



HAL
open science

La santé personnalisée : les objets connectés pour adopter de nouveaux comportements

Jules Cissoko, Martine Duclos, Anthony Fardet, Philippe Lacomme, Ludivine Paris, Faustine Regnier, Sylvie Rousset

► To cite this version:

Jules Cissoko, Martine Duclos, Anthony Fardet, Philippe Lacomme, Ludivine Paris, et al.. La santé personnalisée : les objets connectés pour adopter de nouveaux comportements. *Pratiques en Nutrition : santé et alimentation*, 2017, 13 (50), pp.30-36. 10.1016/j.pranut.2017.03.007 . hal-01603939

HAL Id: hal-01603939

<https://hal.science/hal-01603939v1>

Submitted on 20 Jul 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Dohead sciences des aliments
Sous-dohead technologie

La santé personnalisée : les objets connectés, pour adopter de nouveaux comportements

Auteurs

WellBeNet^{a,*,b,c,d,e}

^a Université Clermont Auvergne, Inra, UNH, CRNH d'Auvergne, 63000 Clermont-Ferrand, France

^b Service de Médecine du Sport et des Explorations Fonctionnelles, CHU Gabriel-Montpied, 58 rue Montalembert, 63003 Clermont-Ferrand cedex 1, France

^c Limos, UMR CNRS 6158, Campus des Cézeaux, 1 rue de la Chebarde, TSA 60125, CS 60026, 63178 Aubière, France

^d Biomouv, Cap Omega Rond-Point Benjamin-Franklin, CS 39521, 34000 Montpellier, France

^e Inra ALISS UR1303, Université Paris-Saclay, 65 boulevard de Brandebourg, 94200 Ivry-sur-Seine, France

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : sylvie.rousset@inra.fr (S. Rousset).

Résumé

Le développement d'outils validés scientifiquement pour évaluer l'activité physique et les apports alimentaires jouera, dans les années à venir, un rôle déterminant dans l'éducation des jeunes et la prise en charge des patients. L'acceptation sociale évidente des objets connectés et leur interactivité pourraient être un soutien déterminant pour le suivi médical et individuel. Les conséquences pourraient être considérables pour le bien-être et la réduction des coûts de santé.

© 2017

Mots clés – activité physique ; auto-évaluation ; montre connectée ; prise alimentaire ; prise en charge des patients chroniques ; *smartphone*

Summary

Connected devices: A new promising approach for an efficient health self-management via physical activity and diet? The development of scientifically validated tools for evaluating physical activity and food intakes will play a decisive role in youth education and in patient management. The widespread adoption of connected devices and their feedback mechanisms could be a determinant support for medical and individual monitoring. The consequences could be considerable for well-being and health care cost reduction.

© 2017

Keywords – chronically sick patients' management; food intake; physical activity; quantified-self; smartphone; smartwatch

Le monde actuel est marqué par l'épidémie des maladies chroniques. À titre d'exemple, le surpoids et l'obésité touchent environ 50 % de la population française [1]. De plus, la

surcharge pondérale concourt à l'apparition de maladies chroniques telles que le diabète, les maladies cardiovasculaires et certains cancers [2]. Les coûts engendrés par la prise en charge de ces maladies sont considérables, à savoir 10 milliards d'euros par an en France pour soigner le diabète et l'hypertension artérielle [3]. L'implication du mode de vie dans l'apparition et l'aggravation de ces maladies est dorénavant clairement établie, les actions de prévention et de sensibilisation représentent alors un enjeu majeur de santé publique¹.

T1 Causes principales du déséquilibre énergétique

Depuis les dix dernières années, la communauté scientifique s'accorde sur les déterminants majeurs du surpoids, de l'obésité et des maladies chroniques qui sont de nature environnementale et comportementale. Le surpoids résulte d'un déséquilibre énergétique chronique.

Lorsque les apports alimentaires sont excessifs par rapport aux dépenses énergétiques et ce, pendant une longue période, les individus prennent du poids.

TEG1 La dépense énergétique liée à l'activité physique est une composante majeure de la balance énergétique. Au fil des années, l'homme a vu son activité physique diminuer au profit de la sédentarité. La sédentarité impliquant des durées prolongées en position assise a pour conséquence une faible dépense énergétique. Celle-ci est associée aux nombreux changements technologiques dans les environnements domestiques, urbains et professionnels [4]. À ce jour, on estime qu'en France, seulement 43 % des adolescents, 37 % des adultes et 32 % des plus de 65 ans atteignent un niveau d'activité physique considéré comme favorable à la santé [5].

TEG1 L'alimentation est l'autre déterminant majeur de la gestion du poids. Elle est à la fois abondante et diversifiée. Les aliments sont distribués sous forme brute, peu ou moyennement transformés, et ultra-transformés. Lors des cinquante dernières années, la consommation des produits transformés et ultra-transformés s'est considérablement accrue [6]. Ces produits répondent à des besoins hédoniques, d'appétence et de praticité. Ils sont adaptés à des modes de vie urbains et professionnels où le temps consacré à la cuisine est bref.

Les produits industriels sont souvent très riches sur le plan calorique, avec un contenu appauvri en micronutriments. En France, les enjeux majeurs en matière d'alimentation sont concentrés dans les catégories modestes, les plus touchées par l'obésité. Ces populations connaissent parfaitement les recommandations en matière d'alimentation/santé et pourtant les mettent peu en pratique, pour des questions de coût, certes, mais surtout de goûts et de styles de vie [7].

T1 Évaluation des besoins et dépenses énergétiques

TEG1 La détermination des besoins nutritionnels et énergétiques est intimement liée à la dépense énergétique totale de l'individu. Plusieurs méthodes existent pour mesurer la dépense énergétique. La plus précise est la mesure par calorimétrie indirecte, qui nécessite un dispositif scientifique ou une technique biochimique, et des analyses coûteuses (chambre calorimétrique, capteurs de recherche, eau doublement marquée). Il est également possible de l'estimer à partir d'équations mises au point dans différentes populations [8,9], et de la connaissance du niveau d'activité physique et/ou de l'état physiologique. La dépense énergétique liée aux activités physiques, qu'elles soient domestiques ou sportives, est estimée à partir de leurs coûts énergétiques² [10].

TEG1 Pour obtenir une estimation des besoins énergétiques totaux, il est nécessaire de connaître l'ensemble des activités et la durée précise de chacune d'entre elles. Un tel relevé d'activités est très contraignant à réaliser. Les questionnaires sont un autre moyen largement utilisé pour évaluer le niveau d'activité physique de populations. Toutefois, leur pertinence est sujette à caution. Le coefficient de corrélation moyen entre les réponses aux questionnaires et l'activité physique mesurée objectivement dans 173 études par

l'accélérométrie et/ou la fréquence cardiaque est faible (0,37) [11]. Ceci prouve que le recueil d'informations par des moyens de collecte non automatisés est sujet à caution car les individus, consciemment ou non, surestiment leur activité ou, se sachant observés, modifient leur comportement habituel [12,13].

T1 Évaluation des apports alimentaires

L'évaluation des apports alimentaires est réalisée classiquement au travers de différents types d'enquêtes : l'histoire alimentaire, le relevé alimentaire, le questionnaire de fréquence ou le rappel des 24 heures. Les recueils de données alimentaires sont effectués par auto-questionnaire (auto-remplissage), ou lors d'entretien avec un enquêteur. L'individu doit indiquer ses choix alimentaires, puis renseigner les quantités consommées. Le processus de recueil est donc long et peut sembler fastidieux à réaliser, à la fois pour l'individu et pour le chercheur ou le médecin. De plus, il est connu que ce type d'enquête conduit à des sous-estimations liées à des erreurs de mémoire et des réponses biaisées par des considérations de désirabilité sociale. Janet Novotny *et al.* montrent que 85 % des femmes et 61 % des hommes sous-estiment leurs apports énergétiques de 621 et 581 kcal/jour, respectivement [14]. Ces enquêtes sont ainsi limitées en termes de validité et de fiabilité.

T1 Attentes vis-à-vis des technologies de l'information et de la communication

Confrontés à ces limitations méthodologiques et aux changements comportementaux, la recherche scientifique a un rôle majeur à jouer pour proposer de nouveaux outils/dispositifs d'évaluation moins contraignants que les relevés, plus conviviaux et moins sujets aux biais que les questionnaires. Ces outils doivent être fiables, valides, utilisables à grande échelle, à moindre coût, en temps réel et en tout lieu. Les attentes vis-à-vis d'eux sont de les impliquer non seulement dans l'évaluation, mais également dans l'éducation et la prévention afin de maintenir un bon état de santé.

T2 Essor des technologies de l'information et de la communication, et domaines d'application

TEG1 L'essor et la généralisation rapides des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) ont une incidence directe et spectaculaire sur tous les aspects de la vie : communication avec l'environnement, recherche d'informations, simplification de tâches courantes, jeux, outils motivationnels pour les activités sportives et rappel des traitements médicaux, etc. (*figure 1*). Les NTIC représentent un véritable atout pour connaître les comportements réels en conditions habituelles de vie. Dans ce but, les individus s'équipent d'outils (applications, objets...) leur permettant de suivre des paramètres de santé [15]. Ceci témoigne donc de leur volonté de mieux se connaître et peut-être de changer ou d'acquiescer de meilleurs comportements [16].

TEG1 Ces technologies intègrent des objets de la vie quotidienne tels que les téléphones, les montres, les bracelets, les balances, les réfrigérateurs, les voitures, et les rendent connectés et interactifs. Les *smartphones*, les tablettes et les montres sont de véritables ordinateurs et compagnons de vie. Ils intègrent des capteurs (accéléromètre, cardio-fréquence-mètre, tensiomètre), et de la mémoire pour recueillir et stocker des données. Celles-ci sont envoyées sur des serveurs *via* Internet pour le traitement, et les résultats sont retournés presque instantanément aux *smartphone*/montre/tablette/ordinateur. Toutes ces opérations sont très rapides. Ces attributs en font des outils pratiques pour l'auto-évaluation des comportements *in situ* et en temps réel. Ces technologies ont reçu un accueil très favorable auprès de la population qui les a adoptées plus ou moins rapidement. Actuellement, plus d'un Français sur deux possède un *smartphone* [17], mais seulement 5 à 9 % ont des montres connectées. Dans l'étude menée par le cabinet Deloitte, 24 % des sondés disent utiliser au moins un

objet connecté pour leur santé, et 25 % pensent qu'ils le feront à l'avenir [18]. Demain, ils veulent recourir au dossier médical électronique (33 %) et aux outils de consultation à distance (25 %).

T2 NTIC, santé, activité physique et alimentation

Le développement des applications pour *smartphones* dans le domaine de la santé et remise en forme, du sport et de la médecine est considérable. Les applications peuvent être classées en quatre catégories [19] :

- la première classe est dédiée à l'éducation et à l'entraînement, et encourage les comportements sains ;
- la deuxième classe permet aux patients de communiquer avec leurs médecins à distance *via* la caméra/appareil photo de la tablette ou du *smartphone* ;
- la troisième classe regroupe des tests médicaux réalisables par le patient lui-même au moyen de son *smartphone*, et qui sont moins coûteux que ceux réalisés avec le matériel médical ;
- enfin, la dernière classe est dédiée à la prévention et propose une approche holistique de la prise en charge comportementale.

T1 L'activité physique

TEG1 Sur le *Play Store* et l'*Apple Store*, on dénombre 33 905 et 31 737 applications dans les catégories de la santé et de l'activité physique en mai 2014³. Les applications référencées en activité physique font souvent partie des classes 1 et 4. Elles proposent des exercices et des programmes de remise en forme, couplés ou non avec des objets connectés tels que les bracelets, podomètres, balances, cardio-fréquencesmètres, *smartphones*. Lorsqu'elles intègrent l'utilisation de capteurs (accéléromètres, cardio-fréquencesmètres, GPS), elles informent l'utilisateur sur le nombre de pas, la distance parcourue, la dépense énergétique (calories brûlées), la vitesse de déplacement et la fréquence cardiaque. Selon le site Softonic⁴, les quatre applications les plus utilisées sont Fitbit[®], Noom[®], AppleHealth[®] et Bing Santé & Forme[®] (*tableau 1*).

Le *Play Store* indique que les applications Noom[®] et Fitbit[®] ont été téléchargées par 10 à 50 millions d'utilisateurs dans le monde. Elles ont l'ambition d'améliorer la santé de leurs utilisateurs en évaluant leur activité physique et leur alimentation. Pour les activités physiques usuelles, elles ne nécessitent pas l'intervention de l'utilisateur, mais celle de capteurs et d'algorithmes. Des activités plus spécifiques concernant le sport peuvent être saisies manuellement. Ces particularités sont très appréciées des utilisateurs. *A contrario*, la plupart de ces applications ne sont pas validées scientifiquement. Ainsi, une étude compare la dépense énergétique évaluée par quatre dispositifs portables au poignet (Apple Watch[®], Fitbit Charge HR[®], Samsung Gear S[®] et Mio Alpha[®]) à la mesure de calorimétrie indirecte en conditions contrôlées [20]. Tous sous-estiment significativement la dépense énergétique de 9 à 43 % en valeur relative et présentent des biais systématiques. Les auteurs concluent que l'estimation de la dépense énergétique délivrée dans ces conditions est médiocre.

TEG1 À notre connaissance, deux applications ont été validées sur le plan scientifique pour évaluer précisément le temps passé dans quatre catégories d'activités (sédentaire, intensité légère, modérée et vigoureuse) et la dépense énergétique correspondante : eMouveRecherche[®] et IntellilifePro[®].

Ces deux applications ont été développées sous Android pour caractériser les activités physiques de la vie quotidienne, et notamment pour discriminer les comportements sédentaires des activités d'intensité légère comme se tenir debout ou déambuler. La communauté scientifique reconnaît l'intérêt de ce type d'activité pour réduire les risques de mortalité [21]. Les algorithmes de ces applications ont été mis au point à partir de travaux de recherche et d'études cliniques incluant de nombreux volontaires qui ont

collecté des données d'accélérométrie *via* des *smartphones* (eMouveRecherche®) ou des *smartphones* couplés à des montres connectées (IntellilifePro®).

T2 Une application pour la recherche médicale

Disponible sur le *Play Store*⁵, l'application eMouveRecherche® est une brique d'un système plus complexe dédié aux traitements de données concernant la nutrition et l'activité physique nommé ActivCollector⁶.

L'application mobile détecte les mouvements de la jambe (*smartphone* porté dans la poche du pantalon) et permet le stockage des données dans un système de traitement qui comprend de nombreux outils statistiques pour un suivi et une analyse détaillée. Il est possible, pour les chercheurs, d'analyser les données minute par minute, sur plusieurs jours, et de les regrouper par catégorie de volontaires.

T2 Première application montre/téléphone

IntellilifePro®, également disponible sur le *Play Store*, détecte à la fois les mouvements de la jambe et du poignet. Une telle approche, fondée sur l'utilisation de deux objets connectés, permet de discriminer les activités sédentaires où seule une partie du haut du corps est en mouvement, comme dans un travail de bureau.

T2 Feedback convivial et estimation précise

Les erreurs produites en valeur absolue par ces deux applications sont inférieures à 10 % par rapport à des méthodes et capteurs de référence (calorimétrie indirecte et Armband) [19,22,23]. Elles informent l'utilisateur sur le temps passé dans chaque catégorie d'activité et sur la dépense énergétique. Seule eMouveRecherche® communique, pour les besoins des projets de recherche, avec un serveur⁶ qui stocke les données et les résultats, et permet aux chercheurs de les consulter et de les analyser (figures 2-4).

T1 L'alimentation

TEG1 Dans le domaine de l'alimentation et des boissons, il existe 24 202 applications sur l'*Apple Store*, mais leur nombre est indéterminé sur le *Play Store*³. Ces applications font partie des classes 1 et 4. Elles proposent des apprentissages dans le domaine de la cuisine, de l'équilibre nutritionnel et parfois aussi un accompagnement pour perdre du poids. La quantification des apports alimentaires pour le calcul des calories et des nutriments ingérés nécessite cette fois la saisie active de données par l'individu, car il n'existe pas de capteur pour enregistrer les choix alimentaires et les quantités consommées. À notre connaissance, toutes les applications *smartphone* qui quantifient les apports énergétiques sont fondées sur la saisie des aliments et des quantités consommées. Certaines permettent d'avoir connaissance de la composition nutritionnelle des produits alimentaires manufacturés à partir du scan des codes-barres. Le processus de saisie est, hélas, similaire à celui des enquêtes de relevé alimentaire.

TEG1 Les difficultés d'utilisation de ces applications résident en la recherche des aliments et la quantification. La sélection des aliments peut être longue à effectuer car les bases sont gigantesques : plus de 600 000 aliments pour MyFitnessPal® par exemple. Les unités proposées ne sont pas toujours adaptées à nos références (*cup* et *oz* dans Noom Coach®) ou nécessitent des connaissances diététiques approfondies : par exemple, la saisie directe des apports énergétiques en kilocalories dans Fitbit®. L'évaluation des portions reste une réelle difficulté. Comme pour les enquêtes traditionnelles, l'utilisation des applications peut être sujette aux oublis et aux sous-déclarations. Elles informent l'utilisateur de son apport calorique et parfois du détail nutritionnel (glucides, lipides, protéines...). L'apport énergétique quotidien exprimé en kilocalories peut s'avérer difficile à interpréter par rapport aux besoins de l'utilisateur. C'est pourquoi, les applications ajoutent souvent des repères/indicateurs tels que l'équilibre énergétique et la qualité

nutritionnelle des aliments (**tableau 2**). L'application Fitbit® informe l'utilisateur du nombre de calories restant à absorber au cours de la journée en fonction de son activité physique habituelle et des aliments déjà consommés. L'application Weight Watchers® fonctionne à l'aide de points qui sont attribués en fonction, d'une part, des apports énergétiques, lipidiques, en graisses saturées et sucre de l'alimentation (*Smartpoint*), et, d'autre part, de l'activité physique (*ActivPoint*). L'activité physique peut être évaluée à l'aide d'un objet connecté tel que le bracelet Fitbit® proposé par Weight Watchers®. L'originalité de l'application Noom® est d'attribuer à chaque aliment une recommandation de consommation. Celle-ci est soit "excellente", "à modérer" ou "à limiter", reconnaissable par un code couleur vert, orange ou rouge, respectivement. Les aliments verts (c'est-à-dire sains, tels que les légumes et les céréales complètes), jaunes (glucides) et rouges (graisse et sucre) devraient être présents à hauteur de 50 %, 35 % et 15 % dans l'alimentation.

TEG1 La majorité des applications existantes ne sont pas validées scientifiquement selon Jean-Pierre Loisel [24]. En effet, seulement 13 % d'entre elles utilisent des données de compositions nutritionnelles référencées. Une autre dérive concerne les applications qui ciblent la perte de poids. Lorsque l'utilisateur fixe lui-même sa perte de poids et le temps souhaité pour l'atteindre, l'objectif peut s'avérer dangereux sans accompagnement professionnel.

T1 Les outils connectés, efficaces pour perdre du poids ?

Nous venons de passer en revue les forces et faiblesses de certaines applications en termes d'évaluation des comportements. Maintenant intéressons-nous à celles (classe 4) qui incitent à augmenter l'activité physique et/ou à manger plus sainement pour perdre du poids. Les résultats de ces études ont été comparés dans des méta-analyses et mettent en évidence des résultats divergents.

TEG1 Certaines méta-analyses soulignent l'effet positif de l'usage des outils connectés, en matière de changements alimentaires, favorisant par exemple une consommation accrue de fruits et légumes, une réduction des graisses, des calories ingérées, une perte de poids, ou un accroissement de l'activité physique [25]. La méta-analyse de Lynnette Nathalie Lyzwiniski porte sur des essais contrôlés randomisés sur la perte de poids à l'aide d'appareils mobiles, qui semblent dans ce cadre particulièrement adaptés. De même, la revue de Lora E. Burke indique une relation significativement positive entre auto-surveillance de l'alimentation, activité physique et perte, ou contrôle, du poids [26]. Une méta-analyse confirme l'efficacité des applications mobiles à diminuer le poids corporel et l'indice de masse corporelle [27]. Enfin, certains travaux suggèrent que l'usage des technologies mobiles, comparé à des interventions standard, a des effets significativement positifs en termes de perte de poids et de stabilité de cette perte [28]. D'autres recherches menées par cette équipe prennent pour acquis l'utilité du numérique et s'intéressent moins à tester l'efficacité des technologies mobiles que le contenu même des interventions, montrant qu'un *coaching* par technologie mobile axé à la fois sur les fruits et légumes et la sédentarité permet de maximiser l'adoption et le maintien des changements de comportements. Sans qu'il s'agisse spécifiquement d'un objectif de perte de poids, la revue systématique des essais randomisés sur l'efficacité des outils connectés en matière d'activité physique et de comportements alimentaires souligne les effets positifs des programmes personnalisés par rapport à l'absence d'information, ou à une information générique [29].

TEG1 D'autres études mettent à l'inverse en évidence les limites des outils connectés : ces outils ne se suffisent pas et constituent plutôt des canaux de communication supplémentaires, utiles et sans doute nécessaires, mais non suffisants. Par exemple, Yoshi Laing *et al.* analysent l'effet de l'application MyFitnessPal® auprès d'individus en surpoids ou obèses, et soulignent qu'il n'existe pas de différence

significative entre les patients munis de l'application et le groupe contrôle. Les applications connectées seraient utiles pour les individus prêts à surveiller eux-mêmes leurs calories. Pour autant, cette recherche ne détermine pas à quelles conditions – fait sélectif “d’être prêt”, biais endogène de sélection – l'application est utile et ce que son usage peut apporter en dehors de la perte de poids [30]. De même, l'étude récente sur l'efficacité d'une intervention par téléphone portable en matière de perte de poids montre des effets très modestes [31]. Les applications mobiles sont certes plus efficaces que les interventions classiques, mais elles ne suffisent pas : ce sont les interventions hybrides, conjuguant nouvelles technologies et prise en charge humaine, qui se révèlent les plus efficaces [28]. Enfin, dans la revue de littérature qu'ils consacrent aux technologies mobiles dans l'évaluation des comportements de santé, Robert Kaplan et Arthur Stone soulignent, eux aussi, l'effet très modéré des outils connectés dans le domaine de l'alimentation [18].

TEG1 Certains travaux, enfin, portent spécifiquement sur la dimension ludique des outils connectés – “la gamification” – qui constituerait un élément essentiel dans l'attrait et l'efficacité que l'on prête aux outils connectés [32]. Pour ce qui concerne plus spécifiquement les *serious games*, la méta-analyse de Ann DeSmet *et al.*, menée auprès de 54 études portant sur les *serious games* pour la promotion de la santé, a mis en évidence des effets modérés certes, mais significativement positifs sur les comportements, indépendamment de l'âge des individus ou de leur sexe [33]. Pour autant, l'engagement dans le jeu ainsi que l'assiduité restent des éléments complexes à appréhender, la durée de jeu ne préjugant pas, par exemple, de l'efficacité d'un *serious game*. Cette méta-analyse souligne enfin un résultat important : les effets des interventions par *serious games* se maintiennent sur le long terme au niveau des connaissances, mais pas au niveau des comportements. Dès lors, il convient de distinguer sphère des connaissances et sphère des comportements.

T1 Les objets connectés ouvrent la voie à une autre “recherche”

Si l'analyse nutritionnelle et métabolique de comportements imposés en laboratoire représente un travail classique et historique, l'impact des comportements spontanés sur la santé est un domaine de recherche récent et difficile à appréhender.

Pendant des années, l'accès à des données fiables collectées en conditions usuelles de vie n'a pas été possible car les méthodes trop intrusives, peu fiables ou trop coûteuses en rendaient l'accès presque impossible.

Évaluer précisément et rapidement le comportement alimentaire et physique sur un site professionnel ou chez soi constitue des enjeux scientifiques et pratiques majeurs pour la recherche.

T1 Conclusion

Les objets connectés sont devenus les outils les plus accessibles au monde pour communiquer et collecter des informations. Les chercheurs, dans le domaine de la santé, s'intéressent à ces objets pour, d'une part, créer et proposer une offre d'applications validées sur le plan scientifique permettant d'évaluer précisément les comportements habituels en relation avec la santé, et, d'autre part, pour tester la validité et l'usage des applications commerciales existantes. La validité de ces applications est rarement démontrée et publiée. Les méta-analyses révèlent que l'usage de ces objets est plutôt positif, mais que l'amélioration des comportements ou de la composition corporelle est souvent modeste. L'aspect ludique de ces objets est certainement intéressant initialement pour faciliter leur adoption et l'acquisition de connaissances, sans être toutefois suffisant pour fidéliser les comportements. La plupart des études portent sur un suivi à court ou moyen terme : les interventions menées au-delà de 6 mois sont rares. Nous ne connaissons donc pas la stabilité des changements observés sur le long terme. Quoi qu'il

en soit, la production d'améliorations scientifiques de ces nouvelles technologies est indispensable pour fournir des repères comportementaux au grand public, et devenir des relais valides de suivi entre les patients et les équipes médicales. Les interventions nutritionnelles et/ou en activité physique conjuguant l'utilisation des nouvelles technologies et la prise en charge humaine suscitent donc beaucoup d'espoir en termes d'efficacité et de réduction des coûts de santé.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Notes

¹ WellBeNet : Jules Cissoko^a, Ingénieur d'étude ; Martine Duclos^{a,b}, Professeur des Universités ; Anthony Fardet^a, Chargé de recherche ; Philippe Lacomme^c, Maître de conférences ; Ludivine Paris^{a,d}, PhD Student ; Faustine Regnier^e, Chargée de recherche ; Sylvie Rousset^a, Ingénieur de recherche (^a Université Clermont Auvergne, Inra, UNH, CRNH d'Auvergne, 63000 Clermont-Ferrand ; ^b Service de Médecine du Sport et des Explorations Fonctionnelles, CHU Gabriel-Montpied, 58 rue Montalembert, 63003 Clermont-Ferrand cedex 1 ; ^c Limos, UMR CNRS 6158, Campus des Cézeaux, 1 rue de la Chebarde, TSA 60125, CS 60026, 63178 Aubière ; ^d Biomouv, Cap Omega Rond-point Benjamin-Franklin, CS 39521, 34000 Montpellier ; ^e Inra ALISS UR1303, Université Paris-Saclay, 65 boulevard de Brandebourg, 94200 Ivry-sur-Seine).

² Répertoriés sur le site Compendium of physical activities. <https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities>

³ www.statistica.com

⁴ <http://articles.fr.softonic.com/comparatif-4-applis-mobiles-prendre-soin-sante>

⁵ <https://play.google.com>

⁶ <https://activcollector.clermont.inra.fr>

⁷ Les partenaires du projet E-Diet: Healthy eating through digital devices. Réponse à l'appel d'offre ANR France-Luxembourg 2016.

Références

[1] ObÉpi-Roche 2012 : enquête épidémiologique nationale sur le surpoids et l'obésité. 6^e édition, 2012. www.roche.fr/content/dam/roche_france/fr_FR/doc/obepi_2012.pdf

[2] Fardet A, Boirie Y. Associations between food and beverage groups and major diet-related chronic diseases: an exhaustive review of pooled/meta-analyses and systematic reviews. *Nutr Rev*. 2014;72:741-62.

[3] Collège de la médecine générale. Le Livre blanc du collège de la médecine générale. Les Maladies chroniques. 2014. www.lecmg.fr/livreblanc/chiffres.html

[4] Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes*. 2007;56:2655-67.

[5] Vuillemin A, Escalon H, Bossard C. Baromètre santé nutrition 2008. Activité physique et sédentarité. 2008 <http://inpes.santepubliquefrance.fr/Barometres/barometre-sante-nutrition-2008/pdf/activite-physique.pdf>

[6] Besson D. Le repas depuis 45 ans : moins de produits frais, plus de plats préparés. *Insee Première*. 2008;1208:1-4.

[7] Régnier F, Masullo A. Obésité, goûts et consommation. Intégration des normes d'alimentation et appartenance sociale. *Rev Fr Sociol*. 2009;50:747-73.

[8] Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man. Washington (Etats-Unis) : Carnegie Institute of Washington; 1919. <http://archive.org/download/biometricstudyof00harruoft/biometricstudyof00harruoft.pdf>

- [9] Black AE. Physical activity levels from a meta-analysis of doubly-labeled water studies for validating energy intake as measured by dietary assessment. *Nutr Rev.* 1996;54:170-4.
- [10] Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exer.* 2000;32:S498-504.
- [11] Prince SA, Adamo KB, Hamel ME et al. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2008;5:56.
- [12] Shephard RJ. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med.* 2003;37:197-206.
- [13] Helmerhorst HJ, Brage S, Warren J et al. A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2012;9:103.
- [14] Novotny J, Rumpler WVJ, Riddick H et al. Personality characteristics as predictors of underreporting of energy intake on 24-hour dietary recall interviews. *J Am Diet Ass.* 2003;103:1146-51.
- [15] Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil). Le corps, nouvel objet connecté. Paris : Cnil; 2014. www.cnil.fr/sites/default/files/typo/document/CNIL_CAHIERS_IP2_WEB.pdf
- [16] Kaplan RM, Stone AA. Bringing the laboratory and clinic to the community: mobile technologies for health promotion and disease prevention. *Annu Rev Psychol.* 2013;64:471-98.
- [17] Mobile Marketing Association France. Le baromètre du marketing mobile. 12^e édition. Décembre 2015. www.mmaf.fr/wp-content/uploads/2016/06/Barometre-trimestriel-du-Marketing-Mobile-en-France-3eme-trimestre-2015-infographie.pdf
- [18] Cabinet Deloitte. Les Français et la santé. Étude Santé 2016. www2.deloitte.com/fr/fr/pages/sante-et-sciences-de-la-vie/articles/les-francais-et-la-sante-etude-2016.html
- [19] Duclos M, Fleury G, Lacomme P et al. An acceleration vector variance based method for energy expenditure estimation in real-life environment with a Smartphone/Smartwatch integration. *Expert Syst Appl.* 2016;63:435-49.
- [20] Wallen MP, Gomersall SR, Keating SE et al. Accuracy of heart rate watches: implications for weight management. *PLoS One.* 2016;11:e0154420.
- [21] Leon-Munoz LM, Martinez-Gomez D, Balboa-Castillo T et al. Continued sedentariness, change in sitting time, and mortality in older adults. *Med Sci Sports Exer.* 2013;45:1501-7.
- [22] Guidoux R, Duclos M, Fleury G et al. A smartphone-driven methodology for estimating physical activities and energy expenditure in free living conditions. *J Biomed Inform.* 2014;52:271-8.
- [23] Duclos M, Fleury G, Guidoux R et al. Use of smartphone accelerometers and signal energy for estimating energy expenditure in daily-living conditions. *Curr Biotechnol.* 2015;4:4-15.
- [24] Colloque du 20 novembre 2014. Vers une information à la carte ? Les enjeux de la dématérialisation de l'information sur les produits alimentaires. 2014. <http://alimentation-sante.org/2014/10/colloque20novembre2014>
- [25] Lyzwinski LN. A systematic review and meta-analysis of mobile devices and weight loss with an intervention content analysis. *J Pers Med.* 2014;4:311-85.
- [26] Burke LE, Wang J, Sevick MA. Self-monitoring in weight loss: a systematic review of the literature. *J Am Diet Assoc.* 2011;111:92-102.
- [27] Mateo GF, Granado-Font E, Ferre-Grau C et al. Mobile phone apps to promote weight loss and increase physical activity: a systematic review and meta-analysis. *J Med Internet Res.* 2015;17:e253.

- [28] Spring B, Duncan J, Janke EA et al. Integrating technology into standard weight loss treatment: a randomized controlled trial. *JAMA Inter Med.* 2013;173:105-11.
- [29] Broekhuizen K, Kroeze W, van Poppel MNM et al. A systematic review of randomized controlled trials on the effectiveness of computer-tailored physical activity and dietary behavior promotion programs: an update. *Ann Behav Med.* 2012;44:259-86.
- [30] Laing BY, Mangione CM, Tseng CH et al. Effectiveness of a smartphone application for weight loss compared to usual care in overweight primary care patients: a randomized controlled trial. *Ann Intern Med.* 2014;161:S5-12.
- [31] Svetkey LP, Batch BC, Lin PH et al. Cell phone intervention for you (CITY): a randomized, controlled trial of behavioral weight loss intervention for young adults using mobile technology. *Obesity.* 2015;23:2133-41.
- [32] Ellerbrok A. Playful biometrics: controversial technology through the lens of play. *Sociol Q.* 2011;52:528-47.
- [33] DeSmet A, Van Ryckeghem D, Compennolle S et al. A meta-analysis of serious digital games for healthy lifestyle promotion. *Prev Med.* 2014;69:95-107.

Tableau 1. Caractéristiques et paramètres mesurés en activité physique par les quatre applications les plus téléchargées.

Application	Système d'exploitation	Capteurs d'enregistrement des activités	Paramètres mesurés
Fitbit®	Android iOS Web	Accélérométrie (bracelet) Saisie manuelle	Nombre de pas et marches Intensité Distance Calories brûlées
Noom®	Android iOS	Capteurs du téléphone GPS Cardio-fréquencemètre	Distance Calories brûlées Vitesse
Apple Health®	iOS 8	RunKeeper® (GPS) Moves® (GPS et capteurs du téléphone) Saisie manuelle	Distance Calories brûlées Nombre de pas Durée des activités
Bing Health & Fitness®	Windows Phone Windows 8	Capteurs du téléphone	Rythme Vitesse Calories brûlées Déplacements sur une carte

Tableau 2. Paramètres de l'alimentation évalués par les quatre applications.

Application	Outil	Saisie	Paramètres évalués
Fitbit®	Large base de données sur la composition nutritionnelle (14 pays)	Manuelle : aliments et eau (en français) Codes-barres	Calories ingérées Repère par rapport à la dépense énergétique (inférieur, équivalent, supérieur)
Noom®	Large base de données de	Manuelle : aliments, boissons	Calories ingérées Classement des

	composition nutritionnelle (anglais, coréen, japonais, allemand et espagnol)	(en anglais) Codes-barres	aliments dans trois catégories (vert, orange, rouge)
Apple Health®	Applications existantes	Manuelle : Weight Watchers® MyFitness Pal® Up Coffee®...	Calories ingérées Graisse Cholestérol Fibres Vitamines... Eau <i>SmartPoints,</i> <i>ActivPoints</i>
Bing Santé & Forme®	Large base de données de composition nutritionnelle (300 000 aliments) Différentes langues	Manuelle	Pour chaque aliment : calories, graisses, protéines, glucides

Illustrations

Rousset-Fig1

Figure 1. L'essor et la généralisation rapides des nouvelles technologies de l'information et de la communication ont une incidence directe et spectaculaire sur tous les aspects de la vie, notamment l'activité sportive.

© Fotolia.com/LMproduction

Rousset-Fig2

Figure 2. Exemple de rendu par IntellilifePro® (à gauche) et eMouveRecherche® (à droite).

© Unité de Nutrition Humaine

Rousset-Fig3

Figure 3. Principe du système ActivCollector®.

© Unité de Nutrition humaine

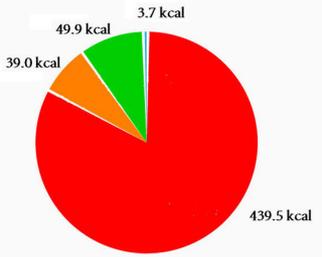
Rousset-Fig4

Figure 4. Exemple d'analyse de l'activité physique spontanée d'un volontaire dans ActivCollector®.

© Unité de Nutrition humaine



ACTIVITÉS DE LA JOURNÉE



532,17 kcal dépensées

INDICATEUR DE FORME



- Recap
- Act. durations
- Activities (kcal)
- History

March 9, 2015

ACTIVITIES DURATION



ENERGY EXPENDITURE

377 kcal

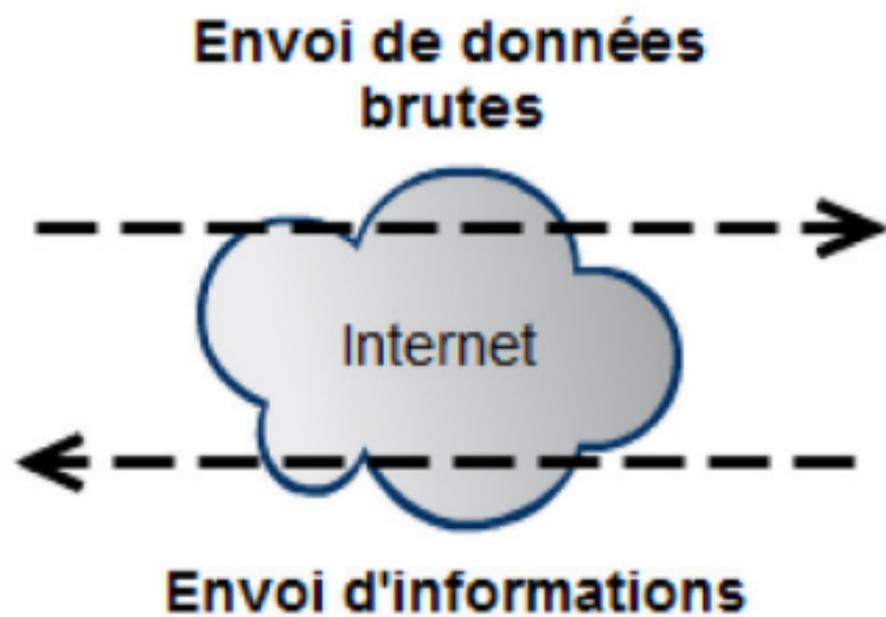
AVERAGE ENERGY EXPENDITURE

6.29 kcal/min

Collecte des données

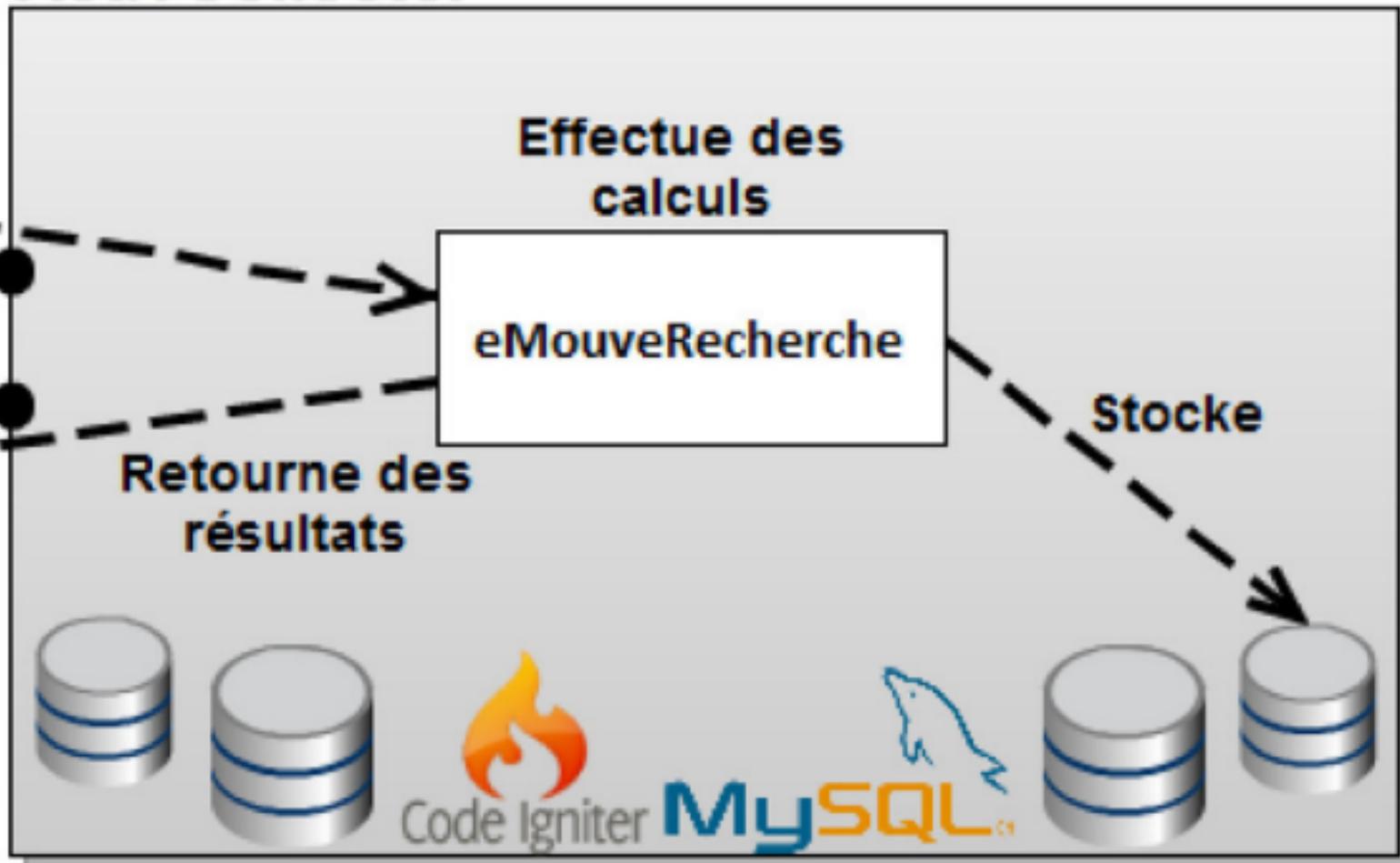


Volontaire porteur
d'un smartphone



Serveur
d'ActivCollector

ActivCollector



Vigoureuses

Modérées

Légères

Immobilés

Aucune donnée

