



# Intervention mobile pour la motivation à marcher : Impact de l'adaptation des objectifs et des messages motivationnels

David Rei<sup>1</sup>, Céline Clavel<sup>1</sup>, Jean-Claude Martin<sup>1</sup>, Brian Ravenet<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique,  
Université Paris-Saclay, Centre National de la Recherche Scientifique

**Correspondance :** david.rei@lisn.fr

## Abstract

Les modèles d'interaction humain-machine adaptative sont pertinents pour la conception de systèmes interactifs de motivation à l'activité physique. Alors que la recherche a étudié différentes techniques de motivation, seuls quelques travaux ont tenté de prendre en compte les profils des utilisateurs pour personnaliser leurs interactions. Dans cet article, nous proposons un modèle d'interaction qui adapte les objectifs et les messages de marche de manière statique et dynamique. Ce modèle a été implémenté dans une application mobile comptant et affichant en temps réel le nombre de pas, un objectif quotidien adapté et des messages motivationnels personnalisés tout au long de la journée. Nous décrivons deux études de terrain menées avec 32 et 50 utilisateurs pendant quatre semaines. Les expériences comparent les impacts des objectifs quotidiens adaptés et des messages de motivation personnalisés sur le nombre de pas des utilisateurs et leur motivation à marcher. Les résultats indiquent une augmentation de l'activité physique des participants ainsi que de leur motivation à marcher.

**Keywords**— motivation, activité physique, IHM adaptative, IHM mobile

## 1 Introduction

L'activité physique est aujourd'hui l'un des moyens de prévention des maladies les plus reconnus [1]. L'Organisation Mondiale de la Santé recommande une pratique hebdomadaire de 150 minutes d'activité modérée, ou de 75 minutes d'activité intense [2]. Un équivalent souvent proposé est de marcher 7000 à 11000 pas par jour, dont 3000 pas à une cadence d'au moins 100 pas par minute pour les personnes sans pathologie particulière et dans la tranche d'âge [20-65] ans [3, 4]. Cependant,

la population générale n'est pas assez active physiquement et il est nécessaire de motiver les gens à pratiquer plus d'activités physiques [2]. De nombreuses interventions de marche avec podomètre ont entraîné une augmentation de l'activité physique [5, 6, 3, 7, 8]. Cependant, le fait de n'afficher que le nombre de pas ne suffit pas à maintenir la motivation des participants à long terme et les interventions motivationnelles semblent donc nécessiter des interactions plus riches [5]. Les mobiles multifonctions, étant très répandus de nos jours et pouvant offrir cette

gamme plus large d'interactions, ont été de plus en plus utilisés comme support pour les applications d'accompagnement à l'activité physique [9, 10].

Ces appareils peuvent afficher des messages de motivation, donner un retour d'information mais également définir des objectifs adaptatifs, par exemple. Si l'utilisation d'un mécanisme de définition d'objectifs semble améliorer l'activité physique [7], les résultats montrent un effet seulement à court terme et l'effet des seuls objectifs, comme les interventions basées sur les podomètres, s'estompent sur le long terme [3].

La "personnalisation" et le "tailoring" sont deux techniques similaires visant à adapter le comportement du système respectivement à un individu particulier à partir de son profil et de ses actions passées, ou à un groupe d'individus [9, 11]. Dans le contexte des interventions en matière d'activité physique, il est courant d'utiliser des messages textuels pour motiver les participants et ces messages sont souvent personnalisés ou adaptés [12, 13]. Par conséquent, une application visant à motiver ses utilisateurs à faire plus d'activités physiques pourrait utiliser une définition d'objectifs adaptée, mais pourrait également bénéficier de l'utilisation de messages personnalisés. Dans ce travail, nous proposons un nouveau modèle d'interaction adaptatif personnalisé conçu pour la motivation à l'activité physique, qui comporte deux mécanismes d'interaction : la définition d'objectifs adaptés et les messages de motivation personnalisés. Ces mécanismes reposent sur un profil d'utilisateur composé de dimensions psychologiques, issues de la théorie de l'orientation régulatrice, et de l'activité physique quotidienne de l'utilisateur. Nous examinons ensuite les impacts de ces mécanismes sur les performances des utilisateurs dans le temps à travers deux expériences de terrain.

## 2 Etude de l'existant

La définition d'un objectif (par exemple un nombre de pas à réaliser par jour), ou "goal setting", est une technique de changement de comportement pour promouvoir et motiver à l'activité physique, fréquemment utilisée dans les dispositifs de suivi et les applications de fitness [14, 15]. Le "goal setting" consiste à *définir un objectif en prenant en compte le moment de sa réalisation, sa source, sa complexité ainsi que les caractéristiques personnelles de la cible de cet objectif* [16]. Plusieurs interventions de marche ont utilisé cette technique, en variant les caractéristiques de l'objectif comme sa source : un expérimentateur ou un médecin [5, 8], un participant écrivant lui-même l'objectif sur une feuille de papier ou sur une application mobile [7, 17] ou un calcul effectué par un ordinateur [12, 18]. Certaines études rapportent l'utilisation de caractéristiques personnelles pour définir l'objectif de marche. L'adaptation proposée est essentiellement basée sur l'activité physique passée du participant [12, 7, 19]. Lorsque les objectifs sont réalistes, planifiés par petites tranches et mis à jour au fil du temps, la promotion de l'activité physique est plus efficace [15]. Une telle adaptation a été proposée par Adams et coll. [18], qui ont utilisé l'algorithme du centile pour fixer un objectif de pas quotidien. L'algorithme sélectionne un objectif sur la base des neuf derniers jours d'activité de l'utilisateur. Les résultats de leur étude suggèrent qu'un objectif adapté à l'individu a plus d'impact qu'un objectif fixe. Mohan et coll. [20] présentent un coach de motivation à l'activité physique pour les personnes sédentaires, en mettant l'accent sur la fixation d'objectifs quotidiens et hebdomadaires. Leur modèle est basé sur le profil de l'utilisateur initialisé au préalable par des questionnaires sur l'activité physique récente ou le temps disponible pour s'entraîner. A partir des données recueillies et des interactions entre l'utilisateur et le coach lors des exercices et ac-

tivités proposés par ce dernier, le coach adapte les objectifs pour les jours et semaines à venir. Mohan et coll. [20] décrivent les règles logiques utilisées pour adapter l'intensité des exercices proposés. La "définition d'objectifs" peut également être incluse directement dans un appareil portable tel qu'un mobile multifonction. Cependant, les études utilisant uniquement des mobiles multifonctions pour proposer une "définition d'objectifs" ne proposent pas d'objectif adapté ou d'autre stratégie de motivation directement sur le mobile [3].

Dans la littérature sur les messages motivationnels pour promouvoir l'activité physique, nous avons identifié trois principaux types de messages : les messages motivationnels sans théorie, les messages basés sur la théorie de l'autodétermination [21] et ceux basés sur l'orientation régulatrice [22].

La théorie de l'autodétermination (TAD) est une théorie de la motivation qui affirme que le bien-être des individus dépend de la satisfaction de trois besoins fondamentaux : le besoin d'autonomie, le besoin de compétence et le besoin de filiation [21]. La TAD est utilisée dans le domaine du coaching sportif (sans technologies) où les chercheurs ont noté des concepts similaires entre les besoins de la TAD et les pratiques des entraîneurs [23]. Par exemple, un comportement démocratique améliore l'autonomie et donc la motivation intrinsèque, mais un comportement autocratique détériore la relation et la motivation. Ils concluent que l'inclusion de l'athlète dans le processus de décision peut être bénéfique et que la TAD dans son ensemble tend à favoriser le développement de la motivation intrinsèque. De plus, l'amélioration de la satisfaction des besoins de la TAD améliore les raisons autodéterminées de l'athlète de s'entraîner [24]. Les auteurs concluent qu'il existe une relation étroite entre la compétence perçue, le sentiment d'autonomie, et la manière dont l'articulation des deux renforce la motivation de la personne coachée. Cette relation peut également être exprimée dans des messages de motivation, comme le fait de don-

ner un feedback positif sur la performance qui augmente la satisfaction du besoin de compétence [25]. La transposition de ces principes de coaching à des modèles informatiques peut avoir des effets inattendus, comme une diminution de la motivation intrinsèque des participants après l'affichage de messages motivationnels basés sur la TAD [26]. Ces résultats peuvent être tempérés car les messages cadrés "positivement" et "négativement" ne sont pas perçus de la même manière selon les individus [27]. Un message "négatif" tel que "*J'ai réussi moi, c'est si facile. Essaie un peu plus fort !*", transmis par un coach humain conduira la personne coachée à produire un effort plus intense et sera plus motivée que pour un message "positif" (tel que "*Je l'ai fait, je sais que tu peux le faire aussi !*"), alors que le même message "négatif" transmis par un coach virtuel aura les effets inverses : une motivation plus faible et un effort moindre [27]. Suite aux progrès réalisés sur les théories de la pratique du coaching [28], les chercheurs ont commencé à inclure la TAD dans les applications de mobiles multifonctions pour la motivation à l'activité physique [3, 10]. Les messages basés sur la TAD peuvent être organisés dans une taxonomie telle que celle proposée par [29]. Par exemple, les messages de félicitations appartiennent à la catégorie "*feedback d'activité*" et répondent au besoin de compétence. Cependant, il existe encore peu d'études qui intègrent la TAD dans un modèle sur mobile [10].

La Théorie de l'Orientation Régulatrice (TOR) décrit les stratégies d'action des personnes en fonction de leur objectif et de la manière de l'atteindre [22]. Les personnes d'orientation régulatrice "*promotion*" visent le progrès et le succès. À l'inverse, les personnes d'orientation régulatrice "*prévention*" recherchent la sécurité et évitent les situations qui les mènent à un état final non désiré. Deux individus ayant des orientations régulatrices opposées peuvent viser le même objectif en utilisant des approches différentes pour

l'atteindre. Un lien est établi entre le *"sentiment de bien-être"* et la motivation, en utilisant l'orientation régulatrice pour motiver une personne à suivre ou à changer son comportement [30]. Selon ces auteurs, une personne à qui l'on présente un message de motivation formulé en fonction de sa propre orientation (c'est-à-dire qu'il y a une *"adéquation"* entre l'orientation régulatrice de l'utilisateur et l'orientation régulatrice exprimée par le message) devrait se sentir bien et être plus influencée par le contenu du message que lorsqu'il n'y a pas d'orientation du message. Ils concluent que l'expérience d'une telle adéquation augmente la motivation. Lee et coll. [31] explorent la relation entre l'orientation régulatrice, le risque perçu et les effets des messages cadrés sur la motivation, en particulier dans un contexte gagnant-perdant. Ils concluent que les messages orientés *"promotion"* présentés dans un contexte de risque perçu faible sont plus motivants et que, par conséquent, les messages orientés *"prévention"* présentés dans un contexte de risque perçu élevé sont également plus motivants. En outre, l'expérience de l'utilisateur de l'*"adéquation"* facilite la compréhension du message, ce qui améliore la motivation.

### 3 Modèle PADME

L'objectif du modèle PADME (Personality-based Adaptive moDel for Motivation in E-health) est de combiner des éléments du profil de l'utilisateur, de ses performances et des interactions entre l'utilisateur et l'application mobile, au sein d'une adaptation globale de l'application, afin de maintenir et de renforcer la motivation à marcher.

Le modèle est composé de trois éléments principaux en interaction (Figure 1). Le profil (partie rouge sur la Figure 1) et ses dimensions (score d'activité physique, personnalité, motivation) sont des éléments relativement statiques : ils sont mesurés lors de la création du profil de l'utilisateur et ne changent pas fréquemment. Les perfor-

mances (nombre de pas, nombre d'objectifs atteints, statistiques d'activité) et les interactions entre l'utilisateur et le système (partie bleue sur la Figure 1) constituent les éléments dynamiques du modèle, car ils varient quotidiennement.

Le troisième composant est le moteur d'adaptation (partie marron sur la Figure 1) avec deux niveaux d'adaptation. L'adaptation des objectifs de marche propose des objectifs quotidiens basés sur les performances antérieures de l'utilisateur et son niveau d'activité physique initial. L'objectif est calculé quotidiennement en utilisant l'algorithme du centile d'Adams et coll. [18]. Nous avons choisi cet algorithme pour ses résultats positifs sur l'activité physique. Il permet de s'adapter aux performances de l'utilisateur sans nécessiter d'intervention humaine. Nous l'avons légèrement adapté pour répondre à nos besoins : il ne nécessite que trois jours d'initialisation (contre dix), ce qui permet une adaptation plus rapide, et l'objectif de pas est arrondi à la centaine de pas supérieure pour des raisons d'affichage. Ce niveau d'adaptation a été évalué dans une étude décrite dans la section 4. Le deuxième niveau d'adaptation est la sélection et l'affichage de messages de motivation personnalisés. Les messages sont construits selon le cadre de génération de messages [32], mis à jour avec la théorie de l'orientation régulatrice [22] et la théorie de l'autodétermination [21]. Tous les messages textuels sont axés et encadrés sur l'activité physique [33, 34]. Les messages sont générés, ou non, en fonction de l'heure, de la distance par rapport à l'objectif [12] et de l'orientation régulatrice de l'utilisateur. Par exemple, un utilisateur de type *"promotion"* recevra un message d'encouragement de type *"promotion"* vers 11 heures seulement si son nombre de pas est inférieur à 30% de son objectif quotidien : *"Vous êtes sur la bonne voie pour atteindre votre objectif quotidien"*. Un utilisateur de type *"prévention"* recevra un message d'encouragement de type *"prévention"* vers 11 heures uniquement si son

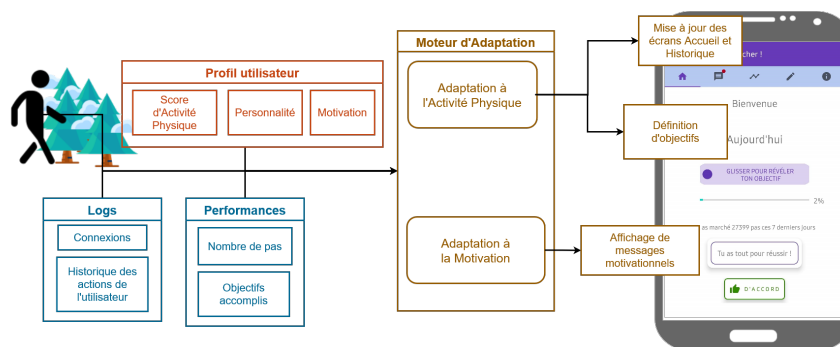


Figure 1: Modèle PADME.

nombre de pas est compris entre 30% et 90% de son objectif quotidien, par exemple *"Ne perdez pas de vue votre objectif"*. La section 5 décrit l'étude dans laquelle ce niveau a été évalué. Nous avons programmé l'application PADME pour les téléphones Android. Cette application se compose de trois parties : une interface graphique affichant les objectifs de marche, les questionnaires, les messages de motivation et l'historique de marche ; un service Android permettant d'effectuer des mesures même lorsque l'application ne fonctionne pas au premier plan et le modèle PADME, responsable du calcul des objectifs de marche quotidiens et de la sélection des messages personnalisés.

## 4 Objectifs adaptés

Dans cette section, nous décrivons une étude expérimentale de terrain portant sur l'adaptation à l'activité physique. Trente-deux adultes se sont portés volontaires pour participer à cette étude. Les participants ont été recrutés par courriel. Pour participer à l'étude, les utilisateurs devaient être majeurs, comprendre le français écrit, ne pas avoir de contre-indication à l'activité physique et posséder un téléphone Android. A la fin de l'évaluation, 26 participants ont suivi l'intervention pendant 4 semaines (18 F, 8 M, âgés de 21 à 63 ans). Six participants furent

exclus des résultats pour abandon avant la fin de l'étude ou problèmes techniques empêchant la poursuite. Nous supposons qu'un objectif quotidien adapté au niveau initial d'activité physique de l'utilisateur ainsi qu'à ses performances quotidiennes favorise l'atteinte progressive des recommandations d'activité physique.

Le questionnaire IPAQ (International Physical Activity Questionnaire, [35]), le questionnaire EMAPS (Echelle de Motivation envers l'Activité Physique en contexte de Santé, [36]) et le questionnaire EORAP (Échelle des Orientations Régulatrices dans l'Activité Physique, [33]) sont utilisés pour déterminer le profil de l'utilisateur et son niveau d'activité physique au début de l'étude. L'IPAQ et l'EMAPS ont également été complétés à la fin de l'étude pour mesurer les changements, ainsi qu'un questionnaire d'utilisabilité (F-SUS, [37]). Le questionnaire EMAPS fournit six sous-échelles de motivation utilisées dans les analyses suivantes : motivation intrinsèque, motivation extrinsèque intégrée, motivation extrinsèque identifiée, motivation extrinsèque injectée, niveau de régulation externe de la motivation extrinsèque et amotivation. À partir du mobile, l'application enregistre le nombre de pas quotidiens, les objectifs quotidiens adaptés, les données d'utilisation (le nombre de fois où l'utilisateur a vérifié son nombre de pas, l'historique et le nombre de fois que l'utilisateur a ouvert l'application). L'application

calcule également la distance à l'objectif pour chaque jour. Chaque type de données est ensuite synthétisé pour fournir un aperçu hebdomadaire à chaque utilisateur.

Les participants ont été répartis aléatoirement entre trois conditions expérimentales. Elles avaient la même durée d'intervention (un mois). Dans la **condition C1, "condition adaptée"**, le participant se voit proposer un objectif de marche quotidien adapté à son score IPAQ pendant les deux premiers jours de l'intervention. Ensuite, pour le reste de l'intervention, l'objectif est adapté à sa performance des jours précédents, sur la base de notre modèle (section 2) [18]. Dans la **condition C2, "condition non adaptée"**, l'objectif proposé est uniquement adapté en fonction du score IPAQ du participant, qui est un "seuil de départ". Ensuite, l'objectif est augmenté de 1000 pas par jour jusqu'à 10 000 pas [3, 4]. Dans la **condition C3, "condition contrôle"**, le premier jour, un objectif de 1000 pas est proposé au participant et cet objectif augmente de 1000 pas les jours suivants jusqu'à 10 000 pas [4].

Avant le début de l'étude, tous les participants ont lu une notice d'information et signé un formulaire de consentement éclairé. Le consentement éclairé stipulait que les participants n'étaient pas obligés de suivre strictement les recommandations de l'application. Nous attendions d'eux qu'ils s'engagent d'eux-mêmes dans l'activité, tout en étant motivés par les objectifs adaptés et les messages personnalisés. Nous leur avons demandé de remplir une série de questionnaires pour déterminer leur niveau d'activité physique de base et leur motivation pour l'activité physique directement dans l'application. Chaque matin, l'application PADME fixait un nouvel objectif quotidien de nombre de pas. Les participants étaient libres d'atteindre l'objectif quotidien au moment de la journée qui leur convenait le mieux. Ils étaient tenus de porter leur téléphone sur eux lorsqu'ils marchaient pour permettre à

l'application de suivre le nombre de pas. Les questionnaires à la fin de l'étude ont été remplis en ligne sur un serveur sécurisé. Ce protocole a été approuvé par le comité d'éthique de la recherche de notre université et en conformité avec les lois en vigueur dans notre pays.

Nous avons effectué les analyses en utilisant la version 0.16.4 du logiciel JASP [38]. Nous avons effectué plusieurs ANOVA à mesures répétées avec la condition expérimentale comme facteur inter-sujet et des pas de temps comme mesures répétées pour examiner leur évolution avant et après l'intervention. Les tests de Levene n'étaient pas significatifs pour aucune des ANOVA, assurant que les hypothèses n'étaient pas enfreintes.

**Motivation intrinsèque.** Il existe une interaction significative entre les effets du temps et de la condition ( $F(2,21) = 5,98, p = 0,009, \omega^2 = 0,043$ ). Les tests post-hoc ne montrent pas de différences significatives entre les groupes. Cependant, les effets principaux simples montrent que la motivation intrinsèque est significativement plus élevée après l'intervention ( $M = 15,571, SD = 3,91$ ) dans le groupe C1 "condition adaptée" par rapport à avant l'intervention ( $M = 12,429, SD = 3,457, F(1) = 7,296, p = 0,036$ ). La "condition adaptée" C1 est également la seule condition où la motivation intrinsèque est renforcée à la fin de l'intervention.

**Données comportementales.** Concernant la distance au but, il existe un effet principal significatif du temps ( $F(2,497,22) = 4,207, p = 0,014, \omega^2 = 0,046$ ). La correction post hoc de Bonferroni montre que la distance hebdomadaire au but est significativement plus élevée après l'intervention par rapport à avant ( $t = 3,414, p = 0,007, d$  de Cohen = 0.657), ce qui suggère que les participants s'écartent de leur objectif à la fin de l'intervention. Les participants du groupe C1 "condition adaptée" semblent être moins impactés par cette déviation par rapport aux autres conditions. Nous avons

également effectué une ANOVA à mesures répétées avec des effets non significatifs avec le nombre de pas, le nombre de connexions à l'application et toutes les sous-échelles de motivation extrinsèque de l'EMAPS. Nous observons une diminution de l'activité de tous les participants entre la troisième et la quatrième semaine de l'intervention. Ces résultats sont encourageants, les participants de la "condition adaptée" C1 montrant une augmentation de leur motivation intrinsèque et de leur niveau d'activité physique. Cependant, l'activité globale de tous les participants a tendance à diminuer sur le long terme [3]. Pour contrer cette baisse, nous présentons dans la section suivante notre deuxième étude sur l'ajout de messages motivationnels personnalisés.

## 5 Messages motivationnels

50 adultes ont participé à cette 2e étude. Ils ont été recrutés par courriel et par les réseaux sociaux. Ils devaient être majeurs, comprendre le français écrit, ne pas avoir de contre-indication à l'activité physique et posséder un téléphone Android. A la fin de l'évaluation, 32 participants (21-75 ans, moyenne de 38 ans) ont terminé l'intervention de 4 semaines. Dix-huit participants furent exclus des résultats pour cause d'abandon ou de problèmes techniques pendant l'étude. Nous avons suivi le même protocole que lors de la première étude. Nous faisons l'hypothèse que des messages motivationnels adaptés à la motivation et à la personnalité de l'utilisateur ainsi qu'à son activité de marche quotidienne augmentent sa motivation à marcher et donc son nombre de pas. Nous avons conservé l'objectif de marche adaptative de la première étude ainsi que les questionnaires IPAQ, EMAPS et EORAP [35, 36, 33]. A la fin de l'intervention, les participants ont également rempli le Questionnaire de Persuasion Perçue (PPQ) [39], mesurant la perception de l'application (et donc des messages motivationnels) en matière de

persuasion.

Les participants ont été répartis au hasard entre deux conditions expérimentales, avec la même durée d'intervention (un mois). Dans la **condition de contrôle**, les messages sont neutres, car ils ne sont pas formulés pour correspondre à l'orientation régulatrice de l'utilisateur. Dans la **condition adaptée**, les messages correspondent à l'orientation régulatrice de l'utilisateur [30], par exemple "*Vous êtes sur la voie du succès !*" pour les participants orientés "*promotion*" et "*Ne perdez pas de vue votre objectif !*" pour les participants orientés "*prévention*". Pour les deux conditions, deux interactions étaient proposées dans l'application : un message de motivation affiché à l'écran était accompagné d'un bouton "*D'accord*" permettant d'accuser réception du message, et l'objectif quotidien devait d'abord être révélé (voir la Figure 1 pour une capture d'écran montrant les deux interactions). Nous avons effectué plusieurs ANOVA à mesures répétées comme dans l'étude précédente.

**Score IPAQ.** Il existe une interaction significative entre les effets du temps et de la condition ( $F(1,30) = 4,305$ ,  $p = 0,047$  ;  $\omega^2 = 0,047$ ). Les tests post hoc ne montrent pas de différences significatives entre les groupes. Aucun effet principal simple n'est signalé non plus, même s'il existe une tendance à la baisse pour les participants de la condition contrôle, leur score IPAQ étant plus faible après l'intervention ( $M = 2689$ ,  $SD = 1871$ ) qu'avant ( $M = 4937$ ,  $SD = 5491$ ,  $F(1) = 3.353$ ,  $p = 0.085$ ). Les participants de la condition adaptée voient au contraire leur score IPAQ augmenter, sans signification non plus.

**Niveau de régulation externe de la motivation extrinsèque.** Il existe également une interaction significative entre les effets du temps et de la condition ( $F(1,30) = 4.34$ ,  $p = 0.046$ ,  $\omega^2$

= 0.013). La correction post hoc de Bonferroni suggère que le niveau de régulation externe de la motivation extrinsèque est significativement plus faible après l'intervention pour la condition contrôle uniquement ( $t = 2.915$ ,  $p = 0.04$ ,  $d$  de Cohen = 0.473). Les participants de la condition adaptée voient leur niveau de régulation externe de la motivation extrinsèque augmenter, sans effet significatif. Les effets principaux simples attestent de la différence significative pour les participants de la condition contrôle : leur niveau de régulation externe de la motivation extrinsèque est plus faible à la fin de l'intervention ( $F(1) = 6.003$ ,  $p = 0.025$ ).

**Amotivation.** Il existe un effet principal significatif du temps ( $F(1,30) = 5,49$ ,  $p = 0,026$ ,  $\omega^2 = 0,012$ ). La correction post hoc de Bonferroni montre que l'amotivation est significativement plus faible à la fin de l'intervention ( $t = 2,343$ ,  $p = 0,026$ ,  $d$  de Cohen = 0.238). Les effets principaux simples précisent que cette diminution significative ne concerne que les participants de la condition adaptée ( $F(1) = 4,789$ ,  $p = 0,047$ ), même si ceux de la condition contrôle ont une tendance similaire ( $F(1) = 2,4557$ ,  $p = 0,135$ ).

**Données comportementales.** Nous avons effectué plusieurs analyses sur les données collectées à partir de l'application : ANOVA à mesures répétées sur le nombre de pas hebdomadaires, les distances jusqu'à l'objectif et les connexions à l'application et Test-t à échantillons appariés sur le nombre de messages reçus et validés, et le nombre d'objectifs quotidiens révélés et atteints. Il n'y a pas d'effet significatif du temps ou de la condition sur les messages ou les objectifs quotidiens. Nous trouvons cependant un résultat similaire à celui de la première étude : une baisse générale de l'utilisation de l'application, de la part de tous les participants, suggérant un manque d'incitation à utiliser l'application sur le long terme [3]. Nous discutons des résultats des deux

études de terrain dans la section suivante. Puis nous concluons en présentant nos perspectives et ce que seront les prochaines étapes de notre travail.

## 6 Discussion et conclusion

Dans la première étude, les participants ont reçu un objectif quotidien adapté à leurs performances passées pour la condition adaptée, et statique pour les conditions non adaptées et de contrôle. Les mesures subjectives issues de questionnaires comme EMAPS ont montré une augmentation de la motivation intrinsèque pour la condition adaptée. Pour cette même condition, nous avons observé une tendance vers zéro pour la distance au but. Leurs objectifs quotidiens étant adaptés à leurs performances passées, ces deux résultats suggèrent que l'intervention tend à augmenter la motivation des utilisateurs à être physiquement actifs. Les objectifs quotidiens calculés semblent être adaptés aux participants, le nombre total de pas augmentant temporairement avec le temps [7, 40]. En même temps, les mesures objectives effectuées semblent indiquer une tendance à la diminution de l'activité de marche à la fin de l'intervention, ainsi que de l'utilisation de l'application. La progression du nombre de pas est plus importante dans la première moitié de l'intervention que dans la seconde. Il faut au maximum 10 jours aux participants des conditions statiques C2 "condition non adaptée" et C3 "condition de contrôle" pour atteindre l'objectif fixé de 10 000 pas par jour. A l'inverse, les participants de la condition 1, ayant des objectifs quotidiens adaptés dynamiquement, varient jusqu'à la convergence vers un rythme individuel, une observation également faite par [18].

La première étude a été menée pendant le couvre-feu lié à la Covid19 en France, qui imposait à la plupart des gens de travailler de chez eux pendant la journée et les empêchait de sortir ensuite [41]. De plus, le déclin général à la

fin de l'intervention suggère à la fois l'absence d'une composante motivationnelle [3, 7, 8] et l'effet de nouveauté qui s'estompe après l'adoption de l'application par les participants [42]. L'inclusion d'une composante motivationnelle sous la forme d'un programme personnalisé de messages semble être un premier moyen de motiver à l'activité physique sur le long terme [18, 26, 13]. Par ailleurs, le faible nombre de participants peut également avoir une influence sur les résultats rapportés.

La deuxième étude a consisté à envoyer des messages textuels personnalisés correspondant à l'orientation régulatrice des participants dans la condition adaptée. Les messages étaient neutres (sans orientation régulatrice particulière) dans la condition de contrôle. Pour la condition adaptée uniquement, nous observons une diminution significative de l'amotivation (l'absence de motivation) et en même temps, une augmentation non significative du niveau d'activité physique. La condition de contrôle présente des tendances mixtes : une tendance à la baisse de l'amotivation mais aussi une tendance à la baisse du niveau d'activité physique, ce qui suggère que la réduction de leur niveau d'amotivation n'a pas été suffisante pour les motiver à être plus actifs. Cette divergence entre les deux conditions est encore plus saillante lorsqu'on considère le niveau de régulation externe de la motivation extrinsèque. La régulation externe survient lorsque la pression pour appliquer le comportement provient de sources externes comme la pression sociale, les récompenses ou les punitions [36, 21]. Dans notre contexte, cette source externe peut avoir été les messages de motivation. Pour la condition contrôle, les messages étaient neutres, généraux, non personnalisés pour correspondre à l'orientation régulatrice des participants, ce qui suggère un intérêt moindre pour leur contenu [43]. Pour la condition adaptée, c'est le contraire : nous observons des augmentations non significatives de leur niveau de régulation externe de la motivation extrinsèque, ainsi que de leur

niveau d'activité physique. Cela n'a pas suffi à susciter une motivation intrinsèque chez eux, ce qui laisse penser qu'il faut trouver une meilleure façon d'améliorer la motivation ou la formulation du message : un message peut être perçu différemment selon l'expéditeur [27]. Pour tous les participants, nous avons également observé une diminution de l'utilisation de l'application et de l'activité globale à la fin de l'intervention, ce qui a également été noté dans la première étude. En particulier, un domaine qui doit encore être étudié est l'envoi de messages textuels par des notifications sur le téléphone. Comme indiqué par [44], les notifications persuasives ne peuvent renforcer un comportement cible que si elles sont adaptées aux utilisateurs.

Au cours de ces deux études, notre modèle a semblé améliorer l'activité physique et la motivation à marcher, mais il lui manquait des éléments à long terme pour maintenir l'implication des utilisateurs. Si la seule définition d'objectifs est clairement insuffisante, les messages motivationnel personnalisés ne semblent utiles que s'ils sont suffisamment diversifiés pour maintenir l'intérêt des utilisateurs au-delà de l'effet de nouveauté. Pour poursuivre notre ambition en matière de motivation à l'activité physique, nous travaillons à la conception et à l'évaluation d'une autre technique pour faire progresser notre modèle afin d'améliorer l'intérêt et la motivation à marcher : l'utilisation d'éléments de jeu dans un contexte non ludique, appelée gamification [45].

**Conflit d'intérêt :** Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

## References

- [1] J. Myers, "Exercise and cardiovascular health," *Circulation*, vol. 107, no. 1, pp. e2-e5, 2003.

- [2] W. H. Organization, *Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030: More Active People for a Healthier World*. World Health Organization, 2019.
- [3] U. A. Chaudhry, C. Wahlich, R. Fortescue, D. G. Cook, R. Knightly, and T. Harris, "The effects of step-count monitoring interventions on physical activity: Systematic review and meta-analysis of community-based randomised controlled trials in adults," *Int. J. of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 17, dec 2020.
- [4] C. Tudor-Locke, C. L. Craig, W. J. Brown, S. A. Clemes, K. De Cocker, B. Giles-Corti, Y. Hatano, S. Inoue, S. M. Matsudo, N. Mutrie, J. M. Oppert, D. A. Rowe, M. D. Schmidt, G. M. Schofield, J. C. Spence, P. J. Teixeira, M. A. Tully, and S. N. Blair, "How many steps/day are enough? for adults," *Int. J. of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, vol. 8, no. 1, p. 79, 2011.
- [5] G. Baker, N. Mutrie, and R. Lowry, "A comparison of goals set in steps using a pedometer and goals set in minutes: A randomized controlled trial," *Int. J. of Health Promotion and Education*, vol. 49, no. 2, pp. 60–68, 2011.
- [6] D. M. Bravata, C. Smith-Spangler, V. Sundaram, A. L. Gienger, N. Lin, R. Lewis, C. D. Stave, I. Olkin, and J. R. Sirard, "Using pedometers to increase physical activity and improve health: A systematic review," *J. of the American Medical Association*, vol. 298, no. 19, pp. 2296–2304, 2007.
- [7] K. A. Croteau, N. E. Richeson, B. C. Farmer, and D. B. Jones, "Effect of a pedometer-based intervention on daily step counts of community-dwelling older adults," *Research quarterly for exercise and sport*, vol. 78, no. 5, pp. 401–406, 2007.
- [8] A. Puig-Ribera, J. McKenna, N. Gilson, and W. J. Brown, "Change in work day step counts, wellbeing and job performance in catalan university employees: a randomised controlled trial," *Promotion & education*, vol. 15, no. 4, pp. 11–16, 2008.
- [9] H. op den Akker, V. M. Jones, and H. J. Hermens, "Tailoring real-time physical activity coaching systems: a literature survey and model," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 24, pp. 351–392, oct 2014.
- [10] F. Monteiro-Guerra, O. Rivera-Romero, L. Fernandez-Luque, and B. Caulfield, "Personalization in Real-Time Physical Activity Coaching Using Mobile Applications: A Scoping Review," *IEEE J. of Biomedical and Health Informatics*, vol. 24, pp. 1738–1751, jun 2020.
- [11] H. Oinas-Kukkonen and M. Harjumaa, "Persuasive systems design: Key issues, process model, and system features," *Communications of the association for Information Systems*, vol. 24, no. 1, p. 28, 2009.
- [12] R. Achterkamp, M. Cabrita, H. Op Den Akker, H. J. Hermens, and M. M. Vollenbroek-Hutten, "Promoting a healthy lifestyle: Towards an improved personalized feedback approach," in *2013 IEEE 15th Int. Conf. on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2013*, pp. 725–727, 2013.
- [13] E. A. Hargreaves, N. Mutrie, and J. D. Fleming, "A web-based intervention to encourage walking (stepwise): Pilot randomized controlled trial," *JMIR research protocols*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [14] J. Niess, P. W. Wozniak, Y. Abdelrahman, P. Elagroudy, Y. Abdrabou, C. Eckerth, S. Diefenbach, and K. Knaving, "I Don't

- Need a Goal': Attitudes and Practices in Fitness Tracking beyond WEIRD User Groups," *Proceedings of MobileHCI 2021 - ACM Int. Conf. on Mobile Human-Computer Interaction: Mobile Apart, MobileTogether*, 2021.
- [15] A. N. Sullivan and M. E. Lachman, "Behavior change with fitness technology in sedentary adults: A review of the evidence for increasing physical activity," *Frontiers in Public Health*, vol. 4, no. JAN, 2017.
- [16] E. A. Locke and G. P. Latham, "Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey.," *American psychologist*, vol. 57, no. 9, p. 705, 2002.
- [17] E. Geurts, F. Van Geel, P. Feys, and K. Coninx, "WalkWithMe: Personalized goal setting and coaching for walking in people with multiple sclerosis," in *ACM UMAP 2019 - Proceedings of the 27th ACM Conf. on User Modeling, Adaptation and Personalization*, pp. 51–60, 2019.
- [18] M. A. Adams, J. F. Sallis, G. J. Norman, M. F. Hovell, E. B. Hekler, and E. Perata, "An adaptive physical activity intervention for overweight adults: A randomized controlled trial," *PLoS ONE*, vol. 8, dec 2013.
- [19] S. Van Der Weegen, R. Verwey, M. Spreeuwenberg, H. Tange, T. Van Der Weijden, and L. De Witte, "It's LiFe! Mobile and web-based monitoring and feedback tool embedded in primary care increases physical activity: A cluster randomized controlled trial," *J. of Medical Internet Research*, vol. 17, no. 7, 2015.
- [20] S. Mohan, A. Venkatakrishnan, and A. L. Hartzler, "Designing an AI Health Coach and Studying Its Utility in Promoting Regular Aerobic Exercise," *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, vol. 10, no. 2, 2020.
- [21] E. L. Deci and R. M. Ryan, "Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health," in *Canadian Psychology*, vol. 49, pp. 182–185, 2008.
- [22] E. Tory Higgins, "Beyond pleasure and pain," *American Psychologist*, vol. 52, no. 12, pp. 1280–1300, 1997.
- [23] J. Hollembeak and A. J. Amorose, "Perceived Coaching Behaviors and College Athletes' Intrinsic Motivation: A Test of Self-Determination Theory," *J. of Applied Sport Psychology*, vol. 17, no. 1, pp. 20–36, 2005.
- [24] A. J. Amorose and D. Anderson-Butcher, "Autonomy-supportive coaching and self-determined motivation in high school and college athletes: A test of self-determination theory," *Psychology of Sport and Exercise*, vol. 8, no. 5, pp. 654–670, 2007.
- [25] J. Mears and M. Kilpatrick, "Motivation for exercise: Applying theory to make a difference in adoption and adherence," *ACSM's Health and Fitness J.*, vol. 12, pp. 20–26, jan 2008.
- [26] M. Cherubini, G. Villalobos-Zuñiga, M. O. Boldi, and R. Bonazzi, "The unexpected downside of paying or sending messages to people to make them walk," *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 27, mar 2020.
- [27] G. M. Lucas, N. Krämer, C. Peters, L. S. Taesch, J. Mell, and J. Gratch, "Effects of perceived agency and message tone in responding to a virtual personal trainer," in *Proceedings of the 18th Int. Conf. on Intelligent Virtual Agents, IVA 2018*, pp. 247–254, ACM, 2018.

- [28] G. B. Spence and L. G. Oades, “Coaching with self-determination in mind : Using theory to advance evidence-based coaching practice,” Tech. Rep. 2, 2011.
- [29] G. Villalobos-Zúñiga and M. Cherubini, “Apps That Motivate: a Taxonomy of App Features Based on Self-Determination Theory,” *Int. J. of Human Computer Studies*, vol. 140, 2020.
- [30] J. Cesario, H. Grant, and E. T. Higgins, “Regulatory Fit and Persuasion: Transfer from ”Feeling Right”,” *J. of Personality and Social Psychology*, vol. 86, pp. 388–404, 2004.
- [31] A. Y. Lee and J. L. Aaker, “Bringing the Frame into Focus: The Influence of Regulatory Fit on Processing Fluency and Persuasion,” *J. of Personality and Social Psychology*, vol. 86, no. 2, pp. 205–218, 2004.
- [32] H. op den Akker, M. Cabrita, R. op den Akker, V. M. Jones, and H. J. Hermens, “Tailored motivational message generation: A model and practical framework for real-time physical activity coaching,” *J. of Biomedical Informatics*, vol. 55, no. 55, pp. 104–115, 2015.
- [33] M. Laroche, P. Roussel, F. Cury, and J. Boiché, “Understanding the dynamics of physical activity practice in the health context through regulatory focus and self-determination theories,” *PloS one*, vol. 14, no. 8, p. e0216760, 2019.
- [34] J. L. Martinez, L. R. Duncan, S. E. Rivers, A. E. Latimer, and P. Salovey, “Examining the use of message tailoring to promote physical activity among medically underserved adults,” *J. of health psychology*, vol. 18, no. 4, pp. 470–476, 2013.
- [35] C. L. Craig, A. L. Marshall, M. Sjöström, A. E. Bauman, M. L. Booth, B. E. Ainsworth, M. Pratt, U. Ekelund, A. Yngve, J. F. Sallis, and P. Oja, “Int. physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity,” *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 35, no. 8, pp. 1381–1395, 2003.
- [36] J. Boiché, M. Gurlan, D. Trouilloud, and P. Sarrazin, “Development and validation of the ‘Echelle de Motivation envers l’Activité Physique en contexte de Santé’: A motivation scale towards health-oriented physical activity in French,” *J. of Health Psychology*, vol. 24, no. 3, pp. 386–396, 2019.
- [37] G. Gronier and A. Baudet, “Psychometric evaluation of the f-sus: Creation and validation of the french version of the system usability scale,” *Int. J. of Human-Computer Interaction*, pp. 1–12, 2021.
- [38] JASP Team, “JASP (Version 0.16.4)[Computer software],” 2022.
- [39] N. Beerlage-de Jong, H. Kip, S. M. Kelders, *et al.*, “Evaluation of the perceived persuasiveness questionnaire: User-centered card-sort study,” *J. of medical Internet research*, vol. 22, no. 10, p. e20404, 2020.
- [40] K. A. Croteau, V. Suresh, and E. Farnham, “Efficacy of using physical activity mentors to increase the daily steps of older adults in the primary care setting: a pilot study,” *J. of aging and physical activity*, vol. 22, no. 1, pp. 16–24, 2014.
- [41] S. M. Guérin, Y. N. Delevoye-Turrell, J. M. Bird, and C. I. Karageorghis, “#RestezChezVous : Importance des habitudes sportives et de l’environnement de vie pour prévenir les inégalités de mal-être et de sédentarité pendant le confinement COVID-19.,” *Canadian Psychology*, vol. 62, no. 1, pp. 32–43, 2021.



- [42] D. Peters, R. A. Calvo, and R. M. Ryan, “Designing for motivation, engagement and well-being in digital experience,” *Frontiers in Psychology*, vol. 9, no. MAY, 2018.
- [43] M. C. Klein, A. Manzoor, and J. S. Mollee, “Active2gether: A personalized m-health intervention to encourage physical activity,” *Sensors*, vol. 17, no. 6, p. 1436, 2017.
- [44] K. Fraser, B. Yousuf, and O. Conlan, “Scrutable and persuasive push-notifications,” in *Int. Conf. on Persuasive Technology*, pp. 67–73, Springer, 2019.
- [45] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled, and L. Nacke, “From game design elements to gamefulness: defining” gamification”, in *Proceedings of the 15th Int. academic MindTrek Conf.: Envisioning future media environments*, pp. 9–15, 2011.