



HAL
open science

Démarche de conception participative d'une application mobile motivationnelle pour l'autogestion de la lombalgie chronique

Florian Debackere, Céline Clavel, Alexandra Roren, François Rannou, Christelle Nguyen, Viet-Thi Tran, Isabelle Boutron, Yosra Messai, Jean-Claude Martin

► To cite this version:

Florian Debackere, Céline Clavel, Alexandra Roren, François Rannou, Christelle Nguyen, et al.. Démarche de conception participative d'une application mobile motivationnelle pour l'autogestion de la lombalgie chronique. 34th International Francophone Conference on Human-Computer Interaction, Apr 2023, Troyes (France), France. 10.1145/3583961 . hal-04014976

HAL Id: hal-04014976

<https://hal.science/hal-04014976v1>

Submitted on 5 Mar 2023

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.

Démarche de conception participative d'une application mobile motivationnelle pour l'autogestion de la lombalgie chronique

Co-design process of a motivational mobile application for the self-management of chronic low back pain

Florian, F.D., Debackere

Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique, Orsay, France,
florian.debackere@lisn.fr

Céline, C.C., Clavel

Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique, Orsay, France,
celine.clavel@lisn.fr

Alexandra, A.R., Rören

Université de Paris, Service de Rééducation et de Réadaptation de l'appareil locomoteur, Hôpital Cochin, AP-HP, Paris, France, alexandra.roren@aphp.fr

François, F.R., Rannou

Université de Paris, Service de Rééducation et de Réadaptation de l'appareil locomoteur, Hôpital Cochin, AP-HP, Paris, France, francois.rannou@aphp.fr

Christelle, C.N., Nguyen

Université de Paris, Service de Rééducation et de Réadaptation de l'appareil locomoteur, Hôpital Cochin, AP-HP, Paris, France, christelle.nguyen2@aphp.fr

Viet-thi, V-T.T., Tran

Université de Paris, CRESS-INSERM, Centre d'Epidémiologie Clinique, Hôpital Hôtel-Dieu, AP-HP, Paris, France, thi.tran-viet@aphp.fr

Isabelle, I.B., Boutron

Université de Paris, CRESS-INSERM, Centre d'Epidémiologie Clinique, Hôpital Hôtel-Dieu, AP-HP, Paris, France, isabelle.boutron@aphp.fr

Yosra, M.Y., Messai

Fondation Arthritis R&D, Paris, France, yosra.messai@fondation-arthritis.org

Jean-Claude, J-C.M., Martin

Université Paris-Saclay, CNRS, Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique, Orsay, France, jean-claude.martin@u-psud.fr

The market for mobile health applications is growing rapidly, but few of these applications are based on evidence-based guidelines. In the case of chronic low back pain, some studies have attempted to identify user needs in order to propose recommendations for the design of digital interventions. However, the specification of human-machine interactions adapted to these needs is poorly described. In this study, we propose a participatory design approach for the design of a mobile application to support self-management of low back pain. We present the results of qualitative and quantitative methods to identify patients' needs and specify the associated human-machine interactions. Then we present the results of workshops conducted with patients in order to validate the human-machine interactions adapted to the previously identified needs. Finally, we propose several recommendations for the design of a mobile application for self-management of chronic low back pain.

CCS CONCEPTS • Human-centered computing • User studies • HCI design and evaluation methods

Additional Keywords and Phrases: mhealth, user-centred design, chronic low back pain

Le marché des applications mobiles pour la santé est en pleine expansion, mais peu de ces applications reposent sur des directives fondées sur des preuves. Dans le cas de la lombalgie chronique, certaines études ont tenté d'identifier les besoins des utilisateurs afin de proposer des recommandations pour la conception d'interventions digitales. Cependant, la spécification des interactions humain-machine adaptées à ces besoins est peu décrite. Dans cette étude, nous proposons une démarche de conception participative pour la conception d'une application mobile d'aide à l'autogestion de la lombalgie. Nous présentons les résultats de méthodes qualitatives et quantitatives pour identifier les besoins des patients et spécifier les interactions humain-machine associées. Ensuite nous présentons les résultats des ateliers menés avec des patients afin de valider les interactions humain-machine adaptées aux besoins identifiés précédemment. Enfin, nous proposons plusieurs recommandations pour la conception d'une application mobile d'autogestion de la lombalgie chronique.

Mots-clés additionnels : mhealth, conception centré utilisateur, lombalgie chronique

Reference:

IHM '23, April 3-6, Troyes, France

This is the author's draft version of the work. It is posted here for your personal use. Not for distribution. The definitive version of record was published in IHM '23: Proceedings of the 34th Conference on l'Interaction Humain-Machine.

ISBN 978-1-4503-9825-1

<https://doi.org/10.1145/3583961.3583976>

1 INTRODUCTION

La lombalgie, appelée communément « mal de dos », est un problème de santé publique majeur qui augmente avec le vieillissement de la population. Cette maladie constitue la principale cause d'années de vie vécues en situation de handicap dans le monde, mais elle est aussi la première cause d'invalidité chez les salariés [1]. Dans la majorité des cas, le principal traitement recommandé est la pratique d'activités physiques adaptées et d'exercices thérapeutiques. L'enjeu est de réussir à motiver les patients afin qu'ils adoptent un comportement de santé (e.g. activité physique régulière, attitude envers la douleur) leur permettant de gérer leur handicap. Dans cette perspective, les professionnels de santé utilisent le modèle bio-psycho-social pour soutenir les patients [2]. Cette approche multidimensionnelle englobe l'aspect physique ainsi que les facteurs psychologiques et environnementaux en s'appuyant sur une décision médicale partagée et des programmes de rééducation multiprofessionnels. Cependant, la prise en charge actuelle des lombalgies chroniques comprend des programmes de réhabilitation coûteux ce qui réduit leur porté et leur efficacité [3].

Les interventions numériques telles que les applications Web de santé (cybersanté) ou de santé mobile (mHealth) ont un grand potentiel pour améliorer la santé de la population ainsi que l'efficacité et la portée des prestations de soins [4]. Leurs utilisations auprès de personnes atteintes de maladies chroniques comme la lombalgie ont déjà fait l'objet de plusieurs études. Celles-ci 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 [5,6] ainsi que l'amélioration de la douleur et du handicap à court terme pour des patients souffrant de lombalgies chroniques [7]. Récemment, l'application Self-Back conçue pour fournir un soutien à l'autogestion de la lombalgie a été évaluée dans un essai contrôlé randomisé [8]. Les résultats ont montré une diminution de l'invalidité liée à la douleur à 3 mois mais celle-ci était trop faible et d'une importance clinique incertaine. Bien qu'il existe de nombreuses applications disponibles pour l'autogestion de la lombalgie, leur efficacité pour améliorer les résultats des patients est rarement évaluée empiriquement [9]. Des évaluations récentes des applications interactives disponibles dans le commerce ont révélé que la conception de la grande majorité d'entre elles ne reposent pas sur un cadre scientifique [10]. Ainsi, la littérature suggère aux développeurs d'applications mobiles de travailler en étroite collaboration avec les professionnels de santé, les chercheurs et les patients pour s'assurer que le contenu de l'application et de ses interactions humain-machine soit précis, fondé sur des preuves et engageant [11].

Le projet dans lequel s'inscrit cette recherche a pour ambition de suivre ces directives afin de concevoir une application mobile interactive de coaching personnalisé. Ce projet est développé en partenariat avec des professionnels de santé spécialisés dans la prise en charge de la lombalgie, et des chercheurs en Interaction Humain-Machine. La présente étude décrit les résultats d'une démarche de conception participative permettant d'identifier les besoins des patients lombalgiques et les attentes associées pour la conception d'une application mobile interactive à destination des patients. L'analyse des résultats nous permet ensuite d'émettre plusieurs recommandations pour la conception d'une intervention digitale d'aide à l'autogestion de la lombalgie.

2 REVUE DE LITTÉRATURE

2.1 Conception de mHealth

Fogg [12] a été un des initiateurs des recherches en technologies dites persuasives et de leur application à la santé dans le but d'influencer et de modifier positivement les comportements des individus. Pour cela il s'est inspiré des travaux menés en psychologie sur les techniques de persuasion visant à influencer l'attitude des individus. Dans le modèle Persuasive System Design (PSD) [14], Oinas-Kukkonen et al. présentent une catégorisation des principales stratégies persuasives à appliquer lors de la conception de ces systèmes interactifs. Plus récemment, le même auteur a développé le concept de système d'aide au changement de comportement (BCSS) [14] en matière de santé qu'il définit comme des technologies permettant de former, altérer ou renforcer des attitudes, des comportements ou des actes sans utiliser la coercition ou la tromperie. Michie et al. [15] ont proposé un cadre de conception appelé « Behaviour change wheel » pour la conception de système interactif d'aide au changement de comportement basé sur le model COM-B. Dans ce modèle, le comportement est prédit par trois facteurs en interaction : la capacité, l'opportunité et la motivation. Ce cadre de conception identifie les fonctions et les politiques associées pouvant soutenir ces facteurs. 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 [16]. D'autres cadres de conception ont été proposés pour encadrer le développement de technologies interactives dites « positives » [17]. Par exemple, METUX est un cadre de conception pour des technologies visant le bien-être basé sur la Théorie de l'Auto-Détermination [18,19]. Ce cadre guide la conception et l'évaluation de technologies interactives visant à faciliter

l'engagement, la motivation et l'expérience utilisateur en se focalisant sur la satisfaction des besoins identifiés par la TAD : autonomie, compétence et affiliation. Ces besoins doivent être pris en compte à travers six "sphères" : l'adoption de l'application, l'interaction humain-machine avec l'application, les tâches réalisées grâce à l'application, les comportements qui en résultent, la vie de l'utilisateur et plus généralement la société.

La démarche de conception centrée utilisateur définit, selon la norme ISO 9241-210, cinq critères d'application et de mise en œuvre : (1) La prise en compte en amont des utilisateurs, de leurs tâches et de leur environnement, (2) la participation active des utilisateurs (e.g. conception participative), garantissant la fidélité des besoins et des exigences liées à leurs tâches, (3) la répartition appropriée des fonctions entre les utilisateurs et la technologie, (4) l'itération des solutions de conception, jusqu'à satisfaction des besoins et des exigences exprimés par les utilisateurs et (5) l'intervention d'une équipe de conception multidisciplinaire, visant une expérience utilisateur optimale. Cette méthodologie est grandement recommandée dans la littérature pour la conception de mHealth, notamment dans le cadre de la lombalgie [20].

2.2 Travaux connexes

Les interventions de santé numériques ayant pour objectif de promouvoir l'activité physique proposent ce qu'on appelle des systèmes d'e-coaching. Selon Kamphorst [21] un système d'e-coaching se définit comme "une entité artificielle qui peut observer, raisonner, apprendre et prédire les comportements d'un utilisateur, dans son contexte et dans le temps. Le système s'engage de manière proactive dans une conversation collaborative continue avec l'utilisateur afin d'aider à la planification et de promouvoir la réalisation d'objectifs efficaces grâce à l'utilisation de techniques de persuasion." Cela a ouvert un axe de recherche sur l'utilisation d'agents conversationnels animés ou agents virtuels interactifs pour éduquer ou coacher les comportements de santé [22]. Olafsson et al. [23] ont développé une plateforme dans laquelle de tels agents virtuels jouent le rôle de praticiens et peuvent interagir avec l'utilisateur selon la technique de l'entretien motivationnel. Bickmore et al. [24] ont conçu et évalué un agent animé sur téléphone portable pour des patients atteints de pathologies chroniques. Plusieurs études décrivent la conception et l'évaluation d'agents animés ayant un rôle de coach sportif. Une étude a ainsi comparé un coach virtuel animé à une vidéo d'un coach humain durant une activité sportive sur un vélo d'appartement [25] afin d'étudier l'impact de la cohérence entre les traits de personnalité de l'utilisateur et ceux de l'agent virtuel.

Concernant l'expérience utilisateur actuelle des mhealth pour promouvoir l'activité physique, Carter et al. [26] ont identifié cinq thèmes principaux influençant cette notion : les facteurs personnels, les changements de pensée qui soutiennent l'activité physique, l'expérience des fonctionnalités, l'expérience de l'activité physique personnalisée et les problèmes techniques et utilisateurs. Pour ce qui est des applications mobiles pour la gestion de la douleur, celles-ci sont jugées pratiques et appréciables par les patients et les professionnels de santé [27]. Cependant, la généralisation des résultats est limitée en raison de l'hétérogénéité des participants inclus dans les essais et des durées d'intervention [28]. Dans le cas de la gestion de la lombalgie, la plupart des interventions digitales ne montrent pas d'effets bénéfiques significatifs [29]. Néanmoins, l'évaluation du contenu de ces applications a permis d'identifier certaines catégories : matériel éducatif sur la douleur, activités de bien-être général, conseils d'exercice et objectifs, communauté électronique et récits de patients. Les éléments interactifs rapportés dans les études comprenaient la tenue d'un journal, le dialogue utilisateur/système permettant de créer des informations individualisées, 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 motivationnelles ciblées et des forums de discussion en ligne avec des pairs et des professionnels de santé. L'opinion des patients concernant les obstacles à l'adhésion d'un programme d'exercices à domicile et les

attentes concernant les nouvelles technologies ont aussi été recueillies [30]. Les résultats montrent que l'adhésion aux programmes d'exercices à domicile pourrait être facilitée par l'augmentation de l'attrait aux programmes (programmes évolutifs, gamification, accessibilité dans l'environnement), en améliorant les performances des patients (proposer un modèle tel que des vidéos de démonstration, fournir un retour d'informations) et en favorisant le sentiment de soutien. Les patients relativement jeunes préféreraient un soutien visuel et dynamique et un retour d'information sur leurs performances. Alors que les patients relativement âgés réclameraient la possibilité d'être guidés lors des exercices. 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 feedback utilisée [31]. 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 [32].

Bien que plusieurs études aient tenté d'identifier les besoins et attentes des patients et d'évaluer les contenus ou fonctionnalités disponibles dans les applications actuelles, il reste difficile d'émettre des liens envers ces deux types d'analyses. Par ailleurs, peu d'études proposent de méthode centrée-utilisateur précise pour concevoir des applications interactives motivationnelles adaptées à des pathologies chroniques spécifiques comme la lombalgie.

Dans ce travail, nous tentons d'apporter plus de connaissances dans ce domaine en proposant une méthodologie de conception participative qui nous permet de récolter les besoins et attentes des patients et d'aboutir à plusieurs recommandations pour la conception d'application mobile pour l'auto-gestion de la lombalgie.

3 IDENTIFICATION DES BESOINS DES UTILISATEURS

Dans cette section nous présentons les résultats de deux études menées auprès de patients lombalgiques afin d'identifier leurs besoins à travers la prise en charge par les professionnels de santé et leur gestion quotidienne de la pathologie. 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.

3.1 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 un service spécialisé dans le traitement de la lombalgie. Ces observations avaient pour but de répondre à 2 objectifs principaux : (1) identifier les activités et thématiques abordées lors de du programme, et (2) analyser l'expérience des patients, leurs difficultés et les opportunités saisies par les professionnels de santé pour y faire face.

3.1.1 Méthode

3.1.1.1 Participants

Au total, 3 patients sont venus 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 récolté lors de l'analyse des observations.

3.1.1.2 *Procédure*

Le programme multidisciplinaire d'éducation et de thérapie par l'exercice comprend 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 [33]. La première séance observée (6 heures) fut réalisée le 19/01/21. La deuxième (4 heures) s'est produite environ 10 jours plus tard, le 02/02/21.

3.1.1.3 *Analyses*

Pour la récolte des données, nous avons construit des grilles d'observations à partir des objectifs établis puis nous avons utilisé la méthodologie des cartes d'expériences pour synthétiser les résultats. Celle-ci consiste à rassembler les étapes (ateliers du programme) de manière chronologique, en décrivant pour chacune les actions, les émotions et les pensées des patients, ainsi que les opportunités associées. Les cartes d'expériences sont présentées en annexe (*Annexe A.1*). La graduation émotionnelle est une représentation subjective des observateurs afin de donner une idée de l'état des patients durant chaque action. Les pensées reprennent les principaux verbatims des patients, avec un code couleur différent pour la patiente septuagénaire (vert) et le patient sexagénaire (bleu). Enfin, les opportunités représentent les contributions des professionnels de santé ou des patients pour soutenir les actions menées.

3.1.2 *Résultats*

Lors du programme, les professionnels de santé semblent répondre à 4 besoins : un besoin de connaissance, d'activité physique, de gestion de la douleur, d'ergonomie au quotidien et plus globalement d'accompagnement. L'expérience des patients envers le programme était très positive grâce aux feedbacks personnalisés, à l'adaptation des exercices physiques en fonction de leurs caractéristiques spécifiques, aux explications claires et complètes et aussi et surtout grâce au suivi proposé (un système de télé-soin leur est mis à disposition à la suite des deux journées). En effet, au cours de leur pratique, les soignants ont constaté un taux important d'abandon chez les patients après le suivi du programme, ayant un impact très négatif sur leur gestion de la pathologie. D'ailleurs, notons qu'un patient n'est pas allé au bout du programme, ce qui a réduit nos observations sur seulement 2 patients.

3.2 **Entretiens exploratoires**

Des entretiens semi-directifs ont été menés par une chercheuse en psychologie dans l'objectif 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.

3.2.1 *Méthode*

3.2.1.1 *Participants*

Nous présentons les résultats de deux entretiens : une femme de 31ans le 12/07/19 et un homme de 68ans le 23/07/19.

3.2.1.2 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.

3.2.1.3 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 A.2*). Les données similaires entre les entretiens sont en vert et les contradictions en orange.

3.2.2 Résultats

Pour commencer, des divergences ont pu être notées concernant le début de la pathologie pour les deux participants. La patiente de 31 ans indique souffrir depuis 5 ans suite à une chute alors que le patient de 68 ans dit présenter des symptômes depuis une quinzaine d'année. Les deux patients témoignent d'une douleur constante, mais la plus jeune semble présenter plus souvent de crises aiguës au quotidien. La posture à risque pour ce genre de crise est d'être debout et statique comme lors des transports en commun ou dans des files d'attente. Alors que pour le patient plus âgé, les moments relevés 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 encore intégrés dans son quotidien. Concernant l'impact de la pathologie sur la vie des patients, des différences sont 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 envers 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 proposant une variété d'exercices et en 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 proposé 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. Le tableau des résultats détaillés est fourni en annexe.

4 ATTENTES DES UTILISATEURS ENVERS UNE APPLICATION MOBILE

Un questionnaire en ligne a été construit pour mesurer à plus grande échelle les attentes des patients envers une application mobile.

4.1 Méthode

4.1.1 Participants

Au total 110 patients lombalgiques d'une e-cohorte nationale 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.

4.1.2 Procédure

Le questionnaire comporte 55 questions, avec des questions ouvertes et des échelles de mesure sur différents aspects reposant sur les hypothèses basées sur les données présentées dans la littérature [29,30] et les résultats de la section précédente. Ainsi, 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 :

1. Mesurer 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)).
2. Mesurer le 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).
3. Mesurer 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)).

4.1.3 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.

4.2 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 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.

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%). 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 pour 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 1). 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 1). 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%).

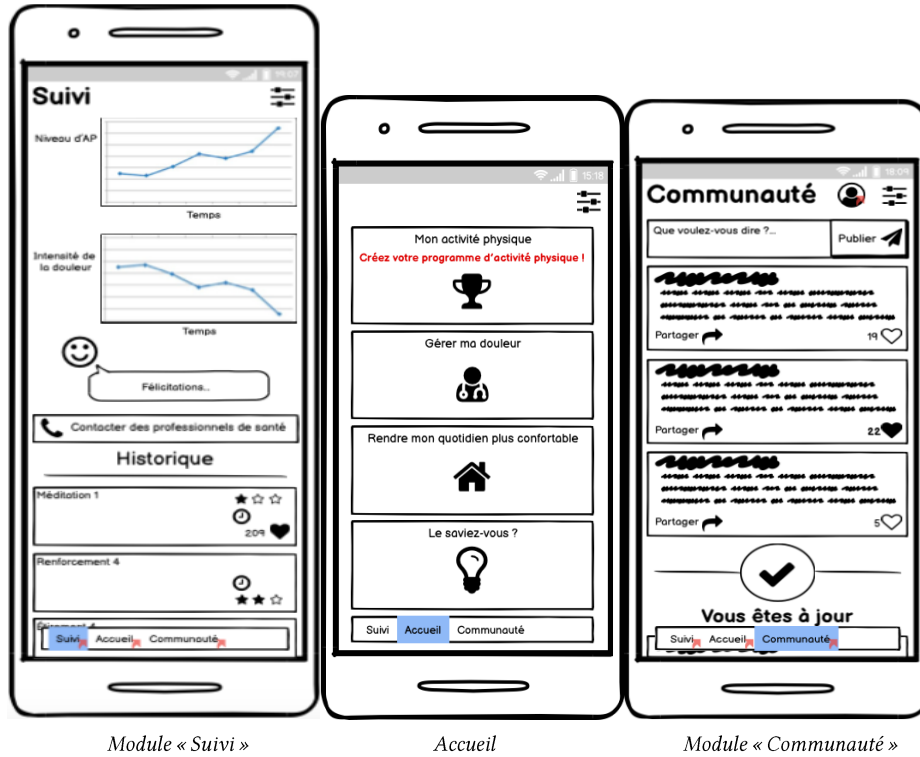
Pour finir avec les propositions de fonctionnalités, les participants montrent des scores d'accord pour le partage d'informations faible mais positif avec le médecin (3,52/5) et négatif avec les amis/famille (1,76/5) et d'autres patients (2,7/5).

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 1). Concernant la fréquence, 54% indiquent préférer en 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 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).



Figure 1 : Nuages de mots des avis des participants pour les modules « Activité physique » et « Gestion de la douleur » et pour les notifications

La Figure 2 présente la maquette de l'application résultant des études présentées et permettant de guider les ateliers de co-conception présentés dans la prochaine section.

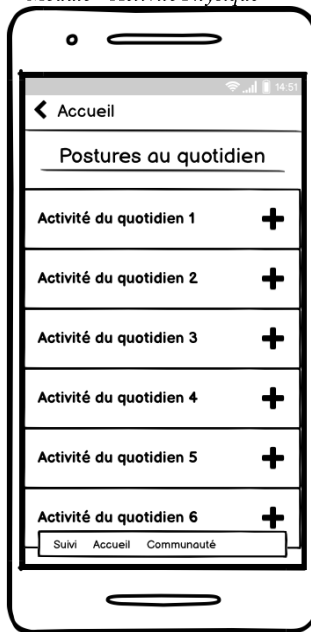




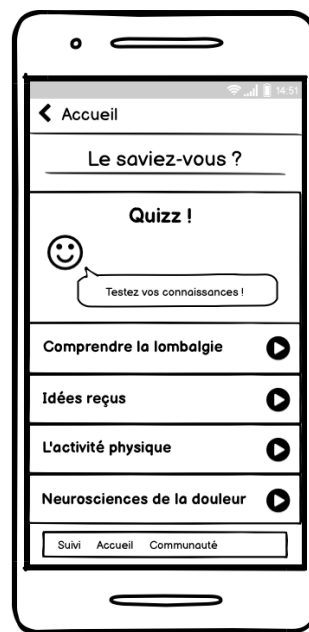
Module « Activité Physique »



Module « Gestion de la douleur »



Module « Ergonomie »



Module « Connaissance »

Figure 2 : Première maquette de l'application mobile d'aide à l'autogestion de la lombalgie conçue avec le logiciel balsamiq

5 CONCEPTION DU PROTOTYPE FINAL

Grâce aux résultats des sections précédentes, une première maquette sous forme de wireframes a pu être construite en collaboration avec des professionnels de santé (*Figure 2*). Néanmoins, en accord avec une démarche de conception participative, cette proposition ne constitue qu'une ébauche qui nécessite d'être retravaillée avec les patients pour répondre au plus près de leurs attentes. Dans cette section nous présentons les résultats de plusieurs ateliers menés avec des patients dans l'objectif de valider des interactions humain-machine associées aux besoins et attentes identifiés précédemment.

5.1 Méthode

5.1.1 Participants

Au total, 10 patients ont pu participer 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. Concernant le groupe de 5 patients (3 femmes et 2 hommes ; 37-54 ans), tous étaient suivis en hôpital de jour. Pour les participants aux ateliers individuels, 4 femmes et 1 homme ont participé (22-51 ans). Concernant la catégorie socioprofessionnelle, nous avons 4 professions intermédiaires, 3 cadres et professions intellectuelles supérieures, 2 employés et 1 commerçant.

5.1.2 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 trouvions à cette période, l'ensemble des ateliers 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. [34] et étaient découpés en 3 temps :

- L'introduction : cette étape vise à présenter les objectifs et le déroulement de l'atelier, à identifier les expériences précédentes et les attentes générales envers une application mobile pour l'autogestion de la lombalgie et l'apport d'un agent virtuel pour personifier le coaching de l'application.
- L'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 wireframes (maquettes d'écran conçus avec le logiciel balsamiq, *Figure 2*) : Module « Activité physique », Module « Gestion de la douleur », Module « Ergonomie », Module « Connaissance », Module « Suivi » et Module « Communauté ». Bien que le partage d'information avec des pairs a été jugé peu utile dans le questionnaire, les entretiens exploratoires nous avaient permis d'identifier un besoin de soutien social et de partage d'expérience chez certain patient. C'est pourquoi nous avons prototypé le module « Communauté », afin de creuser cette question avec les participants.
- La conclusion : les participants étaient invités à donner leur avis général envers l'intervention proposée et les améliorations possibles.

Chaque module a été abordé en suivant la trame suivante : (1) présentation des wireframes sans aucune description, (2) récolte de l'avis des participants concernant leurs impressions et leur compréhension, (3) description des wireframes 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.

5.1.3 Analyses

La synthèse des résultats est présentée sous forme de tableau avec les avis récurrents voir 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.

5.2 Résultats

Tous les participants ont indiqué ne pas connaître d'application mobile pour la lombalgie. Concernant les attentes générales, on retrouve 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. Pour l'apport d'un coach virtuel, l'avis est mitigé. Pour ce qui est de sa représentation, les patients attendent un physique humain sportif mais pas complexant et spécialisé dans la lombalgie.

Pour le module « Activité physique », les patients ont préféré les programmes préconçus plutôt qu'un listing d'exercices. 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 gamification 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 pas, 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 timing ont été donné pour demander ce feedback. Aussi, les patients attendent de pouvoir enregistrer la localisation de leur douleur, les éléments de contexte et les conséquences. En fonction une réponse doit être donné par l'application. Pour cela, les exercices de méditation sont très appréciés. Les patients sont aussi très intéressés par un listing de conseils en cas de forte douleur. Le chatbot est quant à lui invalidé par les patients pour l'accompagnement en cas de douleur.

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

Le module « Connaissance » propose des quizz concernant la lombalgie, les bienfaits de l'activité physique, les fausses croyances et les mécanismes de la douleur. Toutes ces thématiques ont été validées.

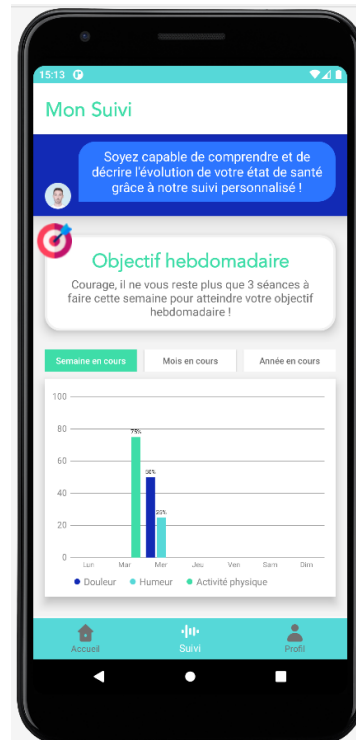
Pour le module « Suivi », les patients attendent plus de détails de l'évolution avec un graphique qui présentent les données sur la semaine, le mois et l'année. Aussi, ils attendent des encouragements et des récompenses en fonction de l'évolution. Le contact avec un professionnel de santé ne semble pas adapté selon les patients 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 patients bien que le partage d'informations et d'expériences semble susciter de l'intérêt.

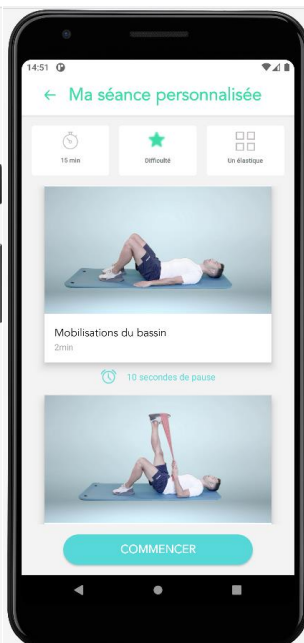
Pour conclure, les patients ont indiqué que l'application répond aux principales attentes. Ils rapportent se sentir confiant en leurs capacités à l'utiliser fréquemment voire quotidiennement. Le tableau de détail des résultats est présenté en annexe (*Annexe 1.3*). La *Figure 3* présente la maquette finale de l'application produite sur Adobe XD.



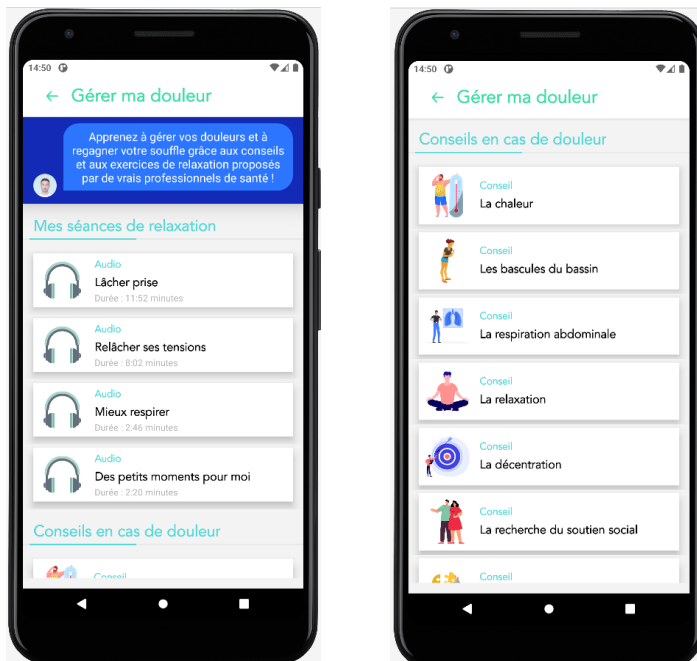
Accueil



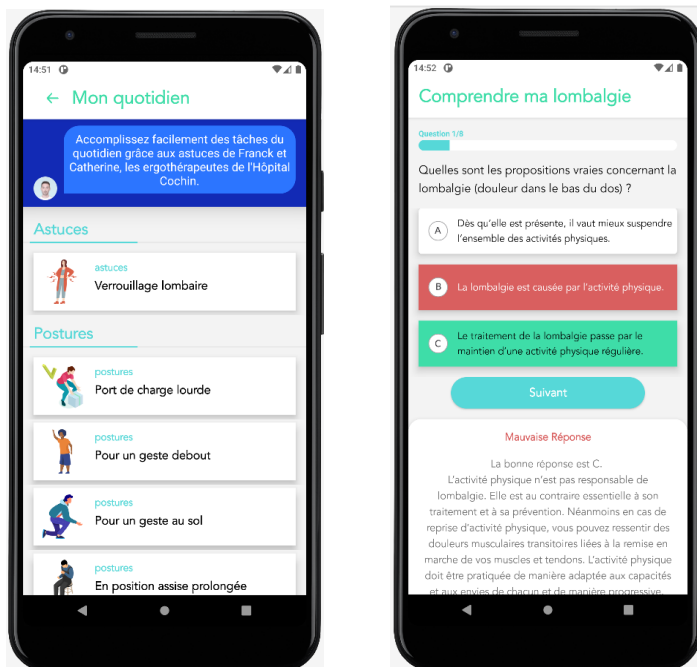
Module « Suivi »



Module « Activité physique »



Module « Gestion de la douleur »



Module « Ergonomie »

Module « Connaissance »

Figure 3 : Maquette finale de l'application mobile d'aide à l'autogestion de la lombalgie conçue avec le logiciel Adobe XD

6 DISCUSSION

Dans cette section nous discutons des résultats des études menées pour identifier les besoins des patients et les spécifications des attentes envers une application mobile d'autogestion de la lombalgie. Pour finir, nous proposons des recommandations pour le développement d'intervention digitale dans ce contexte.

Tout d'abord, les observations menées ont permis de mettre en lumière 4 besoins pour la gestion de la lombalgie : un besoin de connaissance, d'activité physique, de gestion de la douleur, d'ergonomie au quotidien et plus globalement d'accompagnement. Afin d'identifier des besoins et attentes plus spécifiques à l'expérience quotidienne de la pathologie, nous avons effectué des entretiens semi-directifs auprès de deux patients. Bien que notre faible échantillon ne nous permette pas d'émettre de lien entre les caractéristiques socio-démographiques ou cliniques et les attentes ou besoins exprimés par les participants, il est intéressant de constater une cohérence avec certaines données présentées dans la littérature [30]. En effet, pour la patiente de 31 ans, deux nouveaux besoins sont apparus : un besoin de soutien social et de 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 techniques de gestion de la douleur (e.g. méditation). Tandis que le patient plus âgé présentait surtout un besoin de connaissance. Aussi, l'idée d'une application l'intéressait principalement pour un accompagnement et un suivi personnalisé dans la pratique de l'activité physique.

Le questionnaire que nous avons administré avait pour objectif de récolter à plus grande échelle les attentes des patients envers une application mobile. Dans l'ensemble, les résultats étaient en accord avec les précédentes attentes identifiées. Les participants indiquent en très grande majorité 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 théorie de l'autodétermination. Selon la TAD, 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 [35]. Nos résultats montrent que la particularité de notre population serait qu'elle ne souhaite pas répondre à ce besoin par une relation directe comme le dialogue mais plutôt par l'intermédiaire de témoignages afin de modérer le contenu échangé.

Aussi, il est important de prendre en considération la représentativité de notre échantillon. Pour ce qui est de la répartition des âges, nos résultats semblent en accord avec la littérature, indiquant une augmentation de la prévalence avec l'âge. 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 [36]. De plus, notons que notre mode d'administration (électronique) peut aussi 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 [37], 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. Aussi, une ouverture de ce travail pourrait être de comparer les attentes récoltées avec un échantillon de personnes non-lombalgiques pour identifier la portée de ces résultats.

7 RECOMMANDATIONS

Finalement, les résultats de ces travaux nous permettent d'émettre 4 recommandations pour la conception d'une application mobile d'aide à l'autogestion de la lombalgie chronique :

7.1 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, ce sont des détails plus spécifiques qu'attendent 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 multimédia et les bénéfices perçus. Apporter du sens permettrait de rendre les patients plus compétents envers leur pratique et pourrait donc favoriser leur motivation autonome [18,19]. Cependant, dans le cas de la lombalgie, 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 ne pas que le patient cesse d'être en activité. Mais le renforcement est essentiel pour limiter les douleurs à l'avenir. 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.

7.2 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 [43]. Le risque d'une telle fonctionnalité serait de contribuer aux fausses croyances des patients. Nous recommandons plutôt d'enregistrer un feedback 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 la 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. [42]. Dans notre étude, les exercices de médiation ont reçu des avis très favorables des patients.

7.3 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 Kemtai¹ proposent même un monitoring interactif en temps réel en analysant la posture des utilisateurs via caméra ou capteurs pour donner des conseils personnalisés [38,39]. Bien que les notifications en générale 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 être conçues et évaluées pour garantir que les patients les consultent effectivement (son, image, interactivité, fréquence d'affichage). Le timing le plus approprié selon nos participants est celui déterminé par l'utilisateur, ce qui permettrait de favoriser son besoin d'autonomie [40]. Cette étape pourrait être une opportunité à la mise en place d'une prise de décision partagée avec le système d'e-coaching et pourrait faire partie intégrante du processus de changement de comportement du patient comme phase de planification [41].

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 sous forme de témoignages est aussi à envisager.

7.4 Soigner la phase d'adoption de l'intervention mobile

L'adoption d'une technologie correspond à la phase de prise de connaissance d'un nouveau produit numérique par les utilisateurs et de l'acquisition de son utilisation. De nombreuses études ont théorisé cette phase, comme dans le modèle METUX [17], et elle semble particulièrement importante dans notre contexte. En effet, 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 patients et des professionnels de santé permettrait d'augmenter la persuasion du message [13].

L'originalité de notre approche est la complémentarité des méthodes utilisées permettant de répondre à plusieurs objectifs via des récoltes de données qualitatives et quantitatives. Il est important de préciser que les professionnels de santé ont joué un rôle dans chaque phase du processus. Lors des observations, ils ont présenté les thématiques à aborder avec les patients pour les aider à gérer leur pathologie. La construction de la 1ère maquette a été menée avec leur collaboration afin de discuter de la faisabilité de produire le contenu envisagé. Enfin, la maquette finale produite suite aux ateliers de co-conception fut validée auprès des professionnels de santé. D'ailleurs, l'implication des patients inscrit

¹ <https://kemtai.com/>

notre méthodologie dans une conception participative contribuant à la validation de certaines interactions. Ainsi, la principale contribution de ce travail est la proposition d'une méthodologie de conception participative qui permet d'émettre des recommandations pour la conception d'applications mobile en santé. Cette méthodologie pourrait être généralisée à la conception d'interventions digitales pour d'autres pathologies, en guise de première étape pour identifier les besoins et attentes des utilisateurs et prototyper le système d'e-santé adapté. La deuxième étape consiste à proposer une personnalisation ou une adaptation de l'intervention en fonction des caractéristiques individuelles des utilisateurs comme les préférences, les habitudes, le stade de changement de comportement, le type de motivation, etc. En effet, nous avons pu constater que plusieurs fonctionnalités semblent pouvoir être une opportunité pour certains utilisateurs mais pas pour tous, comme le partage d'informations avec les médecins ou d'autres patients, l'utilisation d'un coach virtuel animé ou des éléments de gamification. De plus, les modalités d'interaction avec le système peuvent aussi être adaptées afin d'améliorer l'expérience des utilisateurs [44]. Les travaux futurs auront pour objectif de proposer une adaptation de l'intervention digitale en fonction de profils de patients et de la valider par le biais d'un essai contrôlé randomisé.

8 CONCLUSION

Dans cet article nous présentons une méthode de conception participative pour la conception d'une application mobile de santé pour l'autogestion de la lombalgie. Des méthodes qualitatives à travers des observations et des entretiens ont été menés afin d'identifier les besoins des utilisateurs. Pour spécifier les fonctionnalités adaptées à ces besoins, un questionnaire en ligne a permis d'avoir des données quantitatives sur les attentes des utilisateurs. Enfin, grâce aux ateliers de co-conception, ces propositions ont pu être évaluées et améliorées avec les patients, nous permettant d'émettre 4 recommandations pour les concepteurs d'applications mobiles en santé dans le contexte de la lombalgie. Néanmoins, des efforts supplémentaires doivent être fournis dans les futurs travaux afin de permettre une meilleure évaluation des interactions humain-machine et ainsi affiner ces directives.

REMERCIEMENTS

Une partie du travail décrit dans cet article a été financée par le projet BACK-4P : "Prévention secondaire de l'évolution défavorable chez les patients souffrant de douleurs chroniques non spécifiques non spécifique : de la prédiction à l'intervention". <https://www.back-4p.org/>. Nous tenons à remercier la Fondation Arthritis R&D ainsi que la Société Française de Rhumatologie et l'Association Malakoff Médéric qui contribuent au financement de ce projet de recherche.

REFERENCES

- [1] James SL, Abate D, Abate KH, et al. 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. *Lancet* 2018;392:1789-858. [10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
- [2] Gatchel, R. J., Peng, Y. B., Peters, M. L., Fuchs, P. N., & Turk, D. C. (2007). The biopsychosocial approach to chronic pain: scientific advances and future directions. *Psychological bulletin*, 133(4), 581-624.
- [3] Wong, A.Y., Karppinen, J. & Samartzis, D. Low back pain in older adults: risk factors, management options and future directions. *Scoliosis* 12, 14 (2017).
- [4] 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. *J Med Internet Res* 2017;19(6):e232.
- [5] Whitehead L., Seaton P. (2016). The Effectiveness of Self-Management Mobile Review. *J Med Internet Res* 2016;18(5):e97. URL: <https://www.jmir.org/2016/5/e97>. DOI: 10.2196/jmir.4883
- [6] 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.
- [7] 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>
- [8] Lalloo, 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>
- [9] Oyeboode, O., Ndulue, C., Alhasani, M., & Orji, R. (2020). Persuasive Mobile Apps for Health and Wellness: A Comparative Systematic Review. *PERSUASIVE*. [10.1007/978-3-030-45712-9_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45712-9_13)
- [10] Jonassen T., Midden C. (eds) *Persuasive Technology. Designing for Future Change*. PERSUASIVE 2020. Lecture Notes in Computer Science,
- [11] 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>
- [12] Fogg, B.J. (2003). *Persuasive Technology. Using Computers to Change What We Think and Do* (1er édition, A volume In Interactive Technologies). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-1-55860-643-2.X5000-8>
- [13] Oinas-Kukkonen, Harri & Harjumaa, Marja. (2009). Persuasive Systems Design: Key Issues, Process Model, and System Features. *Communications of the Association for Information Systems*. 24. [10.17705/1CAIS.02428](https://doi.org/10.17705/1CAIS.02428).
- [14] Oinas-Kukkonen, Harri. (2013). A foundation for the study of behavior change support systems. *Personal and Ubiquitous Computing*. 17. [10.1007/s00779-012-0591-5](https://doi.org/10.1007/s00779-012-0591-5).
- [15] Michie, S., van Stralen, M.M. & West, R. The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Sci* 6, 42 (2011). <https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42>
- [16] Michie, S., Richardson, M., Johnston, M., Abraham, C., Francis, J., Hardeman, W., P. Eccles, M., Cane, J., E. Wood, C, 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*, Volume 46, Issue 1, August 2013, Pages 81-95, <https://doi.org/10.1007/s12160-013-9486-6>
- [17] Peters, D., Calvo, R. A., & Ryan, R. M. (2018). Designing for Motivation, Engagement and Wellbeing in Digital Experience. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00797>
- [18] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- [19] Ryan, R.M., & Deci, E.L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- [20] Saparamadu A, Fernando P, Zeng P, Teo H, Goh A, Lee J, Lam C. User-Centered Design Process of an mHealth App for Health Professionals: Case Study. *JMIR Mhealth Uhealth* 2021;9(3):e18079 URL: <https://mhealth.jmir.org/2021/3/e18079> DOI: 10.2196/18079
- [21] Kamphorst, B. A. (2017). E-coaching systems: What they are, and what they aren't. *Personal and Ubiquitous Computing*, 21(4), 625-632. <https://doi.org/10.1007/s00779-017-1020-6>
- [22] Kramer, L. L., ter Stal, S., Mulder, B. C., de Vet, E., & van Velsen, L. (2019). Developing Embodied Conversational Agents for Coaching People towards a Healthy Lifestyle: A Scoping Review . *Journal of Medical Internet Research*. <https://doi.org/10.2196/14058>
- [23] Olafsson, S., Wallace, B., & Bickmore, T. (n.d.). Towards a Computational Framework for Automating Substance Use Counseling with Virtual Agents

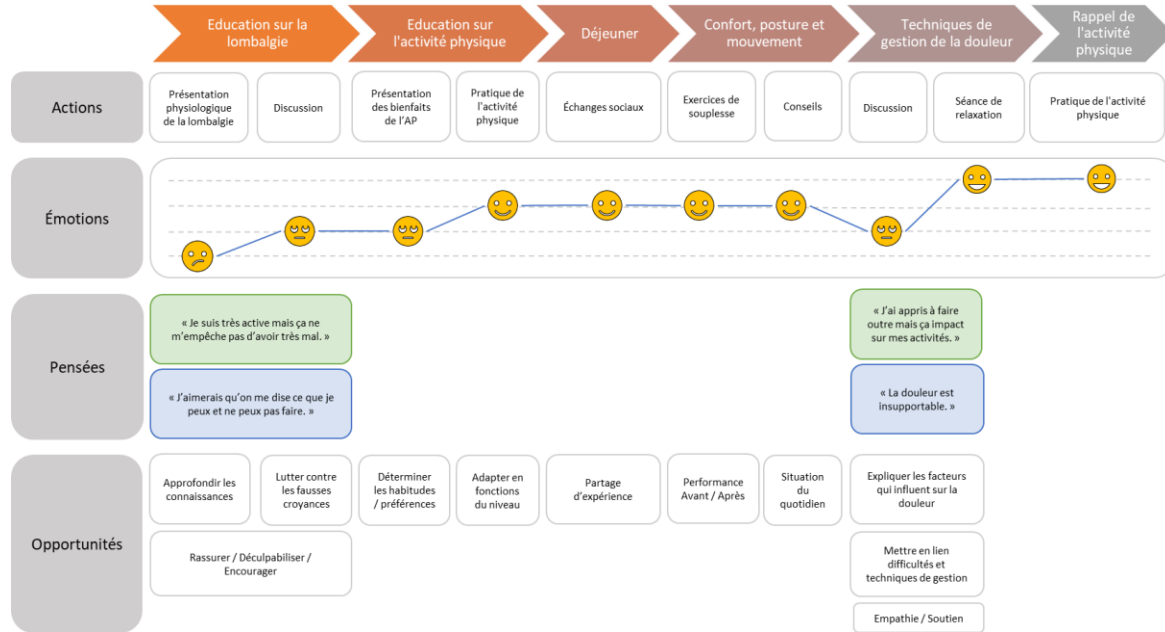
Towards a Computational Framework for Automating Substance Use Counseling with Virtual Agents. In Proc. of the 19th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS). Retrieved from www.ifaamas.org

- [24] Bickmore T, Trinh H, Olafsson S, O'Leary T, Asadi R, Rickles N, Cruz R. Patient and Consumer Safety Risks When Using Conversational Assistants for Medical Information: An Observational Study of Siri, Alexa, and Google Assistant. *J Med Internet Res* 2018;20(9):e11510 URL: <https://www.jmir.org/2018/9/e11510> DOI: 10.2196/11510
- [25] Lucas, G. M., Krämer, N., Peters, C., Taesch, L. S., Mell, J., & Gratch, J. (2018). Effects of perceived agency and message tone in responding to a virtual personal trainer. *Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents, IVA 2018*. <https://doi.org/10.1145/3267851.3267855>
- [26] Carter, D. D., Robinson, K., Forbes, J., & Hayes, S. (2018). Experiences of mobile health in promoting physical activity: A qualitative systematic review and meta-ethnography. *PLOS ONE*, 13(12), e0208759. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208759>
- [27] 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>
- [28] Rintala A, Rantalainen R, Kaksonen A, Luomajoki H, Kauranen K. mHealth Apps for Low Back Pain Self-management: Scoping Review. *JMIR Mhealth Uhealth* 2022;10(8):e39682 doi: 10.2196/39682 PMID: 36018713
- [29] Nicholl, B. I., Sandal, L. F., Stochkendahl, M. J., McCallum, M., Suresh, N., Vasseljen, O., Hartvigsen, J., Mork, P. J., Kjaer, P., Søgaard, 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>
- [30] Palazzo, C., Klinger, E., Dorner, V., Kadri, A., Thierry, O., Boumenir, Y., Martin, W., Poiraudou, 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>
- [31] 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. doi:10.1007/s10484-012-9181-6
- [32] Grolier, M., Arefyev, A., Pereira, B., Tavares Figueiredo, I., Gerbaud, L., & Coudeyre, E. (2020). 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*. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1839575>
- [33] Garofoli, R., Boisson, M., Segretin, F., Linières, J., Gérard, C., Moreau, S., Nguyen, C. (2019, September 1). 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*. Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2019.05.005>
- [34] Kallio, Hanna; Pietilä, Anna-Maija; Johnson, Martin; Kangasniemi, Mari (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *Journal of Advanced Nursing*, (), -. doi:10.1111/jan.13031 87-98. <https://doi.org/10.1145/244130.244151>
- [35] Uchino, B. N. (2006). Social support and health: a review of physiological processes potentially underlying links to disease outcomes. *Journal of behavioral medicine*, 29:377-87.
- [36] Dionne CE, Dunn KM, Croft PR: Does back pain prevalence really decrease with increasing age? A systematic review. *Age Ageing* 2006, 35(3):229-234.
- [37] Gourmelen, J. & Chastang, J-F & Ozguler, Anna & Lanoë, J-L & Ravaut, Jean-François & Leclerc, A.. (2007). 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. 633-639. 10.1016/j.annrmp.2007.05.008.
- [38] 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>
- [39] Allseits E, Kim KJ, Bennett C, Gailey R, Gaunaud I, Agrawal V. A Novel Method for Estimating Knee Angle Using Two Leg-Mounted Gyroscopes for Continuous Monitoring with Mobile Health Devices. *Sensors*. 2018; 18(9):2759. <https://doi.org/10.3390/s18092759>
- [40] 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>
- [41] Schwarzer, R. (2016). Health action process approach (HAPA) as a theoretical framework to understand behavior change. *Actualidades en Psicología*, 30(121), 119-130. <https://doi.org/10.15517/ap.v30i121.23458>
- [42] 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>
- [43] 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>
- [44] Bouzit, S., Calvary, G., Chêne, D., and Vanderdonckt, J. 2017. Polymodal Menus: A Model-based Approach for Designing Multimodal Adaptive Menus for Small Screens. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.* 1, EICS, Article 15 (June 2017), 19 pages. <https://doi.org/10.1145/3099585>

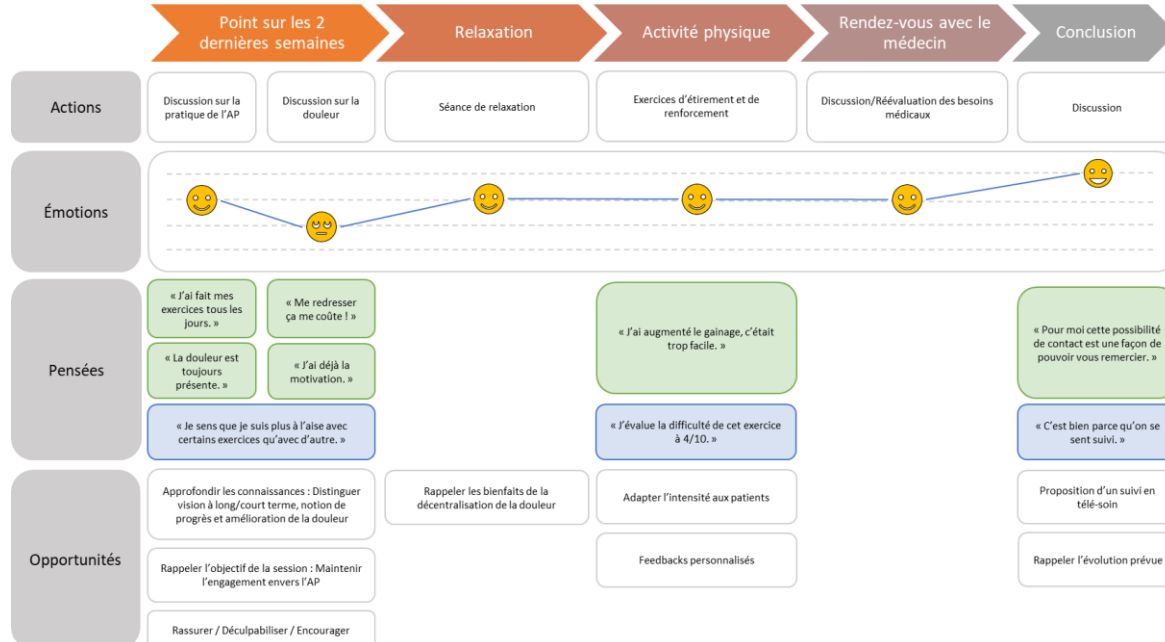
A APPENDICES

A.1 Carte d'expériences des observations

Session 1 :



Session 2 :



A.2 Résultats des entretiens exploratoires

		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 : constante 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 : constante / 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	Pratique beaucoup de stratégies cognitives : - Auto-hypnose - Méditation - Relaxation/Champs de fleur Étirement (le soir, plus au travail depuis bureau partagé) Marche (1/5 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 Connait les stratégies cognitives mais n'arrive pas à les mettre en pratique Communique avec d'autres gens qui ont mal au dos pour se donner les "bonnes pratiques"
	Rapport avec l'activité physique	Ne pratique pas de sport ou d'exercices de renforcement à cause : - du fardeau du traitement en termes de temps - de la lassitude des exercices - du manque de motivation => expliquer les choix des exercices, les avantages précis et les contraintes de répétition ou de fréquence - du manque d'accompagnement pour maintenir sur le long terme => envisage la pratique en groupe d'âge équivalent	Pratique beaucoup d'activité physique Divergences d'opinion des professionnels de santé => contradictions des recommandations pour certains exercices
	Impact	Gros impact sur la vie sociale à cause : - Manque de temps dû aux rendez-vous médicaux - Incapacité à sortir à cause de la médication lourde au début - Douleurs - Décalage avec l'âge moyen de la population lombalgique	Pas d'impact sur la vie sociale Perte de confiance en sa condition physique pour la pratique de certain sport (voile) Arrêt du golf
Application Mobile	Expérience	Peur des applis car exercices pas adaptés / Pas connaissance d'app pour le mal de dos => Souligner que c'est une appli pour les patients et pensé avec les patients	N'a jamais téléchargé d'app pour mal de dos mais a récolté un ensemble de vidéos d'exercices (powerpoint)

	Module Activité physique	Grande banque d'exercices format vidéo => éviter la répétition Préciser les muscles sollicités et les bénéfices 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
	Module Gestion de la douleur	Exercice de méditation	Donner des conseils/recommandations (exercice physique, stratégie comportementale, stratégie cognitive/méditation) en fonction de l'intensité et de la localisation de la douleur
	Suivi	Suivi dans la durée (ex: podomètre) pour témoigner de l'effort et de l'évolution => motivant Encouragements => Éviter de culpabiliser la régularité dans le temps => formulation positive Système d'étoiles/points => valorisant Notifications : 1 notif par semaine (rappels) ou messages motivationnels	Suivi des exercices fait dans la semaine, des objectifs, performances -> dire ce qui est bien pour encourager Rappels des exercices à faire Historique des performances des exercices pour adapter en fonction les exercices proposés Notifications : - hebdomadaires pas quotidienne -> possibilité d'activer/désactiver - Plutôt le matin ou personnalisable
	Autres attentes	Soutien Sociale / Partage d'informations : - Forum de discussion par thème (pas de chat => limiter les interactions inutiles) : possibilité de contacter d'autres patients pour discuter ou proposer des activités de groupe - Coach virtuel : pas intéressé par le dialogue mais par l'échange unilatéral (coach -> patient) pour des conseils ou recommandations. Représentation humaine, quelqu'un du domaine de la santé.	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
	Attentes invalidées	Ne souhaite pas de partage d'informations avec le médecin Pas intéressé par agenda de rendez-vous => trop médical/administratif qui défavorise le côté ludique	Approuve la communication avec le médecin mais pas obligatoire Pas d'intérêt particulier pour un coach virtuel -> voix off suffit

A.3 Résultats des ateliers de co-conception

		Avis des patients
Introduction	Expérience	Les patients n'ont pas connaissances d'app pour la lombalgie
	Attentes générales	Donner du sens à l'activité physique Accompagner dans la pratique : explication des exercices (vidéos/schémas) / Accompagnement (Timer, niveau de difficulté) / Fixation d'objectifs / Encouragements / Récompenses / Rappels Adaptation des exercices Suivi : Activité physique dans le temps (jours, semaine, mois), podomètre, bienfaits de l'AP, conseils de progression, éléments contextuels de la douleur Gestion de la douleur : Solutions d'atténuation / Guider en cas de crise Connaissance : Recherche de mots clés / Interaction avec un coach/kiné
	Coach virtuel	Avis mitigé Dynamique/sportif mais neutre (pas complexant), avec un physique humain et spécialisé en lombalgie. Suggestion : Possibilité de choisir le sexe

Activité physique	Programmes	Proposer plusieurs programmes tout prêts Des programmes avec différentes thématiques, durés et difficultés Pour des utilisateurs "expert" proposer la possibilité de créer son programme.
	Exercices	Accessoires si nécessaires Expliquer les muscles sollicités et leurs fonctions Suggestions : - Catégoriser les exercices en fonctions des zones du corps - Ajouter des favoris - Possibilité de mettre une note / un mémo Présentation des exercices : - Format vidéo validé - Donner des conseils audios de postures, de respiration, des encouragements et le décompte de l'exercice. - Annoncer le prochain exercice
	Evolution	Gamification : (Certains adore d'autre pas du tout) - Indiquer quand on atteint un niveau supérieur - Évolution avec un système de points - Récompenser les objectifs remplis (coupes/médailles) Plusieurs niveaux (variantes) à débloquer pour un exercice en fonction de son évolution Suggestion : Partager ses résultats avec des amis
	Objectifs	Progressifs et précis (quantifiable) : - Régularité de l'activité physique - Temps d'activité - Distance parcouru (Nombre de pas, Km) - Niveau de difficulté
Gestion de la douleur	Journal de la douleur	Validé mais problématique de timing : Possibilité d'enregistrer quand on veut pour un suivi précis mais certains disent qu'ils n'y penseront pas. Suggestions : - Instaurer des rappels (planifiables) pour enregistrer les douleurs. - Demander avant/après une séance. - A l'ouverture de l'application Indiquer l'intensité, la localisation (notifier les douleurs autres que lombalgique), les éléments de contexte (médicaments, environnement, stress, etc.), les conséquences Proposer des solutions en fonction de la douleur enregistrée Indiquer quand consulter
	Exercice de méditation	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
	Conseils en cas de douleur	Intérêt pour une liste de conseils textes
	Chatbot	Invalidé : - Ne pense pas ressentir de soutien social avec un chatbot - Intérêt pour l'apport de pistes de réflexions sur la douleur (déconstruction des pensées limitantes)
Ergonomie au quotidien		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.
	Connaissance	<p>Format de quizz validé 4 thématiques validées par les participants (naming modifié)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprendre ma lombalgie - Idées reçues - Les bienfaits de l'activité physique - Comprendre ma douleur <p>Suggestions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
	Suivi	<p>Voir le détail des graphiques (jour, semaines, mois) et faire des comparaisons Avoir des encouragements et des récompenses</p> <p>Suggestions :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'historique sous forme de calendrier. - Voir le détail du suivi de la douleur (éléments de contexte) - Suivi de la prise de médicaments - Compteur de calories / masse musculaire - Déblocage d'objectifs / scénario de progression - Listing des objectifs
	Contacteur un pro. de santé	Invalidé : le contact pourrait être utile pour un diagnostic et une prise en charge -> Pas adapté pour cette appli.
	Communauté	<p>Forum invalidé : Pas de contact direct avec d'autres utilisateurs mais favorable au partage d'informations et en particulier au partage d'expériences (interview).</p> <p>Suggestions pour les conversations :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conversation en fonction des thématique et/ou localisation - Conseils du quotidien (équipements, postures, bon plans) - Gestion de la douleur - Activité physique - Difficultés rencontrées - Avis sur l'application
	Conclusion	<p>Avis :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'application répond aux principales attentes des participants. - Les utilisateurs sont confiants en leurs capacités à utiliser cette application. - L'utilisation fréquente voir quotidienne est envisagée <p>Suggestions d'améliorations générales :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Préciser que c'est fait avec des professionnels de santé - Proposer des nouveautés régulièrement