*, 14(1), 31-39.

Zhou, H., Stone, T., Hu, H., & Harris, N. (2008). Use of multiple wearable inertial sensors in upper limb motion tracking. *Medical Engineering & Physics*, 30(1), 123-133.  
<https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2006.11.010>

Zhu, J., Dallal, D. H., Gray, R. C., Villareale, J., Ontañón, S., Forman, E. M., & Arigo, D. (2021). Personalization Paradox in Behavior Change Apps: Lessons from a Social Comparison-Based Personalized App for Physical Activity. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 5(CSCW1), 116:1-116:21. <https://doi.org/10.1145/3449190>

# Annexes

## Annexe 1 : Questionnaires

### MODE D'EMPLOI :

- Chaque page du questionnaire sera enregistrée dès que vous passerez à la page suivante.
- Vous pouvez compléter le questionnaire en plusieurs fois. Pour cela, vous pouvez l'enregistrer en brouillon et revenir ultérieurement pour continuer de répondre et modifier les informations déjà saisies.
- Pour que votre questionnaire soit enregistré définitivement, vous devez le compléter jusqu'à la dernière page puis le valider.
- Vous avez jusqu'à la date limite indiquée sur votre tableau de bord pour valider votre questionnaire.
- Après validation, si vous souhaitez modifier vos réponses, merci d'écrire à notre équipe via la rubrique contact de votre espace personnel. N'hésitez pas à nous contacter si vous éprouvez des difficultés pour compléter votre questionnaire. Pour un plus grand confort ou si vous rencontrez des problèmes techniques, nous vous conseillons d'utiliser un ordinateur.

### Annexe 1a : EMAPS (Motivation Activité Physique)

#### Introduction

Ce questionnaire concerne votre motivation pour l'activité physique. Répondre à ce questionnaire vous prendra environ 5 minutes.

Indiquez dans quelle mesure chacun des énoncés suivants correspond actuellement à l'une des raisons pour lesquelles vous pratiquez des activités physiques (1 : Ne correspond pas du tout, 2 : Correspond très peu, 3 : Correspond moyennement, 4 : Correspond assez, 5 : Correspond fortement, 6 : Correspond très fortement).

	1	2	3	4	5	6	7
1. Pour le plaisir que je ressens lorsque je pratique des AP.							
2. Je n'en ai aucune idée, je crois que ça ne me sert à rien.							
3. Parce que je me sentirais mal si je ne faisais pas cet effort.							
4. Parce que je pense que l'AP est une bonne chose pour mon développement personnel.							



5. Je ne sais pas vraiment; j'ai l'impression de perdre mon temps lorsque je fais de l'AP.							
6. Pour la satisfaction que je ressens à progresser dans ce genre d'activités.							
7. Franchement je fais de l'AP mais je ne vois pas l'intérêt.							
8. Pour ne pas avoir à entendre les reproches de certaines personnes.							
9. Parce que je considère que faire de l'AP est une partie de mon identité.							
10. Pour les sensations agréables que me procure l'AP.							
11. Parce que personnellement je considère que c'est un facteur de bien-être.							
12. Parce que faire de l'AP est cohérent avec mes valeurs.							
13. Parce que je me sentirais nerveux-se si je n'en faisais pas.							
14. Parce que certaines personnes me mettent la pression pour que je le fasse.							
15. Parce que je pense que l'AP me permettra de me sentir mieux.							
16. Parce que j'y suis obligé(e) par mon entourage.							
17. Parce que je dois le faire pour me sentir bien avec moi-même.							

Avez-vous des commentaires à apporter à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel)

La validation de votre questionnaire sera définitive, vous ne pourrez plus le modifier. Si vous souhaitez revenir et modifier ultérieurement votre questionnaire, vous pouvez l'enregistrer en brouillon. Après validation, si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à l'équipe ComPaRe via la rubrique Contact de votre espace personnel.

## Annexe 1b : Échelle d'Auto-Efficacité Spécifique à la douleur Chronique (FC-CPSES)

### Introduction

Nous voudrions connaître à quel point vous avez confiance en votre capacité à réaliser certaines activités. Veuillez cocher le chiffre indiquant à quel point vous avez confiance en votre capacité pour réaliser les tâches suivantes (1=Pas du tout confiant(e) à 10=Entièrement confiant(e)). Répondre à ce questionnaire vous prendra environ 10 minutes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Faire de l'exercice régulièrement</b>										
1. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire des exercices légers de renforcement musculaire et de flexibilité trois à quatre fois par semaine (ex. séries de mouvements, utilisation de poids, etc.) ?										
2. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire de l'exercice aérobique comme marcher, nager ou faire du vélo de trois à quatre fois par semaine ?										
3. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire de l'exercice sans que votre douleur s'aggrave ?										
<b>Obtenir des renseignements sur la douleur</b>										
4. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à obtenir des informations sur la douleur au sein de votre communauté (ex. Internet, groupes d'entraide, organismes communautaires, conférences, centres de santé, etc.) ?										
<b>Obtenir de l'aide de la collectivité, de la famille et des amis</b>										
5. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à obtenir de l'aide de la part de votre famille ou de vos amis pour effectuer les choses que vous devez faire (ex. tâches ménagères, magasinage, cuisine, déplacements) ?										
6. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à obtenir du soutien affectif de la part de vos amis										

ou de votre famille (ex. écoute attentive, parler de vos problèmes) ?										
7. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à obtenir, en cas de besoin, du soutien affectif auprès de ressources autres que vos amis ou votre famille (ex. groupe d'entraide, organisme communautaire, professionnel de la santé, etc.) ?										
8. À quel point avez-vous confiance en votre capacité d'obtenir, en cas de besoin, de l'aide pour effectuer vos tâches quotidiennes (ex. ménage, entretien extérieur, préparation des repas, hygiène personnelle) auprès de ressources autres que vos amis ou votre famille ?										
<b>Communiquer avec le médecin</b>										
9. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à questionner votre médecin sur des sujets qui vous préoccupent par rapport à votre douleur										
10. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à discuter ouvertement avec votre médecin de vos problèmes personnels pouvant être reliés à votre douleur ?										
11. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à régler les désaccords entre vous et votre médecin lorsqu'ils surviennent ?										
<b>Prendre en charge la douleur en général</b>										
12. Avoir de la douleur signifie souvent d'avoir à faire différents efforts et activités pour gérer votre condition. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à effectuer de façon régulière tout ce qui est nécessaire pour gérer votre condition ?										
13. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à juger que le moment est venu de consulter votre médecin lorsque des changements surviennent dans votre condition de santé ?										
14. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à effectuer les										

différents efforts et activités requises pour gérer votre douleur en vue de réduire le besoin de voir un médecin ?										
15. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à réduire la détresse émotionnelle causée par votre douleur, de façon à ce que cette détresse n'affecte pas votre vie quotidienne ?										
16. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à opter pour des solutions autres que la seule prise de médicaments afin de réduire l'impact de votre douleur sur votre vie quotidienne ?										
<b>Réaliser des tâches</b>										
17. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à accomplir vos tâches ménagères telles que passer l'aspirateur et entretenir le terrain malgré vos problèmes de douleur ?										
18. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire vos commissions malgré vos problèmes de douleur (ex. épicerie, pharmacie, bureau de poste, etc.) ?										
19. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à effectuer vos courses malgré vos problèmes de douleur (ex. achat de vêtements, de meubles, etc.) ?										
20. Avoir des activités sociales et des loisirs										
21. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à continuer à pratiquer vos passe-temps et vos loisirs ?										
22. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à continuer de faire les choses que vous aimez faire avec vos amis et votre famille (ex. visites sociales et loisirs) ?										
23. Prendre en charge les symptômes										
24. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à réduire votre inconfort physique ou votre douleur ?										

25. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à empêcher que la fatigue causée par votre douleur nuise aux activités et aux tâches que vous souhaitez faire ?										
26. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à empêcher que l'inconfort physique ou la douleur nuisent aux activités et aux tâches que vous souhaitez faire ?										
27. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à contrôler vos symptômes ou vos problèmes de santé afin que ceux-ci ne nuisent pas aux activités et aux tâches que vous souhaitez faire ?										
28. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à empêcher que d'autres de vos symptômes ou problèmes de santé nuisent aux activités et aux tâches que vous souhaitez faire ?										
<b>Gérer le manque de souffle</b>										
29. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à éviter que le manque de souffle (essoufflement) nuise à ce que vous souhaitez faire ?										
<b>Contrôler et prendre en charge les symptômes dépressifs</b>										
30. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire quelque chose qui vous fera vous sentir mieux lorsque vous vous sentez triste ou avez le cafard ?										
31. À quel point avez-vous confiance en votre capacité d'arriver à ne pas vous sentir triste ou à ne pas avoir le cafard ?										
32. À quel point avez-vous confiance en votre capacité d'arriver à ne pas vous sentir seul(e) ?										
33. À quel point avez-vous confiance en votre capacité d'arriver à ne pas vous décourager lorsque, peu importe les efforts que vous faites, cela ne fait pas de différence ?										
34. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire quelque chose qui vous fera vous sentir mieux										

lorsque vous vous sentez découragé(e) ?										
35. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire quelque chose qui vous fera vous sentir mieux lorsque vous vous sentez seul(e) ?										

Avez-vous des commentaires à apporter à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel)

La validation de votre questionnaire sera définitive, vous ne pourrez plus le modifier. Si vous souhaitez revenir et modifier ultérieurement votre questionnaire, vous pouvez l'enregistrer en brouillon. Après validation, si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à l'équipe ComPaRe via la rubrique Contact de votre espace personnel.

## Annexe 1c : Peurs et croyances (FABQ-AP)

### Introduction

Ce questionnaire porte sur vos douleurs du bas du dos, en particulier les douleurs que vous pouvez avoir lors d'activités physiques. Répondre à ce questionnaire vous prendra environ 10 minutes.

Pour chaque phrase, veuillez choisir le chiffre entre 0 (pas d'accord) et 6 (complètement d'accord) qui exprime le mieux ce que vous éprouvez.

	0	1	2	3	4	5	6
1. Ma douleur a été provoquée par l'activité physique							
2. L'activité physique aggrave ma douleur							
3. L'activité physique pourrait abîmer mon dos							
4. Je ne devrais pas faire d'activités physiques lesquelles pourraient aggraver ma douleur							
5. Je ne peux pas faire d'activités physiques lesquelles pourraient aggraver ma douleur							

Avez-vous des commentaires à apporter à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel)

La validation de votre questionnaire sera définitive, vous ne pourrez plus le modifier. Si vous souhaitez revenir et modifier ultérieurement votre questionnaire, vous pouvez l'enregistrer en brouillon. Après validation, si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à l'équipe ComPaRe via la rubrique Contact de votre espace personnel.

## Annexe 1d : Moral (PHQ-9)

### Introduction

Nous vous invitons à répondre à un court questionnaire sur votre moral. C'est un questionnaire important car il permet d'étudier comment votre maladie influe sur votre bien-être psychologique, mais aussi comment votre humeur et votre moral peuvent agir sur l'évolution de votre maladie. L'impact de la maladie sur le moral est un aspect parfois négligé dans les études scientifiques et pourtant essentiel dans le quotidien des patients. C'est pourquoi vos réponses sont importantes et permettront, une fois encore, de faire avancer la recherche sur les maladies chroniques. Compléter ce questionnaire vous prendra environ 5 minutes.

	Jamais	Plusieurs jours	Plus de la moitié du temps	Presque tous les jours
1. Avoir peu d'intérêt ou de plaisir à faire les choses.				
2. Être triste, déprimé(e) ou désespéré(e).				
3. Avoir des difficultés à s'endormir ou à rester endormi(e), ou dormir trop.				
4. Se sentir fatigué(e) ou manquer d'énergie.				
5. Avoir peu d'appétit ou manger trop.				
6. Avoir une mauvaise opinion de soi-même, ou avoir le sentiment d'être nul(le), ou d'avoir déçu sa famille ou s'être déçu(e) soi-même.				
7. Avoir du mal à se concentrer, par exemple, pour lire le journal ou regarder la télévision.				
8. Bouger ou parler si lentement que les autres auraient pu le remarquer. Ou au contraire, être si agité(e) que vous avez eu du mal à tenir en place par rapport à d'habitude ?				
9. Penser qu'il vaudrait mieux mourir ou envisager de vous faire du mal d'une manière ou d'une autre.				
10. Si vous êtes concerné(e) par au moins un des problèmes évoqués, à quel point ce(s) problème(s) a-t-il (ont-ils) rendu votre travail, vos tâches à la maison ou votre capacité à vous entendre avec les autres difficile(s).				



Si vous êtes concerné(e) par au moins un des problèmes évoqués, à quel point ce(s) problème(s) a-t-il (ont-ils) rendu votre travail, vos tâches à la maison ou votre capacité à vous entendre avec les autres difficile(s).

- 1 - Pas du tout difficile(s)
- 2 - Assez difficile(s)
- 3 - Très difficile(s)
- 4 - Extrêmement difficile(s)

### **Vous avez la parole**

Si vous le souhaitez, racontez-nous comment votre ou vos maladie(s) chronique(s) impacte(nt) votre moral au quotidien, c'est-à-dire votre humeur, votre joie de vivre, vos relations avec les autres, vos espoirs, le plaisir de faire les choses...

### **Commentaires**

Avez-vous des commentaires à apporter à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel)

La validation de votre questionnaire sera définitive, vous ne pourrez plus le modifier. Si vous souhaitez revenir et modifier ultérieurement votre questionnaire, vous pouvez l'enregistrer en brouillon. Après validation, si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à l'équipe ComPaRe via la rubrique Contact de votre espace personnel.

## Annexe 1e : Fardeau du traitement (TBQ)

### Introduction

Quand on souffre d'une maladie chronique, se soigner demande parfois beaucoup d'efforts :

- Aller chez les médecins, prendre les rendez-vous...
- Faire des prises de sang ou d'autres examens...
- Prendre des médicaments tous les jours et ne pas oublier de les prendre...
- Ne pas pouvoir consommer certains aliments ou de l'alcool, devoir arrêter de fumer...

Tout cela est très important mais peut parfois être compliqué à réaliser dans la vie de tous les jours. Le « Fardeau du traitement » représente l'impact, sur votre vie, de tout ce que vous faites pour vous soigner. Au cours du questionnaire suivant, nous aimerions évaluer le fardeau de votre traitement. Remplir ce questionnaire vous prendra environ 15 minutes.

Les questions suivantes vous permettent d'évaluer l'impact sur votre bien-être de tout ce que vous faites pour vous soigner. Ces questions utilisent une échelle numérique entre 0 (Aucun impact) et 10 (impact considérable), ou X : je ne suis pas concerné(e).

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X
<b>Contraintes liées à la prise de médicaments</b> Concernant la prise de vos médicaments, comment évaluez-vous :												
1. Les contraintes liées au goût, à la forme, à la taille de vos comprimés et/ou aux désagréments causés par vos injections (douleur, saignements, séquelles inesthétiques...) ?												
2. Les contraintes liées au nombre de fois où vous devez prendre vos médicaments par jour ?												
3. Les contraintes liées aux efforts que vous devez faire pour ne pas oublier de prendre vos médicaments (vous organiser pour vos voyages, utiliser un pilulier...) ?												
4. Les contraintes liées aux précautions d'emploi de vos médicaments (prendre les médicaments à un moment précis de la journée ou du repas, ne pas pouvoir faire certaines choses après les avoir pris, comme s'allonger ou conduire...) ?												



consacrez. Pensez-vous que vous pourriez continuer le même investissement de temps, d'énergie et d'argent toute votre vie ?

1 - Oui

2 - Non

### **Commentaires**

Avez-vous des commentaires à apporter à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel)

Vous pouvez maintenant valider votre questionnaire. Après validation si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à l'équipe ComPaRe via la rubrique Contact de votre espace personnel. Merci ! Parlez de ComPaRe autour de vous. Plus vous serez nombreux à participer, plus la recherche avancera !

## **Annexe 1f : Qualité de vie (Suivi annuel) (EQ-5D-5L)**

### **Introduction**

Comme chaque année, nous vous invitons à répondre à un court questionnaire pour évaluer l'impact de vos maladies ou traitements sur votre qualité de vie. Merci de répondre de manière globale en prenant en compte l'ensemble de vos maladies. Remplir ce questionnaire vous prendra environ 5 minutes.

Veillez cliquer sur UNE case, celle qui décrit le mieux votre santé AUJOURD'HUI.

### **Mobilité**

- 1 - Je n'ai aucun problème pour me déplacer à pied
- 2 - J'ai des problèmes légers pour me déplacer à pied
- 3 - J'ai des problèmes modérés pour me déplacer à pied
- 4 - J'ai des problèmes sévères pour me déplacer à pied
- 5 - Je suis incapable de me déplacer à pied

### **Soins personnels**

- 1 - Je n'ai aucun problème pour me laver ou m'habiller tout(e) seul(e)
- 2 - J'ai des problèmes légers pour me laver ou m'habiller tout(e) seul(e)
- 3 - J'ai des problèmes modérés pour me laver ou m'habiller tout(e) seul(e)
- 4 - J'ai des problèmes sévères pour me laver ou m'habiller tout(e) seul(e)
- 5 - Je suis incapable de me laver ou de m'habiller tout(e) seul(e)

### **Activité habituelle (ex : travail, études, travaux domestiques, activités familiales ou loisirs)**

- 1 - Je n'ai aucun problème pour accomplir mes activités courantes
- 2 - J'ai des problèmes légers pour accomplir mes activités courantes
- 3 - J'ai des problèmes modérés pour accomplir mes activités courantes
- 4 - J'ai des problèmes sévères pour accomplir mes activités courantes
- 5 - Je suis incapable d'accomplir mes activités courantes

### **Douleur**

- 1 - Je n'ai ni douleur ni gêne
- 2 - J'ai des douleurs ou une gêne légère(s)
- 3 - J'ai des douleurs ou une gêne modérée(s)
- 4 - J'ai des douleurs ou une gêne sévère(s)
- 5 - J'ai des douleurs ou une gêne extrême(s)

### **Anxiété**

- 1 - Je ne suis ni anxieux(se) ni déprimé(e)
- 2 - Je suis légèrement anxieux(se) ou déprimé(e)
- 3 - Je suis modérément anxieux(se) ou déprimé(e)
- 4 - Je suis sévèrement anxieux(se) ou déprimé(e)
- 5 - Je suis extrêmement anxieux(se) ou déprimé(e)

### **Evaluation de votre santé**

Nous aimerions savoir dans quelle mesure votre santé est bonne ou mauvaise AUJOURD'HUI. Cette échelle est numérotée de 0 à 100 (de 0 = la pire santé que vous puissiez imaginer à 100 = la meilleure santé que vous puissiez imaginer).

### **Commentaires**

Avez-vous des commentaires à apporter à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel)

La validation de votre questionnaire sera définitive, vous ne pourrez plus le modifier. Si vous souhaitez revenir et modifier ultérieurement votre questionnaire, vous pouvez l'enregistrer en brouillon. Après validation, si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel.

## **Annexe 1g : Vos symptômes (suivi à 6 mois) (MYMOP)**

### **Introduction**

Dans ce questionnaire, nous aimerions savoir quels symptômes vous gênent le plus au quotidien et quel est l'impact de votre maladie sur vos activités et votre bien-être. Vous avez déjà répondu à ces questions il y a 6 mois, vos réponses permettront de voir comment ces aspects ont évolué dans le temps. Si vous avez plusieurs maladies, merci de répondre aux questions de manière globale en prenant en compte l'ensemble de vos maladies. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse. Compléter ce questionnaire vous prendra environ 5 minutes.

### **Vos symptômes**

Choisissez un ou deux symptômes (physiques ou mentaux) qui vous gênent le plus. Notez-le(s) dans le(s) cadre(s). Prenez en considération la gêne occasionnée par chaque symptôme, au cours de la semaine passée, et sélectionnez le chiffre qui lui correspond le mieux.

**Symptôme 1 :** \_\_\_\_\_

Gêne occasionnée par le symptôme 1 (de 0 = Pas du tout gênant à 6 = Extrêmement gênant) :

0	1	2	3	4	5	6

**Symptôme 2 :** \_\_\_\_\_

Gêne occasionnée par le symptôme 2 (de 0 = Pas du tout gênant à 6 = Extrêmement gênant) :

0	1	2	3	4	5	6

### **Votre activité**

Choisissez maintenant une activité (physique, sociale ou mentale) importante à vos yeux que vous n'avez pas pu réaliser ou que vous avez difficilement réalisée à cause de votre problème de santé.

**Activité :** \_\_\_\_\_

Évaluez la gravité de la gêne occasionnée, au cours de la semaine passée (de 0 = Pas du tout gênant à 6 = Extrêmement gênant) :

0	1	2	3	4	5	6

### **Votre bien-être**

Comment évalueriez-vous votre sentiment général de bien-être, au cours de la semaine passée (de 0 = Le mieux qui soit à 6 = Le pire qui puisse être) ?

0	1	2	3	4	5	6

Depuis combien de temps le symptôme 1 se manifeste-t-il, que ce soit en permanence ou par intermittence ?

- 1 - 0 à 4 semaines
- 2 - 4 à 12 semaines
- 3 - 3 mois à 1 an
- 4 - 1 à 5 ans
- 5 - plus de 5 ans

### **Commentaires**

Avez-vous des commentaires à apporter à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via la rubrique Contact de votre espace personnel)

La validation de votre questionnaire sera définitive, vous ne pourrez plus le modifier. Si vous souhaitez revenir et modifier ultérieurement votre questionnaire, vous pouvez l'enregistrer en brouillon. Après validation, si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à l'équipe ComPaRe via la rubrique Contact de votre espace personnel.



## **Annexe 1h : Activité physique (IPAQ)**

### **Introduction**

L'activité physique est une composante importante de la santé et est souvent recommandée dans la prise en charge de nombreuses maladies chroniques. Dans ce questionnaire, nous nous intéressons aux différents types d'activités physiques que vous faites dans votre vie quotidienne. Ces activités physiques peuvent être intenses ou modérées selon l'effort physique requis et son impact sur votre respiration. Cet effort étant variable d'une personne à une autre, c'est à vous de définir quelles activités étaient intenses ou modérées, selon votre ressenti. Les questions qui suivent portent sur : le temps que vous avez passé à être actif(ve) physiquement pendant la semaine dernière. Cela comprend les sept jours écoulés jusqu'à hier inclus (y compris le week-end). Cela inclut les activités que vous avez eues au travail ou à l'école, dans votre maison ou votre jardin, pour vos déplacements, ou encore pendant vos moments de détente ou de sport. Le temps passé assis. Il est indicatif de votre niveau d'inactivité au cours de la journée. Ces questions vont permettre de mieux évaluer votre niveau global d'activité physique. Répondez à chacune de ces questions, même si vous ne vous considérez pas comme une personne active. Compléter ce questionnaire vous prendra environ 10 minutes.

### **Le temps consacré à des activités physiques intenses**

Les activités physiques intenses regroupent les activités qui vous ont demandé un effort physique important et vous ont fait respirer beaucoup plus difficilement que normalement. Pensez aux moments où, par exemple, vous avez porté des charges lourdes, vous avez bêché votre jardin, vous avez fait du VTT, du football ou bien du step. Pour compter, pensez seulement aux activités que vous avez faites pendant au moins 10 minutes consécutives. Ne prenez pas en compte la marche car une question spécifique y est consacrée. Pendant la semaine dernière, y compris le week-end, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez eu ce type d'activités physiques intenses ?

0 jour	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours	6 jours	7 jours

Maintenant pensez à l'un de ces jours de la semaine dernière où vous avez eu une ou des activités physiques intenses. Combien de temps y avez-vous passé ? Si vous avez pratiqué des activités physiques intenses au cours de plusieurs jours dans la semaine écoulée, indiquez le temps moyen par jour consacré à ce type d'activité. Si l'activité a duré moins d'une heure, mettez 0 heure (par exemple : 0 heure 45 minutes).

Heure(s)	Minute(s)	Ne sait pas

### **Le temps consacré à des activités physiques modérées**

Les activités physiques modérées regroupent les activités qui vous ont demandé un effort physique modéré et vous ont fait respirer un peu plus difficilement que normalement. Pensez aux moments où par exemple, vous avez porté des charges légères (5-10kg), passé l'aspirateur, fait du bricolage, dansé, fait du vélo tranquillement ou du volley-ball. Pour compter, pensez seulement aux activités que vous avez faites pendant au moins 10 minutes consécutives. Ne prenez pas en compte la marche car une question spécifique y est consacrée. Pendant la semaine dernière, y compris le week-end, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez eu ce type d'activités physiques modérées ?

0 jour	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours	6 jours	7 jours

Maintenant pensez à l'un de ces jours de la semaine dernière où vous avez eu une ou des activités physiques modérées. Combien de temps y avez-vous passé ? Si vous avez pratiqué des activités physiques modérées au cours de plusieurs jours dans la semaine écoulée et que les durées sont variables entre ces jours, indiquez un temps moyen par jour où vous avez eu ce type d'activité. Si l'activité a duré moins d'une heure, mettez 0 heure (par exemple : 0 heure 45 minutes).

Heure(s)	Minute(s)	Ne sait pas

--	--	--

**Le temps consacré à la marche**

Cela comprend la marche au travail, à l'école ou à la maison, la marche pour vous déplacer d'un lieu à un autre, et tout autre type de marche que vous avez faite pour vous détendre, faire du sport, de l'exercice ou des loisirs. Pendant la semaine dernière, y compris le week-end, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez marché pendant au moins 10 minutes consécutives ?

0 jour	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours	6 jours	7 jours

Maintenant pensez à l'un de ces jours de la semaine passée où vous avez marché. Combien de temps avez-vous marché ? Si vous avez marché plus de 10 minutes consécutives au cours de plusieurs jours dans la semaine écoulée et que les durées sont variables entre ces jours, indiquez un temps moyen par jour où vous avez marché. Si l'activité a duré moins d'une heure, mettez 0 heure (par exemple : 0 heure 45 minutes).

Heure(s)	Minute(s)	Ne sait pas

**Le temps passé à être assis(e)**

Cette question porte sur le temps quotidien que vous avez passé assis(e) pendant la semaine dernière, y compris au travail, à la maison, et pendant votre temps de loisir. Cela n'inclut pas les jours du week-end dernier. Cela comprend le temps passé assis(e) à un bureau, lorsque vous avez mangé, lorsque vous avez rendu visite à des amis, lorsque vous avez lu, voyagé dans les transports en commun ou dans votre voiture, ou lorsque vous étiez assis(e) ou allongé(e) pour regarder la télévision. Pendant un jour de la semaine dernière (sans tenir compte des jours du week-end), combien de temps êtes-vous resté(e) assis(e) ? Si le temps total resté assis varie selon les jours, indiquez un temps moyen par jour où vous êtes resté(e) assis(e). Si

l'activité a duré moins d'une heure, mettez 0 heure (par exemple : 0 heure 45 minutes).

Heure(s)	Minute(s)	Ne sait pas

### **Votre activité physique habituelle**

L'activité physique que vous avez réalisée ces 7 derniers jours est peut-être différente de votre activité physique habituelle. Par rapport à d'habitude, diriez-vous que vous avez fait :

- 1 - Beaucoup plus d'activité physique
- 2 - Un peu plus d'activité physique
- 3 - Autant d'activité physique
- 4 - Un peu moins d'activité physique
- 5 - Beaucoup moins d'activité physique

*Si < > Autant d'activité physique*

Pour quelle raison ?

### **Commentaires**

Avez-vous des commentaires à apporter par rapport à vos réponses ? (Merci de ne pas mettre votre nom ou toute information permettant votre identification dans cet espace. Si vous rencontrez des difficultés pour compléter ce questionnaire, contactez notre équipe via le formulaire de contact).

La validation de votre questionnaire sera définitive, vous ne pourrez plus le modifier. Si vous souhaitez revenir et modifier ultérieurement votre questionnaire, vous pouvez l'enregistrer en brouillon. Après validation, si vous voulez modifier vos réponses, merci d'écrire à l'équipe ComPaRe via la rubrique Contact de votre espace personnel.

## Annexe 2 : Analyses qualitatives pour la conception

### Annexe 2a : Résultats des entretiens exploratoires

Les données concordantes sont en vert et les contradictions en orange.

		Entretien 1 : Femme 31ans	Entretien 2 : Homme 68ans
Contexte de la pathologie	Début de la pathologie	Depuis 5 ans après une fracture à une vertèbre à cause d'une chute de luge.	Début vers la quarantaine (période avec beaucoup de travail) -> depuis accumulation de pathologies (arthrose, cruralgie, sciatique, diabète)
	Douleurs	Nature : <b>constante</b> et rapidement aiguë voire exponentielle Intensité : - Douleur latente dès le levé, tout le temps : 4/10 - En position debout dès 30s : 6/10 - En position debout pendant 1h : 8/10 (insupportable) Moments : - En fin de journée - Lors de situation à risque (2 à 4 fois par jour) lorsqu'il faut rester debout (faire la queue, métro, bar)	Nature : <b>constante</b> / très peu de crise aiguë car a appris à gérer Moment : matin / quand il faut se lever après un moment assis (bureau, voiture)
	Stratégies d'adaptation	<b>Pratique beaucoup de stratégies cognitives :</b> - Auto-hypnose - Méditation - Relaxation/Champs de fleur Étirement (le soir, plus au travail depuis bureau partagé) Marche (4/5 jours pendant le travail)	Beaucoup de sport (3 fois par semaine : salle/voile/natation) / exercices de renforcement Boire beaucoup Stratégies comportementales : - bureau à la suédoise / position debout au travail - pause pour marcher pendant les trajets en voiture - adaptation des exercices en fonction des situations quotidiennes - adaptation des gestes et mouvements - escalier au lieu de l'ascenseur <b>Connait les stratégies cognitives mais n'arrive pas à les mettre en pratique</b>

			Communique avec d'autres gens qui ont mal au dos pour se donner les "bonnes pratiques"
	<b>Rapport avec l'activité physique</b>	<p><b>Ne pratique pas de sport ou d'exercices de renforcement à cause :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- du fardeau du traitement en termes de temps</li> <li>- de la lassitude des exercices</li> <li>- du manque de motivation</li> </ul> <p>=&gt; expliquer les choix des exercices, les avantages précis et les contraintes de répétition ou de fréquence</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- du manque d'accompagnement pour maintenir sur le long terme</li> </ul> <p>=&gt; envisage la pratique en groupe d'âge équivalent</p>	<p><b>Pratique beaucoup d'activité physique</b></p> <p>Divergences d'opinion des professionnels de santé =&gt; contradictions des recommandations pour certains exercices</p>
	<b>Impact</b>	<p><b>Gros impact sur la vie sociale</b> à cause :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque de temps dû aux rendez-vous médicaux</li> <li>- Incapacité à sortir à cause de la médication lourde au début</li> <li>- Douleurs</li> <li>- Décalage avec l'âge moyen de la population lombalgique</li> </ul>	<p><b>Pas d'impact sur la vie sociale</b></p> <p>Perte de confiance en sa condition physique pour la pratique de certain sport (voile) Arrêt du golf</p>
<b>Application Mobile</b>	<b>Expérience</b>	Peur des applis car exercices pas adaptés / <b>Pas connaissance d'app pour le mal de dos</b> => Souligner que c'est une appli pour les patients et pensé avec les patients	<b>N'a jamais téléchargé d'app pour mal de dos</b> mais a récolté un ensemble de vidéos d'exercices (powerpoint)
	<b>Module Activité physique</b>	Grande banque d'exercices format vidéo => éviter la répétition Préciser les muscles sollicités et les bénéfiques des exercices Éléments de motivation	Vidéo en 3D pour bien voir les mouvements Monitoring des exercices pour corriger les postures => vidéos interactives Se filmer et comparer sa performance à celle du coach
	<b>Module Gestion de la douleur</b>	<b>Exercice de méditation</b>	Donner <b>des conseils/recommandations</b> (exercice physique, stratégie comportementale, <b>stratégie cognitive/méditation</b> ) en fonction de l'intensité et de la localisation de la douleur

	<p><b>Suivi</b></p> <p>Suivi dans la durée (ex: podomètre) pour témoigner de l'effort et de l'évolution =&gt; motivant <b>Encouragements</b> =&gt; Éviter de culpabiliser la régularité dans le temps =&gt; formulation positive Système d'étoiles/points =&gt; valorisant <b>Notifications : 1 notif par semaine (rappels</b> ou messages motivationnels)</p>	<p>Suivi des exercices fait dans la semaine, des objectifs, performances -&gt; dire ce qui est bien pour encourager <b>Rappels des exercices à faire</b> Historique des performances des exercices pour adapter en fonction les exercices proposés <b>Notifications :</b> - hebdomadaires pas quotidienne -&gt; possibilité d'activer/désactiver - Plutôt le matin ou personnalisable</p>
	<p><b>Autres attentes</b></p> <p>Soutien Sociale / Partage d'informations : - Forum de discussion par thème (pas de chat =&gt; limiter les interactions inutiles) : possibilité de contacter d'autres patients pour discuter ou proposer des activités de groupe - Coach virtuel : <b>pas intéressé par le dialogue mais par l'échange unilatéral (coach -&gt; patient) pour des conseils ou recommandations.</b> Représentation humaine, quelqu'un du domaine de la santé.</p>	<p>Apport de connaissances : - Quelqu'un qui dit ce qui est bien fait ou mal fait / ce qu'il faut faire et pas faire en fonction des situations - Informations sur la pathologie : avoir une biblio vulgarisée - Informations sur les gestes et mouvements du quotidien</p>
	<p><b>Attentes invalidées</b></p> <p><b>Ne souhaite pas de partage d'informations avec le médecin</b> Pas intéressé par agenda de rendez-vous =&gt; trop médical/administratif qui défavorise le côté ludique</p>	<p><b>Approuve la communication avec le médecin mais pas obligatoire</b> <b>Pas d'intérêt particulier pour un coach virtuel -&gt; voix off suffit</b></p>

## Annexe 2b : Résultats des ateliers de co-conception

Les données concordantes avec les entretiens sont en vert et les contradictions en orange. Les avis unanimes sont en gras.

		Avis des patients
Introduction	Expérience	Les patients n'ont pas connaissances d'app pour la lombalgie
	Attentes générales	<p><b>Donner du sens à l'activité physique</b></p> <p><b>Accompagner dans la pratique</b> : explication des exercices (vidéos/schémas) / Accompagnement (Timer, niveau de difficulté) / Fixation d'objectifs / Encouragements / Récompenses / Rappels</p> <p><b>Adaptation des exercices</b></p> <p><b>Suivi</b> : Activité physique dans le temps (jours, semaine, mois), podomètre, bienfaits de l'AP, conseils de progression, éléments contextuels de la douleur</p> <p><b>Gestion de la douleur</b> : Solutions d'atténuation / Guider en cas de crise</p> <p><b>Connaissance</b> : Recherche de mots clés / Interaction avec un coach/kiné</p>
	Coach virtuel	<p><b>Avis mitigé</b></p> <p><b>Dynamique/sportif mais neutre (pas complexant), avec un physique humain et spécialisé en lombalgie.</b></p> <p>Suggestion : Possibilité de choisir le sexe</p>
Activité physique	Programmes	<p><b>Proposer plusieurs programmes tout prêts</b></p> <p><b>Des programmes avec différentes thématiques, durés et difficultés</b></p> <p><b>Pour des utilisateurs "expert" proposer la possibilité de créer son programme.</b></p>
	Exercices	<p><b>Accessoires si nécessaires</b></p> <p><b>Expliquer les muscles sollicités et leurs fonctions</b></p> <p>Suggestions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Catégoriser les exercices en fonctions des zones du corps</li> <li>- Ajouter des favoris</li> <li>- Possibilité de mettre une note / un mémo</li> </ul> <p><b>Présentation des exercices :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Format vidéo validé</b></li> <li>- <b>Donner des conseils audios de postures, de respiration, des encouragements et le décompte de l'exercice.</b></li> <li>- <b>Annoncer le prochain exercice</b></li> </ul>
	Evolution	<p><b>Ludification : (Certains adorent, d'autres pas du tout)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indiquer quand on atteint un niveau supérieur</li> <li>- Évolution avec un système de points</li> <li>- Récompenser les objectifs remplis (coupes/médailles)</li> </ul> <p><b>Plusieurs niveaux (variantes) à débloquer pour un exercice en fonction de son évolution</b></p> <p>Suggestion : Partager ses résultats avec des amis</p>



	<b>Objectifs</b>	<b>Progressifs et précis (quantifiable) :</b> - Régularité de l'activité physique - Temps d'activité - Distance parcouru (Nombre de pas, Km) - Niveau de difficulté
<b>Gestion de la douleur</b>	<b>Journal de la douleur</b>	<b>Validé mais problématique de timing : Possibilité d'enregistrer quand on veut pour un suivi précis mais certains disent qu'ils n'y penseront pas.</b> Suggestions : - Instaurer des rappels (planifiables) pour enregistrer les douleurs. - Demander avant/après une séance. - A l'ouverture de l'application <b>Indiquer l'intensité, la localisation (notifier les douleurs autres que lombalgique), les éléments de contexte (médicaments, environnement, stress, etc.), les conséquences</b> <b>Proposer des solutions en fonction de la douleur enregistrée</b> <b>Indiquer quand consulter</b>
	<b>Exercice de méditation</b>	Suggestions : - Accompagner à faire ces exercices quand on a mal / Programme d'exercices automatique après avoir enregistré une douleur - Ajouter ses propres audio / exercices de relaxation
	<b>Conseils en cas de douleur</b>	<b>Intérêt pour une liste de conseils textes</b>
	<b>Chatbot</b>	<b>Invalidé :</b> - <b>Ne pense pas ressentir de soutien social avec un chatbot</b> - <b>Intérêt pour l'apport de pistes de réflexions sur la douleur (déconstruction des pensées limitantes)</b>
<b>Ergonomie au quotidien</b>		Suggestions : - Conseils sur les équipements adaptés (chaise, ceinture) - Barre de recherche pour les activités (si nombreuses) - Classifier les postures pour une situation donnée - Suivi de l'accomplissement des postures - Des rappels planifiés pour bouger lors d'activité sédentaire.
<b>Connaissance</b>		<b>Format de quizz validé</b> <b>4 thématiques validées par les participants (naming modifié)</b> - <b>Comprendre ma lombalgie</b> - <b>Idées reçues</b> - <b>Les bienfaits de l'activité physique</b> - <b>Comprendre ma douleur</b> Suggestions : - Ludification : compétitions des résultats entre utilisateurs/récompenses (points) - Thématique « Situation du quotidien » (ex : avec des enfants) - Thématique « Bon traitement » (ex : hygiène de vie) - MÀJ / Nouveautés

<b>Suivi</b>	<b>Graphiques d'évolution</b>	<p><b>Voir le détail des graphiques (jour, semaines, mois) et faire des comparaisons</b></p> <p><b>Avoir des encouragements et des récompenses</b></p> <p>Suggestions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'historique sous forme de calendrier.</li> <li>- Voir le détail du suivi de la douleur (éléments de contexte)</li> <li>- Suivi de la prise de médicaments</li> <li>- Compteur de calories / masse musculaire</li> <li>- Déblocage d'objectifs / scénario de progression</li> <li>- Listing des objectifs</li> </ul>
	<b>Contacteur un pro. de santé</b>	<p><b>Invalidé : le contact pourrait être utile pour un diagnostic et une prise en charge -&gt; Pas adapté pour cette appli.</b></p>
<b>Communauté</b>		<p><b>Forum invalidé : Pas de contact direct avec d'autres utilisateurs mais favorable au partage d'informations et en particulier au partage d'expériences (interview).</b></p> <p>Suggestions pour les conversations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conversation en fonction des thématique et/ou localisation</li> <li>- Conseils du quotidien (équipements, postures, bon plans)</li> <li>- Gestion de la douleur</li> <li>- Activité physique</li> <li>- Difficultés rencontrées</li> <li>- Avis sur l'application</li> </ul>
<b>Conclusion</b>		<p><b>Avis :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>L'application répond aux principales attentes des participants.</b></li> <li>- <b>Les utilisateurs sont confiants en leurs capacités à utiliser cette application.</b></li> <li>- <b>L'utilisation fréquente voir quotidienne est envisagée</b></li> </ul> <p><b>Suggestions d'améliorations générales :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Préciser que c'est fait avec des professionnels de santé</b></li> <li>- <b>Proposer des nouveautés régulièrement</b></li> </ul>

## Annexe 3 : Traduction française de la taxonomie des techniques de changement de comportement

### Taxonomie de Michie et al. (2013) traduite par Bernard et al. (2019)

N	Nom	Traduction	Description	Exemples (activité physique)
<b>1. Objectifs et planification (Goals and Planning)</b>				
1.1	Goal setting (behavior)	Fixation d'objectif (comportement)	Fixer pour quelqu'un, ou en collaboration avec la personne, un objectif exprimé en termes de comportement à atteindre.	Marcher au moins 30 minutes par jour.
1.2	Problem solving	Résolution de problème(s)	Analyser, ou inciter la personne à analyser, les facteurs qui influencent négativement son comportement ; générer ou sélectionner des stratégies incluant la réduction des barrières et la promotion de facteurs facilitants.	Trouver une activité physique facile à pratiquer compte tenu des contraintes organisationnelles (manque de temps) ou météorologiques (quand il pleut).
1.3	Goal setting (outcome)	Fixation d'objectif (résultat)	Fixer ou se mettre d'accord sur un objectif défini comme un état désirable à atteindre via le	Grâce à un mode de vie plus actif, pouvoir monter les escaliers menant à mon appartement sans m'arrêter du fait de mon essoufflement.

			changement de comportement ciblé.	
1.4	Action planning	Planification du comportement	Inciter la personne à planifier précisément la façon de réaliser le comportement (incluant au moins le contexte, la fréquence, l'intensité, la durée).	Anticiper quelle activité physique va être pratiquée, à quelle intensité, pendant combien de temps, où, avec qui, et quand ; « Aller marcher une heure au parc tous les mercredis après-midi à 16h en compagnie d'un(e) ami(e) ».
1.5	Review behavior goal(s)	Révision des objectifs comportementaux	Revoir des objectifs comportementaux avec la personne au regard de l'atteinte, ou non, des objectifs préliminaires. Peut aboutir à fixer un objectif identique, modifier légèrement cet objectif, fixer un objectif différent en parallèle ou à la place de l'objectif initial.	Passer de 30 minutes de marche quotidienne à 45 minutes ; augmenter le niveau d'intensité lors d'un entraînement.
1.6	Discrepancy between current behavior and goal	Décalage entre le comportement actuel et l'objectif	Attirer l'attention sur le décalage existant entre le comportement actuel de la personne et les objectifs initiaux.	Constater que la personne a cumulé environ 1200 pas par jour selon sa montre connectée alors qu'elle s'est fixée un objectif de 5000 pas.
1.7	Review outcome goal(s)	Révision des objectifs de résultat	Revoir les objectifs de résultat avec la personne et envisager une modification de l'objectif ou de la stratégie au regard de l'atteinte, ou non, des objectifs initiaux. Peut aboutir à fixer un objectif identique, modifier légèrement	Changer un objectif initial e.g., « être moins essoufflé dans les escaliers » en un objectif différent e.g., « monter les escaliers sans s'arrêter ».

			cet objectif, fixer un objectif différent en parallèle ou à la place de l'objectif initial.	
1.8	Behavioral contract	Contrat lié au comportement	Mettre par écrit la description du comportement que la personne a validé avec un tiers.	Signer une charte attestant que la personne s'engage à être assidue aux séances d'activité physique proposées dans le cadre d'un programme.
1.9	Commitment	Engagement	Demander à la personne d'affirmer et de communiquer sa volonté de modifier son comportement.	Communiquer autour de soi sur sa volonté de pratiquer davantage d'activité physique (en utilisant des termes tels que « déterminé », « priorité »).

## 2. Suivi de la réalisation du comportement et feedbacks (Feedback and monitoring)

2.1	Monitoring of behavior by others without feedback	Suivi du comportement d'une personne sans retour d'information	Observer les comportements d'une personne sans pour autant lui faire de retours.	Suivre le nombre de pas quotidien d'un participant à un programme d'activité physique sans pour autant lui faire de retours.
2.2	Feedback on behavior	Informer une personne sur son comportement	Mesurer et donner des informations concernant la réalisation du comportement.	Donner un podomètre à un participant lors d'un programme et effectuer un suivi du nombre de pas effectués par semaine.
2.3	Self-monitoring of behavior	Suivi/quantification du comportement (par soi-même)	Établir une méthode permettant à la personne de mesurer son comportement en autonomie.	Apprendre à un participant à se servir d'un podomètre ou d'un cahier d'activité.

2.4	Self-monitoring of outcome of behavior	Suivi/quantification de l'objectif global fixé au préalable (par soi-même)	Établir une méthode permettant à la personne de se situer par rapport à l'atteinte d'un objectif plus global (voir BCT #3 et BCT #7).	Demander à la personne de se chronométrer sur un trajet qu'elle réalise fréquemment pour identifier une éventuelle amélioration de sa condition physique.
2.5	Monitoring of outcome by others without feedback	Suivi de l'objectif global d'une personne sans retour sur ses performances	Mesurer les performances d'une personne en lien avec l'objectif global fixé (#3 et #7) sans pour autant lui faire de retours.	Faire passer des tests de condition physique à des participants à un programme sans les informer des résultats.
2.6	Biofeedback	Information sur des paramètres physiologiques/ biologiques	Donner des indications à une personne sur sa santé sur la base de tests cliniques.	Indiquer à une personne l'évolution de sa fréquence cardiaque de repos, de sa tension artérielle, ou encore de paramètres biologiques (hémoglobine glyquée).
2.7	Feedback on outcome of behavior	Information concernant l'objectif global fixé au préalable	Mesurer les performances d'une personne en lien avec l'objectif global fixé (#3 et #7) en lui faisant un retour.	Faire passer des tests de condition physique à des participants à un programme puis leur présenter les résultats.
<b>3. Soutien social (Social support)</b>				
3.1	Social support (unspecified)	Soutien social non-spécifique	Conseiller, arranger, ou fournir un soutien social, ou une récompense pour avoir effectué le comportement.	Aider une personne à identifier des personnes qui pourraient l'encourager à pratiquer de l'activité physique ou qui seraient susceptibles de l'aider.
3.2	Social support (practical)	Soutien social (pratique)	Conseiller et aider la personne à identifier des pairs pouvant lui fournir une aide pratique	Aider une personne à identifier des pairs qui pourrait l'aider de façon pratique à réaliser une

			(opérationnelle) concernant la réalisation du comportement.	activité physique, par exemple en co-voiturant ou en se prêtant du matériel.
3.3	Social support (emotional)	Soutien social (émotionnel)	Conseiller et aider la personne à identifier des pairs pouvant lui fournir une aide morale concernant la réalisation du comportement.	Aider une personne à identifier des pairs qui pourraient la soutenir moralement et l'encourager dans sa pratique d'activité physique.
<b>4. Modification des connaissances (Shaping knowledge)</b>				
4.1	Instruction on how to perform a behavior	Instruction concernant la réalisation du comportement	Apprendre à la personne à réaliser un comportement.	Apprendre à la personne à s'échauffer avant une activité physique, à gérer son effort pendant une séance, ou encore à s'étirer spécifiquement certains muscles.
4.2	Information about antecedents	Information sur les déterminants / antécédents du comportement	Donner des informations sur les variables susceptibles d'influencer son comportement.	Expliquer à la personne quels sont les différents déterminants (cliniques, motivationnels, environnementaux, culturels) de l'activité physique et essayer d'identifier ceux qui lui correspondent.
4.3	Re-attribution	Changer les croyances sur le comportement et suggérer des explications alternatives	Identifier les croyances de la personne concernant les déterminants du comportement et suggérer d'autres explications.	Dans le cas où une personne rapporterait ne pas avoir le temps de faire de l'activité physique, l'aider à identifier que son manque de temps est peut-être un problème de gestion de ses priorités ou de motivation.
4.4	Behavioral experiments	Expériences comportementales	Aider la personne à tester elle-même des hypothèses en lien avec un changement de comportement, en collectant des	Mesurer sa tension artérielle avant et après une activité physique de type aérobie pour constater les effets de l'activité physique sur ce paramètre ; inciter la personne à fixer différents objectifs (marcher le

			informations et en l'aidant à les interpréter.	midi <i>versus</i> le soir) et analyser quel objectif est le plus approprié pour elle.
<b>5. Conséquences liées au comportement (Natural consequences)</b>				
5.1	Information about health consequences	Informar sur les effets du comportement sur la santé	Donner des informations (écrites, verbales, visuelles) sur les effets de l'activité physique sur la santé.	Montrer des courbes tirées d'études scientifiques mettant en évidence les bienfaits de l'activité physique sur un paramètre, ou encore des témoignages de personnes ayant adopté une activité physique.
5.2	Saliency of consequences	Mise en évidence des conséquences du comportement	Utiliser des méthodes spécifiquement construites pour insister sur les effets du comportement avec l'objectif que ces informations restent en mémoire.	Utiliser des chiffres clés, des images, slogans ou témoignages qui illustrent les effets favorables de l'activité physique sur la santé.
5.3	Information about social and environmental consequences	Informar sur les conséquences sociales et environnementales liées à la pratique du comportement	Donner des informations (écrites, verbales, visuelles) sur les conséquences sociales et environnementales liées au comportement.	Montrer que la pratique d'une activité physique peut être un vecteur de socialisation, de rencontres.
5.4	Monitoring of emotional consequences	Suivi des réponses émotionnelles liées au comportement	Inciter la personne à analyser les émotions ressenties après la pratique du comportement.	Inviter la personne à mettre en exergue les effets bénéfiques de l'activité physique sur le stress ou les sensations de fatigue juste après une séance.



5.5	Anticipated regret	Anticipation des regrets	Induire ou mettre en évidence les regrets qui pourraient être ressentis si le comportement n'était pas effectué.	Inviter la personne à imaginer les regrets qu'elle pourrait avoir si elle manquait une séance d'activité physique planifiée au préalable.
5.6	Information about emotional consequences	Information sur les conséquences émotionnelles du comportement	Donner des informations (écrites, verbales, visuelles) sur les conséquences émotionnelles de la pratique du comportement.	Démontrer que l'activité physique n'a pas des effets favorables que sur la santé physique mais aussi mentale et le bien-être psychologique.
<b>6. Comparaison comportementale (Comparison of behaviour)</b>				
6.1	Demonstration of the behavior	Mise en œuvre / Démonstration du comportement	Montrer comment pratiquer le comportement, directement en personne, ou indirectement via des vidéos ou des photos explicatives.	Filmer des séances d'étirements ou de renforcement musculaire pour que la personne puisse pratiquer les exercices en autonomie.
6.2	Social comparison	Comparaison sociale	Porter attention au comportement d'autres personnes et comparer avec son propre comportement.	Inciter une personne à se comparer à d'autres individus étant physiquement plus actifs, ou au contraire moins actifs.
6.3	Information about others' approval	Information sur la perception sociale du comportement, l'approbation des autres	Donner des informations sur ce que d'autres personnes sont susceptibles de penser du comportement.	Mettre en évidence que la pratique d'une activité physique est socialement bien perçue.
<b>7. Associations (Associations)</b>				

7.1	Prompts / cues	Rappels, signal et incitations	Introduire des signaux dans l'environnement pour déclencher le comportement.	Mettre ses affaires de sport en évidence ; utiliser des post-its ou des images placées à des endroits stratégiques pour penser à son objectif d'activité physique.
7.2	Cue signalling reward	Rappel des récompenses	Utiliser un élément de l'environnement pour se rappeler une récompense en lien avec le comportement.	Mettre en évidence un objet faisant penser aux bénéfices qu'une personne peut attendre de l'activité physique (e.g., une photo).
7.3	Reduce prompts/cues	Réduction des rappels et incitations	Diminuer progressivement l'utilisation des signaux dans l'environnement.	Diminuer progressivement le nombre de signaux présents dans l'environnement (voir BCT #33) et susceptibles d'inciter à la pratique d'activité physique.
7.4	Remove access to the reward	Porter attention aux comportements « concurrentiels » / retirer l'accès aux récompenses	Aider la personne à identifier des situations où elle pourrait être tentée de s'engager dans un comportement concurrentiel / indésirable (e.g., sédentarité).	Inciter la personne à aller marcher directement après le travail plutôt que de repasser par chez elle, et ainsi éviter une tentation concurrentielle (e.g., regarder la télévision).
7.5	Remove aversive stimulus	Éviter les stimuli concurrentiels	Enlever des signaux de l'environnement qui pourraient entraver la réalisation du comportement.	Porter attention à l'environnement social d'une personne pour éviter que des proches ne la découragent d'être active physiquement.
7.6	Satiation	Satiété	Stimuler l'exposition à des stimuli qui pourraient réduire la tentation d'un comportement concurrentiel / indésirable.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.

7.7	Exposure	Exposition	Inciter la confrontation systématique / régulière avec un stimulus redouté afin de réduire la réaction ultérieure.	Préparer une personne, ou confronter une personne, à un environnement qui pourrait être anxiogène pour elle, comme une « salle de gym ».
7.8	Associative learning	Apprentissage associatif	Associer des stimuli (positifs ou négatifs) avec des stimuli en lien avec le comportement.	Associer l'activité physique avec des émotions plaisantes, via des techniques de conditionnement évaluatif ; Favoriser un environnement de pratique plaisant (e.g., inciter la personne à pratiquer dans des endroits agréables).
<b>8. Répétition et substitution (Repetition and substitution)</b>				
8.1	Behavioral practice / rehearsal	Pratique du comportement et répétition	Inciter la mise en œuvre d'un comportement spécifique de façon répétée pour créer une habitude.	Inciter la personne pendant une semaine à systématiquement prendre les escaliers.
8.2	Behavior substitution	Substitution du comportement	Inciter à la substitution d'un comportement concurrentiel en le remplaçant par le comportement souhaité.	Inciter à remplacer une habitude de type sédentaire (regarder la télévision après manger) par une habitude liée à l'activité physique (faire une marche après manger).
8.3	Habit formation	Formation des habitudes	Inciter à adopter et pratiquer un comportement précis dans un contexte précis et de façon répétée.	Inciter la personne à répéter une série d'étirements à un moment spécifique chaque jour (e.g., au réveil).
8.4	Habit reversal	Changement des habitudes	Inciter à adopter et pratiquer un comportement précis dans un contexte précis et de façon	Travailler spécifiquement sur une habitude à réduire, comme le fait de prendre systématiquement l'ascenseur au détriment des escaliers.

			répétée pour casser une « mauvaise » habitude.	
8.5	Overcorrection	Auto-flagellation / surcorrection	Demander de répéter un comportement désirable de façon exagérée quand cela suit un comportement indésirable.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
8.6	Generalisation of a target behavior	Généraliser le comportement	Inciter l'exécution d'un comportement, réalisé uniquement dans un certain contexte, dans d'autres contextes.	Suggérer et aider la personne à pratiquer son activité physique dans différents contextes (e.g., inciter à refaire chez soi des exercices effectués lors de séances encadrées).
8.7	Graded tasks	Graduation des actions	Fixer des objectifs comportementaux faciles à atteindre au départ puis augmenter la difficulté progressivement au cours du temps.	Demander à une personne de marcher tous les jours pendant 15 minutes puis augmenter progressivement la durée de l'activité au fil des semaines.
<b>9. Comparaison des résultats (Comparison of outcomes)</b>				
9.1	Credible source	Crédibilité des sources	Appuyer sa communication (verbale ou visuelle) avec des sources potentiellement perçues comme crédibles.	Insister sur l'origine des informations délivrées lors de séances d'activité physique en s'assurant que ces sources soient perçues comme fiables par les participants.
9.2	Pros and cons	Balance décisionnelle / avantages et inconvénients	Inviter la personne à identifier explicitement les coûts et les bénéfices associés aux changements de comportement.	Demander à une personne de lister les avantages et les inconvénients associés à la pratique de l'activité physique au sens large, ou d'un comportement

				spécifique (entamer un programme d'activité physique).
9.3	Comparative imagining of future outcomes	Anticipation des résultats liés aux changements de comportement	Inciter à imaginer les résultats à court, moyen et long terme d'un changement de comportement et les comparer avec une situation où le comportement ne serait pas modifié.	Aider une personne à s'imaginer les résultats d'un programme d'activité physique sur sa santé et comparer cette situation avec l'éventualité où elle ne réaliserait pas le programme.
<b>10. Récompenses et menaces liées au comportement (Reward and threat)</b>				
10.1	Material incentive (behavior)	Intention de rétribution matérielle (spécifique au comportement)	Informé que de l'argent ou toute autre rétribution va être délivré si des efforts sont effectués au regard du comportement.	Informé que l'adhésion à un programme d'activité physique va faire l'objet de rétribution d'ordre financier s'il est complété de façon assidue.
10.2	Material reward (behavior)	Rétribution matérielle (spécifique au comportement)	Rétribuer matériellement une personne pour la réalisation du comportement.	Donner une montre connectée aux participants qui ont complété un programme d'activité physique de façon assidue.
10.3	Non-specific reward	Récompense non spécifique	Associer la réalisation du comportement, ou des progrès dans la réalisation de ce comportement, avec une récompense non matérielle.	Organiser une randonnée conviviale après un programme d'activité physique, conditionnée par l'adhésion des participants tout au long du programme.

10.4	Social reward	Récompense sociale	Récompenser verbalement ou non-verbalement une personne si des efforts et / ou des progrès sont effectués au regard du comportement.	Valoriser explicitement une personne pour ses progrès au cours d'un programme d'activité physique.
10.5	Social incentive	Incitatif social	Informé qu'une récompense verbale ou non-verbale sera délivrée si des efforts et/ou des progrès sont effectués au regard du comportement.	Informé la personne qu'elle sera félicitée pour chaque jour où elle aura fait 30 minutes de marche.
10.6	Non-specific incentive	Incitatif non spécifique	Informé qu'une récompense sera proposée si des efforts et / ou des progrès sont effectués au regard du comportement.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
10.7	Self-incentive	Incitatif d'auto-récompense	Demander à la personne de planifier sa propre récompense si des efforts et / ou des progrès sont effectués dans la réalisation du comportement.	Planifier de s'acheter du matériel de sport (nouvelles chaussures, bracelet connecté) pour récompenser l'atteinte d'un objectif particulier.
10.8	Incentive (outcome)	Intentions de récompense spécifique à l'objectif général visé	Informé qu'une récompense sera attribuée si des efforts et / ou des progrès sont effectués pour atteindre l'objectif général visé.	Informé que la personne sera félicitée / récompensée si elle fait des progrès concernant son objectif global (e.g., perdre du poids).
10.9	Self-reward	Auto-récompense	Récompenser ses propres efforts envers l'atteinte d'un objectif comportemental (e.g., marcher 30	Encourager la personne à se récompenser après chaque session d'activité physique avec quelque

			minutes par jour) ou plus général (e.g., être moins essoufflé).	chose d'agréable pour elle (e.g., aller au cinéma, préparer un repas particulier).
10.10	Reward (outcome)	Récompense spécifique à l'objectif général visé	Organiser une récompense si des efforts et / ou des progrès sont effectués pour atteindre un objectif global fixé (au préalable).	Féliciter une personne pour l'atteinte d'un de ses objectifs globaux (e.g., diminuer son tour de taille) en lui remettant un document symbolique attestant que la personne a atteint cet objectif.
10.11	Future punishment	Menace / suppression de la récompense	Informar que pour la suite, la punition ou la suppression de la récompense sera une conséquence de la conduite d'un comportement indésirable.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
<b>11. Régulation (Regulation)</b>				
11.1	Pharmacological support	Intervention / soutien pharmacologique	Encourager l'utilisation de médicaments pour favoriser le changement de comportement.	Encourager les personnes asthmatiques à prendre leurs broncho-dilatateurs 15 minutes avant l'exercice.
11.2	Reduce negative emotions	Réduction des émotions négatives	Informar sur les moyens de réduire les émotions négatives afin de favoriser le comportement.	Apprendre à réguler l'intensité de son activité physique pour éviter un essoufflement trop important et potentiellement désagréable.
11.3	Conserving mental resources	Conservation des ressources mentales	Conseiller la personne sur différentes stratégies de gestion des ressources mentales et cognitives.	Planifier des activités physiques simples à réaliser pour les moments où la motivation est faible, préparer son environnement de pratique la veille (e.g., matériel, vêtement) pour ne pas avoir à réfléchir au moment de la pratique.

11.4	Paradoxical instructions	Instructions paradoxales	Conseiller à la personne de s'engager dans un comportement indésirable dans le but de réduire la motivation à réaliser ce dernier.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
<b>12. Antécédents (Antecedants)</b>				
12.1	Restructuring the physical environment	Restructuration de l'environnement physique	Aider la personne à modifier son environnement physique pour favoriser le comportement cible ou créer des barrières / obstacles au comportement indésirable.	Disposer un vélo d'appartement dans un endroit facile d'accès ; Organiser son garage pour que le vélo soit plus accessible que la voiture.
12.2	Restructuring the social environment	Restructuration de l'environnement social	Aider la personne à modifier son environnement social pour favoriser le comportement cible ou créer des barrières / obstacles au comportement indésirable.	Inviter la personne à passer plus de temps avec des connaissances qui pratiquent une activité physique régulière le temps de la mise en place d'un comportement.
12.3	Avoidance / reducing exposure to cues for the behavior	Réduction des incitations environnementales	Aider la personne à modifier les éléments environnementaux, physiques et sociaux, qui incitent au comportement concurrentiel / indésirable. Ce qui implique le changement des routines quotidiennes ou hebdomadaires.	Inviter la personne à enlever un téléviseur de la chambre ou du salon.
12.4	Distraction	Diversion / distraction	Aider la personne à fixer son attention sur une pensée spécifique afin d'éviter les	Inviter la personne à se rappeler son objectif d'activité physique et les bénéfices attendus quand elle commence à s'engager dans le comportement qu'elle souhaite arrêter.



			déclencheurs du comportement indésirable.	
12.5	Adding objects to the environment	Ajout d'objets dans l'environnement	Ajouter des objets à l'environnement afin de favoriser la mise en œuvre du comportement.	Afficher, à un endroit visible dans son appartement, un calendrier avec la planification de son activité physique pour y penser de façon régulière.
12.6	Body changes	Changements corporels	Modifications corporelles aidant potentiellement la mise en place du comportement.	Planifier un opération chirurgicale aidant la mise en œuvre d'une activité physique régulière (e.g., pose d'une prothèse).
<b>13. Identité (Identity)</b>				
13.1	Identification of self as role model	Identification de soi en tant que modèle pour les autres	Informar la personne que son comportement peut servir d'exemple pour les autres.	Mettre en évidence le fait qu'être actif peut servir d'exemple aux gens autour de soi.
13.2	Framing / reframing	Modification des perceptions / Reformulation	Aborder le comportement avec une nouvelle perspective (par exemple son but) afin de changer ses perceptions concernant ce dernier.	Aider une personne à voir l'activité physique, non pas comme un comportement contraint par les symptômes d'une maladie, mais comme une pratique qui permettra la reprise de ses activités culturelles préférées, ou de passer plus de profiter davantage de sa famille.
13.3	Incompatible beliefs	Croyances incompatibles	Attirer l'attention sur les différences entre le comportement actuel (ou passé) et l'image de soi afin de créer de l'inconfort.	Amener une personne à formuler une contradiction entre son manque d'activité physique et son désir d'être en meilleure santé.

13.4	Valued self- identity	Valorisation de son identité / de soi-même	Inciter la personne à affirmer et exprimer son identité dans le cadre d'une stratégie de changement de comportement.	Inviter une personne à se décrire comme « quelqu'un de sportif » au fur et à mesure de l'adoption du comportement ; Inciter une personne à identifier une qualité dont elle dispose, qui lui sera utile pour maintenir le comportement, comme moyen d'affirmer son identité : « je suis curieuse : j'aime découvrir de nouvelles activités ».
13.5	Identity associated with changed behavior	Valoriser une nouvelle identité liée à un changement de comportement	Inciter la personne à se construire une nouvelle identité (e.g., quelqu'un qui avait l'habitude de s'engager dans le comportement indésirable).	Inviter une personne à mettre en évidence son changement d'identité en lien avec l'activité physique (e.g., avant j'étais une personne peu active physiquement, maintenant je suis sportif(ve)).
<b>14. Anticiper les conséquences (Scheduled consequences)</b>				
14.1	Behavior cost	Coûts liés au comportement	Convenir de la suppression de quelque chose (matériel ou non) apprécié si un comportement indésirable est effectué.	Ne pas prendre de dessert ou d'apéritif si une session d'activité physique n'a pas été réalisée
14.2	Punishment	Sanction / punition	Convenir d'une punition liée à la réalisation d'un comportement indésirable.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
14.3	Remove reward	Retrait de la récompense	Convenir de la suspension d'une récompense suite à la réalisation d'un comportement indésirable.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
14.4	Reward approximation	Récompenser la progression	Convenir d'une récompense pour chaque étape liée à la réalisation d'un comportement.	Demander à une personne de lister 5 choses qui lui feraient plaisir et qu'elle pourrait graduellement

		/ l'avancement		utiliser comme motivation dans chaque étape de son objectif.
14.5	Rewarding completion	Récompense l'atteinte d'un objectif final	Planifier une récompense finale / ultime pour l'atteinte d'un objectif comportemental.	Prévoir un restaurant à la fin d'un cycle d'activité physique complété de façon assidue.
14.6	Situation-specification reward	Récompense liée à une situation	Planifier une récompense liée à un comportement effectué dans un contexte particulier.	Organiser un hammam après une séance d'activité physique effectuée alors qu'une personne était fatiguée et n'avait pas envie de la réaliser.
14.7	Reward incompatible behavior	Récompenser un comportement incompatible	Récompenser un comportement qui aurait été incompatible dans la même situation auparavant.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
14.8	Reward alternative behavior	Récompenser un comportement alternatif	Planifier une récompense pour un comportement alternatif au comportement indésirable.	Encourager spécifiquement une personne venue à une séance d'activité physique en vélo alors que généralement cette personne vient en voiture.
14.9	Reduce reward frequency	Réduire la fréquence des récompenses parallèlement à la mise en place d'un comportement	Organiser les récompenses pour qu'elles suivent logiquement et chronologiquement l'engagement dans un comportement et son maintien.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.
14.10	Remove punishment	Éliminer les conséquences négatives / punitions	S'arranger pour éliminer les conséquences négatives que pourrait avoir un certain comportement désiré.	Peu pertinent dans le domaine de l'activité physique.

**15. Auto-conviction (Self-belief)**

15.1	Verbal persuasion about capability	Persuasion verbale concernant la capacité à réussir	Dire à la personne qu'elle peut réaliser le comportement, en argumentant contre les doutes qu'elle pourrait avoir et en affirmant qu'elle peut et qu'elle va y arriver.	Rassurer une personne sur le caractère sécuritaire d'une activité et ses capacités à la réaliser.
15.2	Mental rehearsal of successful performance	Imagerie mentale (liée à la pratique du comportement et l'expérience d'un succès)	Inciter la personne à s'imaginer en situation de réussite dans la pratique d'une activité physique.	Enregistrer une séance d'imagerie mentale (e.g., en audio) qu'une personne pourrait écouter pour se projeter de façon positive dans la pratique d'une activité physique (e.g., s'imaginer pratiquer une activité physique sans ressentir de limites physiques).
15.3	Focus on past success	Mise en évidence des succès antérieurs	Aider la personne à mettre en évidence ses succès antérieurs en lien avec le comportement.	Demander à une personne de lister des activités physiques qu'elle aurait réussies à accomplir ces dernières semaines (e.g., marcher pendant 1 heure en continu).
15.4	Self-talk	Auto-persuasion	Inciter la personne à s'encourager elle-même (à voix haute ou en silence) avant et pendant le comportement.	Inciter quelqu'un à s'auto-encourager pendant la pratique d'une activité physique, en se répétant par exemple les bénéfices qu'elle va en retirer après la séance.
<b>16. Imagerie / Apprentissage caché (Covert learning)</b>				
16.1	Imaginary punishment	Anticipation des conséquences négatives / punition imaginaire	Inciter la personne à imaginer la réalisation d'un comportement indésirable et ses conséquences négatives.	Inciter une personne à s'imaginer son futur sans pratique d'activité physique et ce en mettant en exergue des aspects négatifs (e.g., prise de poids, augmentation de l'essoufflement).

16.2	Imaginary reward	Imagerie mentale (liée aux bénéfices attendus via la pratique du comportement)	Inciter la personne à imaginer la réalisation du comportement et ses conséquences positives.	Amener une personne à imaginer les aspects positifs que peuvent entraîner la pratique d'activité physique (e.g., détente, perte de poids, amélioration de l'essoufflement) au cours d'une séance de relaxation par exemple.
16.3	Vicarious consequences	Conséquences vicariantes	Inciter à l'observation des autres personnes et des conséquences (positives et négatives) quand elles réalisent le comportement.	Diffuser des témoignages de pairs ayant réalisé un programme d'activité physique pour montrer les aspects positifs d'une telle intervention.

## **Annexe 4 : Questionnaire concernant les attentes envers une application mobile pour l'autogestion de la lombalgie**

### **Introduction**

Nous sommes des chercheurs en informatique et en psychologie au LIMSI-CNRS à Orsay et nous collaborons avec les équipes de l'hôpital Cochin dans le cadre d'un projet visant à développer une intervention digitale de coaching automatisé et personnalisé pour les patients lombalgiques.

Nous cherchons à développer **des solutions d'accompagnement pour aider les personnes souffrant du mal de dos.**

Pour cela, il est important que nous ayons une bonne représentation de **vos besoins** et des problématiques que vous pouvez rencontrer **dans votre quotidien.**

L'objectif de ce questionnaire est de nous permettre de mieux comprendre **vos attentes et vos besoins pour spécifier des solutions d'accompagnement et concevoir une application personnalisée qui réponde à vos besoins et qui vous corresponde.**

Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses, nous cherchons à recueillir **votre avis personnel.** Soyez spontané dans vos réponses. Répondez bien comme vous le pensez sans vous soucier des autres. Vous n'avez pas besoin de compétence particulière pour remplir ce questionnaire. Le but de ce questionnaire sera atteint si vous exprimez vos opinions aussi exactement que possible.

### **MODE D'EMPLOI**

- *Chaque page du questionnaire sera enregistrée dès que vous passerez à la page suivante.*
- *Vous pouvez compléter le questionnaire en plusieurs fois. Pour cela, vous pouvez l'**enregistrer en brouillon** et revenir ultérieurement pour continuer de répondre et modifier les informations déjà saisies.*
- *Pour que votre questionnaire soit enregistré définitivement, vous devez **le compléter jusqu'à la dernière page puis le valider.***
- *Vous avez jusqu'à la date limite indiquée sur votre tableau de bord pour valider votre questionnaire.*

- Après validation si vous souhaitez modifier vos réponses, **merci d'écrire à notre équipe** via la rubrique contact de votre espace personnel.

**Pour un plus grand confort ou si vous rencontrez des problèmes techniques, nous vous conseillons d'utiliser un ordinateur.**

1. Est-ce que vous utiliseriez une application informatique (sur téléphone, tablette ou ordinateur) pour l'accompagnement de votre traitement ? \*  
 Oui  Non
2. Si oui, Pour quelle(s) raison(s) ? \* \_\_\_\_\_
3. Connaissez-vous des applications sur téléphone ou tablette en lien avec le mal de dos ? \*  
 Oui  Non
4. Si oui, Lesquelles ? \* \_\_\_\_\_
5. Si oui, Les utilisez-vous ? \*  
 Oui  Non
6. Si oui, A quelle fréquence ? \*
  - Moins d'une fois par mois
  - Une fois par semaine
  - Une fois par jour
  - Plusieurs fois par jour
7. Si oui, Quelle expérience en avez-vous ? \* \_\_\_\_\_
8. Si oui, Qu'aimeriez-vous avoir en plus dans cette application ? \*  
\_\_\_\_\_
9. Si non, Pour quelles raisons est-ce que vous n'utilisez pas ces applications ? \* \_\_\_\_\_

10. Sur quel(s) dispositif(s) souhaiteriez-vous utiliser une application d'accompagnement à la gestion du mal de dos.

*Vous pouvez sélectionner plusieurs cases \**

Sur un téléphone mobile

Sur une tablette

Sur un ordinateur

11. Selon vous, quelles fonctions vous sembleraient utiles pour faciliter votre quotidien ? \* \_\_\_\_\_

12. Pourquoi ? \* \_\_\_\_\_

**Pour chacune des fonctions suivantes, veuillez indiquer dans quelle mesure vous seriez intéressé par une telle fonction.**

De 1 : pas du tout intéressé(e) à 10 : tout à fait intéressé(e)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13. Accompagnement de la gestion de la douleur *										
14. Mise en relation avec des pairs *										
15. Propositions d'exercices d'activité physique présentés sous forme de jeux *										
16. Propositions d'exercices d'activité physique présentés sous forme de jeux *										
17. Motivation *										
18. Accompagnement de la nutrition *										
19. Accompagnement de l'activité physique *										
20. Conseils et astuces *										
21. Propositions d'exercices d'activité physique / sportifs adaptés présentés sous forme de cours en vidéo *										
22. Historique des activités physiques et des performances ou de l'activité sur l'application *										
23. Rappels *										
24. Apport de connaissances médicales sur la lombalgie *										



25. Soutien psychologique *																				
26. Propositions d'exercices pour apprendre à gérer la douleur *																				
27. Propositions d'exercices de méditation *																				
28. Mise en relation avec des soignants *																				
29. Définition d'objectif, proposition d'objectifs *																				
30. Document d'informations à imprimer *																				
31. Test de connaissances *																				
32. Chatbot (Application basée sur l'intelligence artificielle qui répond automatiquement à vos questions) *																				

33. Que pensez-vous d'une application sur téléphone vous permettant d'obtenir des conseils généraux ou personnalisés sur le mal de dos et sur votre traitement ? \* \_\_\_\_\_

34. Quel type de conseils souhaiteriez-vous avoir ? \* \_\_\_\_\_

35. Sous quelle forme souhaiteriez-vous obtenir ces conseils via l'application ? *Vous pouvez sélectionner plusieurs cases \**

Des vidéos/animations

De l'audio

Du texte

Des graphiques

36. Utilisez-vous actuellement des applications qui vous envoient des notifications ? \*

Oui

Non

37. Si oui, Que pensez-vous de ces notifications ? \* \_\_\_\_\_

38. Que pensez-vous du fait de recevoir des notifications sur le suivi de votre traitement ? \* \_\_\_\_\_

39. A quelle fréquence souhaiteriez-vous recevoir de telles notifications ? \*

- Une fois par semaine
- Une fois par jour
- Plusieurs fois par jour
- Jamais

39. Y a-t-il un moment de la journée où vous préféreriez recevoir ces notifications ? \*

- Oui  Non

40. Si oui, A quel moment ? (moment fixe, moment personnalisable)

\*

\_\_\_\_\_

**Pour chaque type de notification proposée, indiquez dans quelle mesure vous seriez intéressé par ce type de notification**

41. Des rappels en cas d'oubli de faire son exercice quotidien \*

- Pas du tout intéressé(e)
- Plutôt pas intéressé(e)
- Ni intéressé(e) ni pas intéressé(e)
- Plutôt intéressé(e)
- Tout à fait intéressé(e)

42. Des conseils généraux (comment bien se tenir, bien s'hydrater, etc) \*

- Pas du tout intéressé(e)
- Plutôt pas intéressé(e)
- Ni intéressé(e) ni pas intéressé(e)
- Plutôt intéressé(e)
- Tout à fait intéressé(e)

43. Des fun facts (rigoler est bon pour la santé) \*

- Pas du tout intéressé(e)
- Plutôt pas intéressé(e)
- Ni intéressé(e) ni pas intéressé(e)
- Plutôt intéressé(e)
- Tout à fait intéressé(e)

44. Des rappels de vos performances \*

- Pas du tout intéressé(e)
- Plutôt pas intéressé(e)
- Ni intéressé(e) ni pas intéressé(e)
- Plutôt intéressé(e)
- Tout à fait intéressé(e)

45. Des messages d'encouragement sur la réalisation de vos performances \*

- Pas du tout intéressé(e)
- Plutôt pas intéressé(e)
- Ni intéressé(e) ni pas intéressé(e)
- Plutôt intéressé(e)
- Tout à fait intéressé(e)

46. Sur quel(s) dispositif(s) souhaiteriez-vous recevoir ces notifications ? *Vous pouvez sélectionner plusieurs cases \**

- Sur téléphone mobile
- Sur tablette
- Sur ordinateur
- Par email

47. Quel est le système d'exploitation de votre téléphone mobile \*

- Android (ex : Samsung, OnePlus, Google Pixel, Huawei, Xiaomi...)
- Apple/IOS (ex : Iphone)
- Autre
- Je ne sais pas

48. Si autre, Précisez : \* \_\_\_\_\_

49. Que pensez-vous d'une application dans laquelle un module de gestion de la douleur serait intégré ? qu'en attendriez-vous ? \*

\_\_\_\_\_

50. Que pensez-vous d'une application dans laquelle un module de programme d'exercices physiques serait intégré ? qu'en attendriez-vous ? \* \_\_\_\_\_

51. Est-ce que vous seriez intéressé(e) par une application sur téléphone qui vous permette d'envoyer des informations

52. À votre médecin ? \*

- Pas du tout d'accord
- Plutôt pas d'accord
- Ni d'accord ni pas d'accord
- Plutôt d'accord
- Tout à fait d'accord

53. À d'autres patients lombalgiques ? \*

- Pas du tout d'accord
- Plutôt pas d'accord
- Ni d'accord ni pas d'accord
- Plutôt d'accord
- Tout à fait d'accord

54. À vos amis ou à votre famille ? \*

- Pas du tout d'accord
- Plutôt pas d'accord
- Ni d'accord ni pas d'accord
- Plutôt d'accord
- Tout à fait d'accord

55. Que pensez-vous du fait de saisir des informations personnelles anonymes sur une application informatique ? \* \_\_\_\_\_

## **Annexe 5 : Liste des messages motivationnels**

### **Messages pour renforcer le sentiment d'auto-efficacité basés sur le FC-CPSES (Lacasse et al., 2015)**

#### ***Gérer les symptômes (Démotivé, Prudent et Déprimé)***

1. Gardez confiance en votre capacité à vous sentir mieux grâce à cette application conçue pour vous !
2. Grâce à notre accompagnement personnalisé vous serez capable de contrôler vos symptômes et de réduire votre inconfort physique.

#### ***Gérer les symptômes et Faire les corvées (Démotivé et Prudent)***

3. Grâce aux fonctionnalités proposées par de vrais professionnels de santé vous serez capable de gérer vos douleurs et d'accomplir vos tâches du quotidien !

#### ***Gérer les symptômes et Obtenir des informations sur la maladie (Déprimé)***

4. Grâce aux fonctionnalités proposées par de vrais professionnels de santé vous serez capable de gérer vos douleurs et d'obtenir des informations sur vos douleurs.

#### ***Contrôler/gérer la dépression / Gérer essoufflement (Démotivé, Prudent et Déprimé)***

5. Regagnez votre souffle grâce aux conseils et aux exercices de relaxation proposés par de vrais professionnels de santé !
6. Réduisez la fatigue morale causée par la douleur grâce à notre accompagnement personnalisé conçu pour ne plus que vous vous découragez.

#### ***Pratiquer de l'exercice régulièrement (Démotivé et Prudent)***

7. Nos séances d'activité physique sont adaptées à votre état de santé pour vous soulager et ne pas aggraver vos douleurs.

8. Grâce à notre accompagnement personnalisé vous serez capable de garder une bonne régularité dans vos activités !

***Maintien et récupération de l'activité physique basé sur le modèle HAPA (Déprimé et Confiant)***

9. Grâce à notre accompagnement personnalisé vous serez capable de récupérer et/ou maintenir une bonne régularité dans vos activités !

**Messages pour renforcer la motivation envers l'activité physique basés sur l'EMAPS (Boiché et al., 2016) et l'EMI-2 (Markland & Ingledew, 1997)**

***Régulation introjectée (Démotivé et Prudent)***

10. Évitez de vous sentir mal en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
11. Évitez de vous sentir nerveux en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
12. Permettez-vous de vous sentir bien avec vous-même en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
13. Suivez les conseils de vrais professionnels de santé en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
14. Évitez d'autres problèmes de santé en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
15. Prévenez les douleurs liées au mal de dos en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !

***Régulation identifiée (Démotivé, Prudent, Déprimé et Confiant)***

16. Contribuez à votre développement personnel en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
17. Améliorez votre bien-être en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
18. Permettez-vous de vous sentir mieux en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
19. Retrouvez un corps sain en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
20. Retrouvez et/ou restez en bonne santé en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
21. Réduisez et relâchez vos tensions en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
22. Accordez-vous de l'espace pour réfléchir en faisant votre séance personnalisée d'activité physique !
23. Permettez-vous de vous sentir en meilleure santé en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
24. Permettez-vous de gérer votre stress en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
25. Permettez-vous de gérer votre lombalgie en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !

***Régulation intégrée (Démotivé, Prudent, Déprimé et Confiant)***

26. Soyez en accord avec votre style de vie et venez faire votre séance personnalisée d'activité physique !

27. Parce que la pratique de l'activité physique vous correspond, venez faire votre séance personnalisée !
28. Soyez en cohérence avec vos valeurs et venez faire votre séance personnalisée d'activité physique !
29. Atteignez vos objectifs en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
30. Relever vos défis personnels en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
31. Imaginez les compétences personnelles que vous développerez grâce à la pratique d'une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée !
32. Mesurez-vous à vos normes personnelles en pratiquant une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée !

***Motivation intrinsèque (Démotivé, Prudent, Déprimé et Confiant)***

33. Imaginez la satisfaction que vous ressentirez après la pratique d'une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée d'activité physique !
34. Imaginez les sensations agréables que va vous procurer la pratique d'une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée d'activité physique !
35. Imaginez le plaisir que vous procurera la pratique d'une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée d'activité physique !
36. Imaginez les bienfaits que vont vous procurer la pratique d'une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée !
37. Imaginez comme vous vous sentirez revigoré après la pratique d'une activité physique... C'est parti pour votre séance personnalisée !
38. Rechargez vos batteries en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !



39. Ressentez le plaisir de vous dépenser en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !
40. Permettez-vous de vous sentir au mieux de votre forme en vous accordant un moment pour faire votre séance personnalisée d'activité physique !

## Annexe 6 : Formulaire pour les tests utilisateur

### Voici vos identifiants de connexion :

Identifiant : XXX

Mot de passe : XXX

**Tâche 1 : « Vous vous connectez pour la première fois à l'application grâce à vos identifiants et vous découvrez l'interface d'accueil. »**

Avez-vous lu le message affiché juste après la connexion ?

OUI       NON

Pouvez-vous indiquer quel était ce message ou les mots clés ? \_\_\_\_\_

Que pensez-vous de ce message ? Est-ce clair ? \_\_\_\_\_

Que pensez-vous de l'interface d'accueil ? Est-ce clair ? \_\_\_\_\_

Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

Selon vous, à quoi sert le gros bouton en dessous de « Ma priorité » ?

Qu'attendez-vous qu'il se passe en cliquant sur ce bouton ? \_\_\_\_\_

**Tâche 2 : « Vous vous posez certaines questions concernant votre lombalgie et vous décidez d'en savoir plus par le biais de l'application. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de l'interface du quizz ? Est-ce clair ? \_\_\_\_\_

Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

Avez-vous lu le détail des réponses aux questions ?

OUI       NON

Si non, pour quelle(s) raison(s) ? \_\_\_\_\_

**Tâche 3 : « Vous décidez de planifier votre activité physique. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de l'interface pour planifier votre activité ? Est-ce clair ? \_\_\_\_\_

Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

**Tâche 4 : « Vous décidez de faire une séance d'activité physique. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de l'interface pour choisir une séance ? Est-ce clair ?  
Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

Que pensez-vous de l'interface avec le détail de la séance ? \_\_\_\_\_  
Est-ce clair ? Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

**Tâche 4 bis : « Vous décidez de faire une séance d'activité physique. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de la séance et de l'accompagnement proposé ? \_\_\_\_  
Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

Avez-vous fait tous les exercices ?

OUI       NON

Si non, pour quelle(s) raison(s) ? \_\_\_\_\_

**Tâche 5 : « Vous décidez d'enregistrer votre niveau de douleur. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de l'interface pour enregistrer votre niveau de douleur ? Est-ce clair ? \_\_\_\_\_

Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

**Tâche 6 : « Vous avez mal au dos, et vous souhaitez trouver des informations ou des outils pour vous aider à gérer la douleur. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de l'interface pour vous aider à gérer vos douleurs ?  
Est-ce clair ? \_\_\_\_\_

Préférez-vous les conseils ou les exercices de méditation ? \_\_\_\_\_  
Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

**Tâche 7 : « Vous décidez de consulter les conseils ergonomiques du quotidien. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de l'interface avec les conseils ergonomiques du quotidien ? Est-ce clair ? \_\_\_\_\_  
Attendriez-vous d'autres informations ? \_\_\_\_\_

**Tâche 8 : « Vous décidez de consulter votre suivi. Vous êtes libre de cliquer où vous le souhaitez. »**

Que pensez-vous de l'interface pour consulter votre suivi ? Est-ce clair ? \_\_\_\_\_  
Attendriez-vous d'autres informations pour votre suivi ? \_\_\_\_\_

**Pour chaque phrase, veuillez cocher votre degré d'accord :**

	<b>1. Pas du tout d'accord</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5. Tout à fait d'accord</b>
1. Je voudrais utiliser ce système fréquemment					
2. Ce système est inutilement complexe					
3. Ce système est facile à utiliser					
4. J'aurais besoin du soutien d'un technicien pour être capable d'utiliser ce système					
5. Les différentes fonctionnalités de ce système sont bien intégrées					

6. Il y a trop d'incohérences dans ce système					
7. La plupart des gens apprendront à utiliser ce système très rapidement					
8. Ce système est très lourd à utiliser					
9. Je me suis senti-e très en confiance en utilisant ce système					
10. J'ai eu besoin d'apprendre beaucoup de choses avant de pouvoir utiliser ce système					

## Annexe 7 : Expérience utilisateur (MeCUE)

Ce questionnaire sert à évaluer votre expérience de l'application mobile BACK-4P. Il est composé d'un certain nombre d'affirmations à utiliser pour évaluer votre expérience. Merci d'exprimer votre degré d'accord avec chaque affirmation en cochant le cercle correspondant (de 1=Pas du tout d'accord à 7=Tout à fait d'accord).

Soyez spontané(e), votre réponse doit refléter votre première impression. Merci d'évaluer chaque affirmation même si vous estimez qu'elle ne correspond pas complètement à votre expérience. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse. Seule votre opinion compte !

<b>Perception de l'application mobile BACK-4P</b>	1	2	3	4	5	6	7
1. L'application mobile BACK-4P est facile à utiliser.							
2. L'application mobile BACK-4P est conçue de manière créative.							
3. Les fonctionnalités de l'application mobile BACK-4P sont parfaitement adaptées à mes objectifs.							
4. L'application mobile BACK-4P me donne une meilleure image auprès des autres.							
5. Je ne peux pas vivre sans l'application mobile BACK-4P.							
6. Le design a l'air attrayant.							
7. On perçoit rapidement comment utiliser l'application mobile BACK-4P.							
8. À travers l'application mobile BACK-4P, on me perçoit différemment.							
9. Je considère l'application mobile BACK-4P comme extrêmement utile.							
10. L'application mobile BACK-4P est comme un ami pour moi.							
11. L'application mobile BACK-4P est élégante.							
12. Si je perdais l'application mobile BACK-4P, j'en serai dévasté.							
13. L'utilisation de l'application mobile BACK-4P est facile à comprendre.							
14. Mes amis peuvent bien être envieux de l'application mobile BACK-4P.							
15. À l'aide de l'application mobile BACK-4P, je peux atteindre mes objectifs.							
<b>Emotions</b>	1	2	3	4	5	6	7
16. L'application mobile BACK-4P m'enthousiasme.							

17. L'application mobile BACK-4P me fatigue.							
18. L'application mobile BACK-4P m'énerve.							
19. L'application mobile BACK-4P me détend.							
20. L'application mobile BACK-4P me frustre.							
21. L'application mobile BACK-4P m'ennuie.							
22. L'application mobile BACK-4P m'apaise.							
23. Quand j'utilise l'application mobile BACK-4P, je me sens joyeux.							
<b>Conséquences sur l'usage</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
24. Si je le pouvais, j'utiliserais l'application mobile BACK-4P chaque jour.							
25. Je n'échangerais l'application mobile BACK-4P contre aucune autre.							
26. Je suis impatient-e d'utiliser l'application mobile BACK-4P à nouveau.							
27. Par rapport à l'application mobile BACK-4P, les autres applications pour gérer la lombalgie ont l'air moins perfectionnées.							
28. Je n'hésiterais pas à choisir l'application mobile BACK-4P (à nouveau)							
29. Quand j'utilise l'application mobile BACK-4P, il m'arrive de perdre la notion du temps.							

### Évaluation globale

30. Pour conclure, comment évalueriez-vous l'application mobile BACK-4P dans son ensemble ?

-5 : Mauvais	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5 : Bon
-----------------	----	----	----	----	---	----	----	----	----	-------------

## Annexe 8 : Tens-Task traduit en français

Réfléchissez à votre expérience d'utilisation de l'application BACK-4P pour gérer votre lombalgie et évaluez votre accord avec les affirmations suivantes (de 1=Pas du tout d'accord à 5=Tout à fait d'accord) :

	1	2	3	4	5
1. Je me sens confiant dans ma capacité à gérer ma lombalgie avec l'application BACK-4P.					
2. C'est facile de gérer ma lombalgie avec l'application BACK-4P.					
3. Je trouve que gérer ma lombalgie avec l'application BACK-4P est trop ambitieux.					
4. Je trouve que gérer ma lombalgie avec l'application BACK-4P est trop difficile à faire régulièrement.					
5. Je me sens obligé de gérer ma lombalgie avec l'application BACK-4P.					
6. Je ne gère ma lombalgie avec l'application BACK-4P que parce que je dois le faire.					
7. Je gère ma lombalgie avec l'application BACK-4P parce que d'autres personnes veulent que je le fasse.					
8. Je me sentirai coupable si je ne gérais pas ma lombalgie avec l'application BACK-4P.					



## Annexe 9 : Retours utilisateurs

Pour terminer, merci de nous renseigner votre avis sur l'application. N'hésitez pas à notifier tout ce qui vous vient à l'esprit spontanément, il n'y a pas de bonnes ou mauvaises réponses, le but est d'améliorer l'application actuelle.

### Adaptation (pour les utilisateurs du groupe Adapté)

Lisez-vous les messages du jour ?



Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Jamais
- Rarement
- Souvent
- Toujours

Qu'avez-vous pensé des messages du jour ?  
Veillez répondre aux affirmations suivantes en fonction de votre niveau d'accord (de 1 = Pas du tout d'accord à 5 = Tout à fait d'accord)  
Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5
Les messages du jour étaient clairs					
La présentation des messages du jour était esthétique					
Les messages du jour étaient en accord avec mes besoins					
Les messages du jour étaient motivants					

Pourquoi ? \_\_\_\_\_

Utilisez-vous le gros bouton en dessous de "Ma Priorité" sur la page d'accueil ?



Veillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- Jamais
- Rarement
- Souvent
- Toujours

Qu'avez-vous pensé des priorités qui vous étaient proposées ? Veuillez répondre aux affirmations suivantes en fonction de votre niveau d'accord (de 1 = Pas du tout d'accord à 5 = Tout à fait d'accord)

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5
Les priorités proposées étaient en accord avec mes besoins					

Pourquoi ? \_\_\_\_\_

### **Impression globale**

Veuillez répondre aux affirmations suivantes en fonction de votre niveau d'accord (de 1 = Pas du tout d'accord à 5 = Tout à fait d'accord)

Choisissez la réponse appropriée pour chaque élément :

	1	2	3	4	5
L'application mobile BACK-4P est suffisamment adaptées/personnalisées à mes besoins.					
L'application mobile BACK-4P a répondu à mes attentes initiales.					

Plus globalement, avez-vous des commentaires/suggestions vis-à-vis de l'application mobile BACK-4P ? (en terme d'amélioration, de personnalisation, de fonctionnalités, de contenu ou d'esthétisme)

\_\_\_\_\_

### **Merci pour votre aide !**

Grâce à votre contribution nous allons pouvoir améliorer cette première version de l'application BACK-4P. Nous vous invitons à désinstaller l'application de votre téléphone. Si vous choisissez de continuer à l'utiliser, les données d'utilisation (logs de connexion, activité de consultations, données auto-rapportées etc....) continueront d'être collectées.

Nous sommes à votre disposition pour toutes questions.

L'équipe BACK-4P

Contact : back4p@lisn.fr

## **Annexe 10 : Avis du CER de l'Université Paris-Saclay**



**Avis émis par le Comité d’Ethique pour la Recherche (CER) de  
l’Université Paris-Saclay**

Numéro de dossier : 378  
Titre de l'étude : : Etude sur la prise en compte du profil des  
utilisateurs pour l'adaptation d'une intervention numérique pour  
patients lombalgiques chroniques  
Demandeur de l'étude : Pr Jean-Claude MARTIN  
Dates de l'étude : réception de l'avis ..septembre 2022  
Date de réception de la demande : 04/12/2021  
Etablissement et laboratoire de rattachement : LISN  
Lieu(x) de l'étude : Au domicile des participants  
Version d'avis : 2  
Avis précédemment donné (si pas 1<sup>ère</sup> évaluation) : 29 avril 2022  
Date envoi de l'avis : 2022

**Tenant compte des spécifications fournies par le demandeur, sur  
proposition des rapporteurs, le comité adopte l'avis suivant :**

### **Avis 1. Favorable**

**La référence associée à cet avis est la suivante : CER-Paris-Saclay-2022-011**

## Annexe 11 : Avis du DPD du CNRS

Informations issues du registre UMR9015 / 2-22222



CNRS | Service Protection des Données  
2, rue Jean Zay | 54519 Vandoeuvre  
03 83 85 64 26  
dpd.demandes@cnrs.fr

La délivrance de ce **certificat** signifie que votre traitement a été porté au registre tenu par la DPD du CNRS et que votre dossier est formellement complet. Vous pouvez mettre en œuvre votre traitement.

En tout état de cause, vous êtes tenus de respecter les obligations prévues par la loi et notamment :

- 1 - la définition et le respect de la finalité du traitement.
- 2 - la pertinence des données traitées.
- 3 - la conservation pendant une durée limitée des données.
- 4 - la sécurité et la confidentialité des données.
- 5 - le respect des droits des intéressés : information sur leur droit d'accès, de modification et d'opposition.

Pour davantage d'informations, Veuillez consulter le site du [Service de Protection des Données](#).

Gaëlle BUJAN

Déléguée à la Protection des Données du CNRS

Numéro de traitement	2-22222
Enregistrement	16/11/2022
Responsable de traitement	<ul style="list-style-type: none"><li>• UMR9015 - Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique Sophie ROSSET - <a href="mailto:sophie.rosset@limsi.fr">sophie.rosset@limsi.fr</a> rue Belvédère, rue Raimond Castaing, Bt507, Bt650 91190 ST AUBIN</li></ul>
Mise en oeuvre	<ul style="list-style-type: none"><li>• UMR9015 - Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique Equipe CPU Florian DEBACKERE - 0630900273 - <a href="mailto:florian.debackere@limsi.fr">florian.debackere@limsi.fr</a> rue Belvédère, rue Raimond Castaing, Bt507, Bt650 91190 ST AUBIN</li></ul>
Finalité et objectif	Tester l'application mobile que nous avons conçue dans le cadre du projet BACK 4P. Ses objectifs sont de favoriser la motivation à l'activité physique, le sentiment d'auto-efficacité, diminuer les peurs et croyances envers l'activité physique, et les symptômes dépressifs.

CNRS | SPD | 18/11/2022