



# ANTICIPER LES USAGES ET LES CONSÉQUENCES DES TECHNOLOGIES CONNECTÉES EN SANTÉ MENTALE. UNE ÉTUDE DE « CAS FICTIF »

*FORESEEING USAGES AND CONSEQUENCES OF E-MENTAL  
HEALTH TECHNOLOGIES. A “FICTIONAL” CASE STUDY*

DONNÉES DE SANTÉ ET PSYCHIATRIE

Xavier BRIFFAULT<sup>1</sup> et Margot MORGIEVE<sup>2,3</sup>

## RÉSUMÉ

Le champ de la e-santé (mentale) est particulièrement actif, et produit de nouveaux dispositifs à un rythme extrêmement rapide. Si l'analyse empirique des usages *actuels* de ces dispositifs est indispensable, il est tout aussi nécessaire d'anticiper sur les bouleversements qui surviendront dans un *avenir proche* en réfléchissant sur

des usages possibles, mais non encore avérés, de ces dispositifs pour les personnes présentant des problématiques psychiques / des troubles mentaux, et sur les problématiques que poseront les données générées par ces nouveaux dispositifs. L'analyse de cas *fictif* offre de telles possibilités de réfléchir par avance sur des technologies émergentes dont le potentiel « disruptif » – pour reprendre le terme popularisé par différents acteurs du numérique – impose de ne pas se limiter aux usages connus. C'est ce que nous proposons ici avec un cas dont nous situons l'occurrence dans cinq ans. Nous aborderons les usages possibles des dispositifs connectés tout au long d'une journée « typique » d'une personne présentant des problèmes sévères de dysrégulations émotionnelles et de conduites suicidaires. Ils nous serviront de support à une réflexion sur cinq modalités de régulation envisageables pour la propriété et les usages des données générées par ces dispositifs ubiquitaires, qui seront à terme intégrés dans les moindres interstices de nos vies quotidiennes.

## MOTS-CLÉS

e-santé mentale, Internet des objets connectés, Régulation, Suicide, Psychiatrie.

1. Centre de Recherche Médecine, Sciences, Santé, Santé Mentale, Société (CERMES3), UMR CNRS 8211 - Unité Inserm 988 - EHESS - Université Paris Descartes, Paris, France

2. Équipe Behavior, Emotion, and Basal Ganglia, CNRS UMR 7225, Inserm UMRS 975, Université Pierre et Marie Curie (UPMC), Institut du Cerveau et de la Moelle épinière (ICM), CHU Pitié-Salpêtrière, Paris, France.

3. Fondation FondaMental, Hôpital Albert Chenevier - Pôle de psychiatrie, 40 rue de Mesly 94010 Créteil cedex.

### Affiliations :

Xavier Briffault : Centre de Recherche Médecine, Sciences, Santé, Santé Mentale, Société (CERMES3), UMR CNRS 8211 - Unité Inserm 988 - EHESS - Université Paris Descartes, Paris, France.  
briffault.xavier@wanadoo.fr

Margot Morgiève : Équipe Behavior, Emotion, and Basal Ganglia, CNRS UMR 7225, Inserm UMRS 975, Université Pierre et Marie Curie (UPMC), Institut du Cerveau et de la Moelle épinière (ICM), CHU Pitié-Salpêtrière, Paris, France & Fondation FondaMental, Hôpital Albert Chenevier - Pôle de psychiatrie, 40 rue de Mesly 94010 Créteil cedex.  
margotmorgieve@yahoo.fr



## ABSTRACT

The field of (mental) e-health is particularly active, and generates new devices at an extremely fast pace. If the empirical analysis of the current uses of these devices is essential, it is equally necessary to anticipate the disruptions that will occur in the near future by reflecting on possible, but not yet proven, uses of these devices for people with psychological problems/mental disorders, and the problems that will arise from the data generated by these new devices. The fictional case analysis offers such possibilities of thinking in advance about emerging technologies whose “disruptive” potential to use the term popularized by various digital players – imposes not to be limited to known uses. This is what we are proposing here with a case whose occurrence we are considering in five years. We will discuss the possible uses of connected devices throughout a “typical” day of a person with severe problems of emotional dysregulation and suicidal behaviour. They will help us in thinking about five modes of regulation that can be envisaged for the ownership and uses of the data generated by these ubiquitous devices, which will ultimately be integrated into the smallest interstices of our daily lives.

## KEYWORDS

e-mental health, Internet of things (IoT), Regulation, Suicide, Psychiatry.

\*\*\*

L’objectif de cet article est d’examiner les possibilités offertes par les dispositifs numériques connectés (internet des objets, domotique, applications smartphones, intelligence artificielle, *smart cities...*) pour les personnes présentant des problématiques psychiques / des troubles mentaux, et les questions que posent ces nouveaux dispositifs pour la propriété et les usages des quantités massives de données qu’ils génèrent. Le champ de la e-santé (mentale) est particulièrement actif, et produit de nouveaux dispositifs à un rythme extrêmement rapide [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Si l’analyse empirique des usages *actuels* de ces dispositifs est absolument indispensable [9, 10, 11], il est tout aussi nécessaire d’anticiper sur les bouleversements qui surviendront dans un *avenir proche* en réfléchissant sur des usages possibles, mais non encore avérés, de ces dispositifs.

L’analyse de cas *fictif* offre de telles possibilités de réfléchir par avance sur des technologies émergentes dont le potentiel « disruptif » – pour reprendre le terme popularisé par différents acteurs du numérique – impose de ne pas se limiter aux usages connus. C’est ce que nous proposons ici avec le cas de Dominique, dont nous situons l’occurrence dans cinq ans. Fictif, le cas est cependant construit pour être parfaitement réaliste. Nous n’avons utilisé pour sa construction que des technologies déjà disponibles sur le marché, en nous inspirant par ailleurs d’études expérimentales sur la e-santé mentale en cours de réalisation dans différentes unités de recherche, qu’elles aient ou non déjà fait l’objet de publications. Bien que nous dations le cas proposé en 2022, il est d’ores et déjà techniquement tout à fait réalisable. Seule l’intégration complète des différentes technologies dans un ensemble coordonné fait en vérité aujourd’hui défaut pour que le dispositif imaginaire que nous proposons devienne une réalité.

## LE CAS DE DOMINIQUE<sup>(1)</sup>

### Conception du dispositif

Après un passage aux urgences faisant suite à une tentative de suicide, Dominique s’oriente le 10 septembre 2022 vers un centre psychiatrique intégrant les technologies numériques connectées dans son approche de prise en charge, dans une logique « d’augmentation technologique » des possibilités de ses praticiens, tant au niveau clinique que thérapeutique, et d’amélioration du fonctionnement des patients dans la vie courante. La consultation met en évidence des problématiques de dysrégulations émotionnelles sévères durant depuis plusieurs années, avec un historique d’automutilations et de passages à l’acte auto-agressifs dont une première tentative de suicide plusieurs années auparavant, n’ayant donné lieu à aucun protocole de suivi ; des affects dépressifs et anxieux avec des attaques de panique et des crises d’angoisse, des problèmes d’impulsivité, une hygiène de vie dégradée avec des compulsions alimentaires, une addiction à l’alcool et au tabac, une alimentation déséquilibrée. Sont également identifiés des problèmes de sommeil, des difficultés de concentration et d’organisation avec des conséquences sur le fonctionnement professionnel, des problèmes de mémoire aggravés par la consommation d’alcool et de benzodiazépines, des difficultés conjugales avec des conflits pouvant mener à des crises clastiques et des passages à l’acte auto-agressifs,

(1) Un prénom unisexe a été choisi fin de ne pas « genrer » le cas et de garder un certain niveau de généréricité.

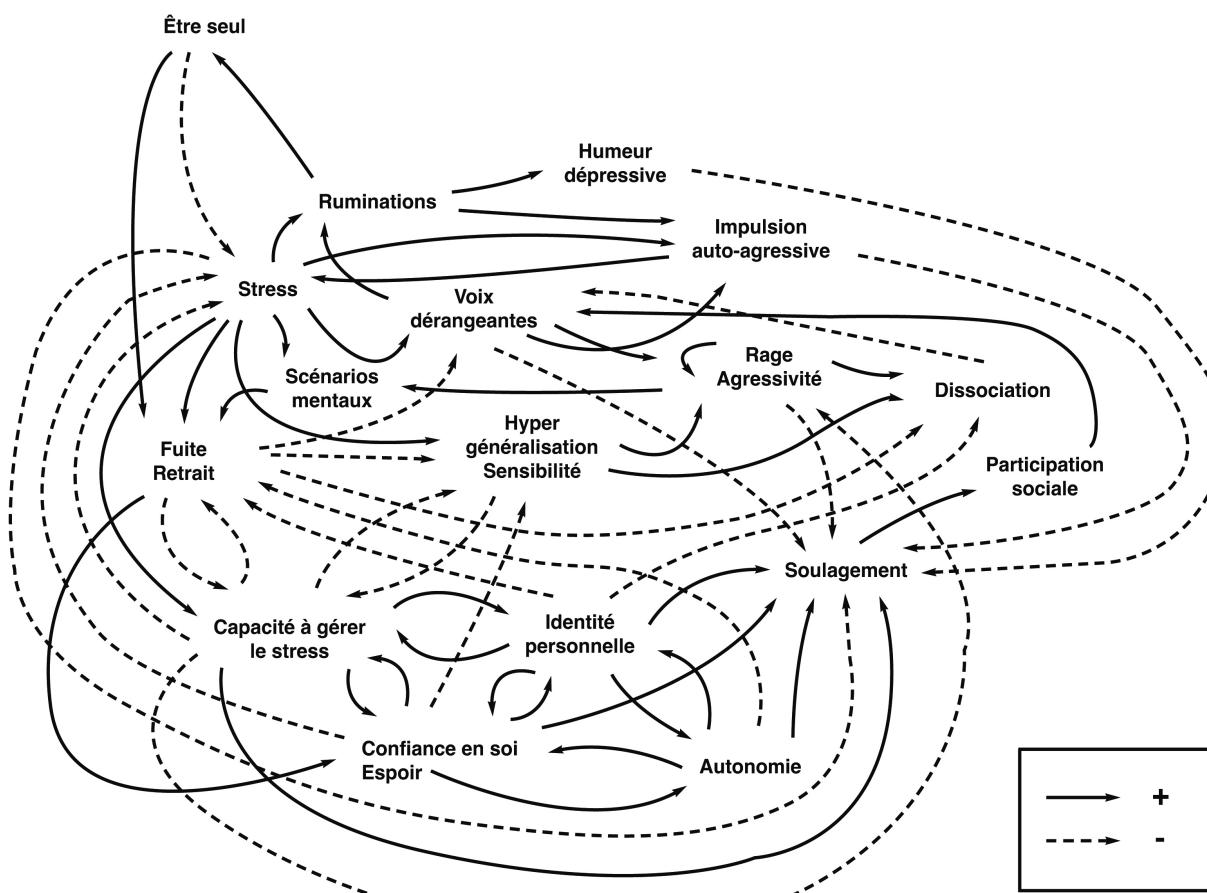


Figure 1 (adaptée et traduite de Schiepek *et al.*, 2016 [12]).

en particulier dans les situations de rupture ou de menaces de ruptures(2).

Selon le modèle proposé par Schiepek *et al.* [12], un entretien collaboratif de trois heures est mené pour formaliser sous forme d'un réseau d'interactions entre symptômes [13] la dynamique des cognitions, émotions, comportements de Dominique (Figure 1). Les éléments de ce modèle idiographique sont utilisés pour créer les items d'un questionnaire individualisé permettant de recueillir des données sur la dynamique de ce réseau, dont la saisie peut être réalisée sur le smartphone de Dominique selon une temporalité déterminée durant l'entretien. À l'issue de cet entretien une période d'observation d'un mois est proposée. Elle comprend la saisie régulière des informations du questionnaire couplé à

un suivi par capteurs passifs parmi lesquels se trouve en particulier une montre connectée dotée d'un cardiofréquencemètre, d'un accéléromètre [14-16], d'un micro, d'un GPS, de connections Bluetooth et 4G. S'y ajoutent une balance connectée, différents capteurs [17] et applications permettant de suivre la consommation alimentaire, les états émotionnels [18], et les activités physiques (qui sont identifiables par le capteur d'accélération) et non physiques (non identifiables par le capteur – différentes activités professionnelles, de loisir, activités mentales...) [14, 19, 20].

Une troisième consultation s'appuyant sur les données obtenues lors des deux premières et celles obtenues par le suivi en situation réelle permet la co-conception d'un dispositif connecté dédié construit à l'aide d'un générateur d'application utilisé par le praticien permettant l'intégration de briques logicielles disponibles dans une « apothéque », qui sera utilisable par Dominique sur ses différents outils connectés dès la fin de la consultation. Le dispositif comprend des éléments de recueil

(2) Le tableau clinique a été construit en intégrant différentes caractéristiques présentées par les participants à une étude sur la prévention des rechutes suicidaires par des outils connectés menée par l'une des auteurs (MM). On y reconnaîtra en particulier les éléments classiquement associés aux troubles limites de la personnalité.



d'information ainsi que des modules d'intervention, conçus en cohérence avec un protocole de e-TCD(3) [21] proposé à Dominique à l'issue de ces trois consultations, qui intègre également des sessions présentielles en groupe et en individuel.

#### Exemple d'utilisation du dispositif

Le 30 novembre 2022 Dominique se réveille avec la musique choisie par son application de gestion du sommeil en fonction des préférences exprimées et détectées par l'analyse des usages de sites musicaux, précédée d'une augmentation progressive de la luminosité ambiante à dominante bleue [22, 23]. L'horaire exact de réveil est choisi par l'application en fonction de l'analyse du sommeil de la nuit et des cycles détectés, de la dette de sommeil accumulée au cours des semaines précédentes [24, 25], et de l'heure de début des activités programmées dans l'agenda électronique, tenant compte des modalités et des temps de trajet. Les données accumulées depuis le début de la prise en charge ont permis d'évaluer l'efficacité de plusieurs molécules (mélatonine, imidazopyridines, cyclopyrrolones, antihistaminiques... [26]) et de plusieurs stratégies comportementales proposées par le dispositif connecté (relaxation, modifications alimentaires, actions sur l'environnement thermique, lumineux et sonore du domicile) [27] sur la qualité de l'endormissement, du sommeil, du réveil et du ressenti au cours de la journée. Le système d'analyse des bruits nocturnes [28] a permis de mettre en évidence d'importants ronflements et des interruptions de la respiration évocateurs de possibles apnées du sommeil, qui justifient une consultation spécialisée pour laquelle plusieurs options de rendez-vous avec les spécialistes du sommeil collaborant au programme ont automatiquement été proposées à Dominique. Une perturbation du sommeil corrélée à la survenue de bruits extérieurs a également été détectée, suggérant l'utilisation de bouchons d'oreille adaptés, dont la commande est réalisée directement par le système sur un site de commande en ligne.

En tenant compte de son alimentation et de son activité des jours précédents, de celle qui est prévue pour la journée et les jours à venir, de l'évolution de son poids

(3) La thérapie comportementale dialectique (TCD) permet de mieux gérer : 1) la dysrégulation émotionnelle ; 2) l'impulsivité (i.e., scarifications, achats compulsifs, crises de boulimie...) ; 3) les difficultés dans les relations interpersonnelles liées notamment à la peur de l'abandon et aux relations interpersonnelles instables et intenses ; 4) la dissociation parfois engendrée par la dysrégulation émotionnelle qui entraîne une perte temporaire de contact avec la réalité et des périodes transitoires "micro-psychotiques". Cette thérapie est basée sur la « méditation de pleine conscience », visant à améliorer le rapport aux vécus internes (pensées, émotions) engendrés par la réalité, et à augmenter sa capacité à faire des choix conscients pour sa vie dans l'instant présent [71].

et de sa composition corporelle mesurés par la balance connectée intégrée au sol devant le lavabo, et du stock alimentaire disponible au domicile, l'application de gestion de l'alimentation lui suggère différents aliments et leurs quantités pour son petit déjeuner [29].

L'observation du traitement pharmacologique prescrit est également soutenue par le dispositif [30] qui rappelle à Dominique au moment opportun les prises à effectuer. Il lui signale également qu'il ne reste plus que sept jours de produits disponibles au domicile, alors qu'il reste deux mois de traitement selon l'ordonnance fournie sous forme électronique. La commande est effectuée par le système auprès d'une pharmacie en ligne livrant à domicile, ce qui est particulièrement utile à Dominique pour gérer tant les problématiques de gestion du temps, de procrastination et de rythmes décalés qui engendrent un décalage avec les horaires usuels des commerces, que les problèmes de stigmatisation, le retrait physique de psychotropes en pharmacie étant particulièrement *hontogène* pour Dominique.

Par ailleurs asthmatique, Dominique est sensible aux pics de pollutions et à différents types de pollen. Tenant compte simultanément des niveaux effectifs et des prévisions de pollution et pollinisation, de l'analyse automatisée des bruits de toux, éternuements, râlements de gorge... [1] et de la consommation effective de broncho-dilatateurs (informations fournies par le capteur de pression connecté collé au nébuliseur) le dispositif propose des ajustements de traitement en fonction des protocoles définis avec le médecin traitant [31]. Tenant également compte des activités physiques envisagées et de la température et humidité de l'air prévue dans le lieu d'activité, il suggère aussi les actions utiles de prévention de l'asthme d'effort, dans une perspective d'éducation thérapeutique.

Le système d'aide au déplacement, qui a accès à l'agenda électronique de Dominique, l'informe de l'heure à laquelle il faudra partir pour son premier rendez-vous, ainsi que du moyen de transport le plus adapté en fonction des conditions de circulation sur les différents dispositifs accessibles. Aujourd'hui, accident sur le RER, 45 minutes de retard, ce sera donc la voiture. Mais Dominique déteste la voiture et les embouteillages, qui lui provoquent des crises d'angoisse et parfois des accès de violence. En anticipation du stress engendré par la conduite automobile, le système propose à Dominique via sa montre connectée, la mise en oeuvre d'un protocole de régulation émotionnelle adapté à cette situation et un exercice spécifique de respiration réalisable tout en continuant à se préparer [21].

Le système d'organisation du temps de Dominique lui propose par ailleurs une activité sportive qui s'adapte à son planning professionnel et ses trajets. Le plan



d'activités physiques qui a calculé avec l'aide d'un coach sportif la séquence d'activités physiques hebdomadaires adaptée aux souhaits et au profil de Dominique a déterminé qu'une séance de travail aérobie était adaptée ce jour. L'activité aérobie est réalisable par plusieurs moyens (footing ou vélo en extérieur, nage en piscine, fitness en salle...), mais le niveau de pollution prévu et la détection d'un début de toux orientera plutôt vers une activité en salle, en l'occurrence dans l'une des salles d'une chaîne de fitness dans laquelle Dominique s'entraîne, qui sera choisie pour optimiser ses déplacements. La montre connectée de Dominique lui rappelle de préparer ses affaires de sport en configuration « fitness en salle ». Le sac de sport est doté d'une puce RFID qui permettra au système de rappeler à Dominique de le prendre s'il est oublié en sortant de son domicile.

Le démarrage de la voiture lance l'application de navigation qui va assurer le guidage jusqu'au lieu de son rendez-vous selon l'itinéraire calculé. Mais sur le trajet, un accident de la route crée un embouteillage, et le système détecte grâce au cardio-fréquencemètre de la montre connectée que sa fréquence cardiaque augmente sensiblement, et grâce à l'actimètre que ses gestes et sa conduite deviennent saccadés. Le système fait l'hypothèse d'un énervement possiblement préjudiciable, et choisit de dérouter Dominique sur un itinéraire 10 minutes plus long, mais sans embouteillage, stratégie qui avait été choisie parmi un ensemble d'options possibles en collaboration avec les thérapeutes du protocole e-TCD auquel participe Dominique. Le choix de l'option résulte tant du stade auquel se trouve Dominique dans son processus thérapeutique que de son état de tension émotionnelle et des possibilités d'ajustements situationnels du moment. Le dispositif lui propose également quelques exercices de relaxation, respiration et mindfulness réalisables en conduisant accompagnés d'une modification de l'ambiance sonore et lumineuse de l'habitacle, dans le but de diminuer les stimuli perturbateurs, excitateurs ou anxiogènes [32].

Dominique parvient finalement à son rendez-vous, et rejoint en présentiel ses collègues, et par visio-conférence via son ordinateur portable connecté via le smartphone d'autres collègues se trouvant aux États-Unis. Les collègues en présence sont identifiés par le système grâce à leur inscription sur l'agenda électronique, ce qui permet de proposer à Dominique un bref rappel des modalités relationnelles spécifiques qui ont été travaillées avec sa thérapeute lors d'une séance consacrée à ses difficultés relationnelles et à leurs conséquences émotionnelles. Les comportements interpersonnels [33] et le niveau de stress sont évalués en continu par le dispositif durant la réunion en utilisant la fréquence cardiaque, les mouvements, l'analyse de la prosodie, du volume et du

débit de parole [15, 34]. Des interventions adaptées au contexte (non interruption de l'activité en cours, non visibilité par autrui...) sont proposées en cas de détection d'une problématique. Co-conçues et travaillées en présentiel avec les thérapeutes de Dominique, ces interventions sont adaptées à une utilisation sur une montre connectée, sur le smartphone, ou sur l'ordinateur portable. Elles permettent de réguler de façon fine la tension ressentie et de la diminuer rapidement afin d'éviter les conséquences problématiques. De fait, la réunion se passe dans un climat tendu et Dominique doit mobiliser à plusieurs reprises les techniques que lui propose le système. Ce qui ne lui permet pas pour autant de totalement supprimer la tension ressentie, mais de la diminuer significativement.

En repartant de sa réunion, Dominique croise successivement trois collègues qui lui demandent chacun de réaliser une tâche spécifique d'ici la fin de la journée. L'utilisation du système de gestion de tâches associé à la reconnaissance vocale de la montre lui permet de programmer des rappels automatiques, diminuant la tension engendrée par la pression temporelle et les risques d'oubli.

Le système guide Dominique vers la salle de sport pour réaliser sa séance. Deux salles sont possibles à distance équivalente. Mais l'une se situe dans une rue où se trouvent de nombreux bars. Or, Dominique, en raison d'un usage anxiolytique de l'alcool ayant tendance à se transformer en gestion alcoolique de l'anxiété préfère éviter les stimuli alcoologènes. Le système choisit donc le deuxième club dont le restaurant intégré ne propose que des jus de fruits. Afin que l'évitement du stimulus ne devienne pas lui-même un stimulus, Dominique ne saura même pas qu'il existait une autre possibilité [35]. Durant son entraînement, Dominique s'inspire du programme proposé par son dispositif pour conduire sa séance. Les appareils de fitness, eux-mêmes connectés, informeront son dispositif des activités effectivement réalisées, de leur intensité, et des conditions de température, d'humidité et de pollution dans la salle, ce qui permet d'ajuster le suivi des performances en fonction des conditions environnementales. L'évaluation de l'impact de l'activité physique sur l'humeur, la motivation, la concentration est par ailleurs rendue possible par les informations sur ces différents paramètres saisies par Dominique dans le questionnaire personnalisé qui lui est régulièrement proposé.

En milieu de journée le dispositif propose à Dominique de commander à distance dans un magasin drive-in qui se trouvera sur son itinéraire les aliments qui vont bientôt lui manquer, qui ont été déterminés en fonction de ses préférences alimentaires, des recommandations nutritionnelles intégrées dans son programme de prise



en charge, et de l'estimation du stock d'aliments à son domicile à partir de sa consommation, ce qui réduit la charge de planification et le temps stressant passé dans les magasins. L'application de guidage lui fera faire un arrêt sur le trajet, afin d'optimiser ses déplacements. Un deuxième accident de la route sur le chemin du retour engendrant un important embouteillage met cependant sérieusement en tension Dominique. Malgré les recommandations insistantes de son dispositif qui détecte le problème et lui suggère de ne pas rentrer à son domicile avant d'avoir réduit significativement le niveau de tension détecté – conformément à ce qui avait été travaillé lors de ses séances en présentiel de formation à la gestion du stress, en MOOC(4) et à l'aide d'un travail quotidien proposé par son dispositif – Dominique, qu'enahissent ses affects rageurs, se précipite immédiatement sur des consommations alcoolisées. Un classique enchaînement – connu, car travaillé lors des séances de développement des compétences relationnelles et de thérapie conjugale, mais que Dominique ne maîtrise en l'occurrence pas – finit par générer un conflit conjugal majeur qui se traduit par le départ du domicile de la personne qui partage sa vie, accompagné d'une menace de rupture.

Ce type d'événement détecté par le système sur la base d'une analyse des paramètres des voix des interlocuteurs [15, 36, 37], du contenu de leurs discours [16, 38-40], des mouvements de Dominique [41] et de sa fréquence cardiaque, et de la disparition de la connexion Bluetooth jusqu'alors active de la montre de la personne quittant le domicile [42, 43], après ouverture et fermeture brute de la porte détectée par le capteur de mouvement installé sur celle-ci est identifié comme un facteur de risque majeur d'alcoolisation massive et de passage à l'acte auto-agressif, associé en particulier au sentiment d'abandon et de solitude. L'apparition dans les envois de SMS de Dominique qui deviennent frénétiques [44-50] d'un champ lexical évocateur de menaces de ce type [51], associé à un pattern d'activité motrice alternant agitation et prostration en position allongée conforte l'hypothèse d'un risque augmenté et immédiat [52]. Un protocole spécifique de gestion de crise est alors enclenché, comprenant des suggestions d'appels à l'un des proches de confiance préalablement identifiés et ayant accepté ce rôle, suivies d'un appel direct par le dispositif à ces proches si la suggestion n'est pas suivie d'effet. En l'absence de réponse de ces proches, ou de Dominique aux appels ou visites à domicile de ceux-ci, le psychiatre de garde du dispositif de suivi post-tentative de suicide auquel participe Dominique est alerté sur un

canal d'urgence [53, 54]. En l'absence de réponse aux appels du psychiatre, celui-ci, qui a accès à distance à la synthèse et au détail de toutes les informations collectées par le dispositif de Dominique depuis son entrée dans le protocole de prise en charge, estime qu'il y a un risque immédiat de passage à l'acte suicidaire, et déclenche l'envoi d'une équipe d'intervention d'urgence avec laquelle il reste en contact permanent, jusqu'à la résolution finale de la crise. Le fait que ni la montre ni le smartphone n'émettent plus, après avoir subi une brutale accélération, le conforte dans cette décision.

\*\*\*

Comme le montre ce cas d'usage fictif mais rappelons-le, d'ores et déjà parfaitement réalisable techniquement, ce qu'offrent les objets connectés et les applications qui les accompagnent, c'est en particulier la possibilité d'interconnecter en situation et en temps réel de multiples composantes de l'expérience du sujet agissant, qu'il est très difficile sinon impossible d'articuler par d'autres moyens. En ce sens, ces technologies offrent la possibilité d'articuler *verticalement* les niveaux macro (le social, les *smart cities* [55]...), méso (la situation, l'environnement physique et relationnel) et micro (la personne) voire très micro (différents paramètres et mécanismes physiologiques et psychologiques) et *horizontalement* les différents domaines de l'existence (la nutrition, l'activité, les relations, les déplacements, l'organisation, les cognitions, les affects...) impliqués dans l'activité quotidienne, autant d'éléments dont le bon fonctionnement et la bonne articulation sont à la fois perturbés par les troubles mentaux, et peuvent contribuer à la persistance ou à la diminution de ceux-ci. À cet égard, ils offrent des possibilités inédites d'extensions spatiales, temporelles, et thématiques des relations psychiatriques, psychothérapeutiques, psycho-éducatives, médicales..., dont le potentiel d'observation et d'intervention peut désormais être étendu très au-delà du cabinet, de l'hôpital, ou même du domicile qui peut être visité, pour concerner potentiellement tous les domaines de la vie, à tout moment, et en tous lieux. Ces nouvelles possibilités sont porteuses d'un potentiel que l'on peut supposer majeur dans la prise en charge thérapeutique, la réduction de la morbi-mortalité des problématiques de santé mentale, et l'amélioration du fonctionnement dans la vie quotidienne des personnes présentant ces problématiques. En vérité, ce potentiel ne peut pour le moment qu'être postulé, dans la mesure où des dispositifs aussi intégrés que celui que nous avons présenté n'existent pas encore, et où les évaluations d'efficacité existantes, très préliminaires, portent sur

(4) MOOC : Massive open online course – en anglais – est un système de formation accessible en ligne.



des dispositifs encore bien trop limités pour être transposables à un dispositif qui tirerait partie des effets de synergie systémique massifs envisageables dans le cas d'une intégration verticale et horizontale complète telle que celle que nous avons présentée [2, 56, 57].

L'hypothèse que des dispositifs « ubiquitaires » (qui agissent partout, sur tout, tout le temps) de ce type se développeront effectivement et tiendront leurs promesses d'efficacité doit cependant être, selon nous, considérée avec le plus grand sérieux. Il est en conséquence indispensable de réfléchir par avance aux conséquences que ces dispositifs sont susceptibles d'avoir, afin d'en maximiser les bénéfices et d'en minimiser les risques. Dans ce cadre limité de cet article, nous nous focaliserons sur une problématique centrale, celle des données, et spécifiquement de leurs stockages et de leurs utilisations, en nous interrogeant sur les différentes possibilités envisageables s'agissant du pouvoir de détenir et d'utiliser les données générées par des dispositifs de ce type et de mettre en place des interventions qui les utilisent. Cinq grands modèles de régulation sont a priori envisageables.

*Le premier* est celui qui semble se développer principalement actuellement. Il s'agit d'une régulation par le marché, dominée par les acteurs technologiques (GAFAM(5)), dans laquelle les objets et applications relevant du champ de la e-santé sont considérés comme des biens et services de consommation courante. Le service vendu est l'amélioration de la santé, la réduction de la morbi-mortalité des maladies, et/ou l'amélioration du fonctionnement dans la vie quotidienne. Les objets et applications sont directement proposés par des entreprises à des clients, et les données sont directement gérées et détenues par chacune des entreprises. Plusieurs modèles économiques existent, et peuvent être simultanément utilisés. Le premier est de financer l'offre de service par la publicité qui lui est associée : l'utilisation d'un objet ou d'une application génère une exposition à des messages publicitaires. Le deuxième, qui est articulé au premier, est de valoriser les profils de consommateurs construits à partir de l'analyse automatisée des myriades de données générées par l'usage des dispositifs de e-santé. Si nos usages d'internet, des téléphones portables, et des cartes bancaires permettent déjà aux entreprises de construire des modèles très précis des consommateurs ciblés, il va de soi que ce que permettront des dispositifs capables d'accéder à des paramètres aussi nombreux et précis que ceux illustrés dans le cas d'usage est totalement inédit et constitue un véritable grail pour les acteurs économiques. Un troisième modèle, plus classique, consiste à associer

aux applications et aux objets un prix d'achat, sous la forme d'un achat de licence définitive ou d'un droit d'usage moyennant un abonnement. Même dans ce dernier cas, la valorisation des données reste un élément essentiel du modèle. Les échanges onéreux de données inter-entreprises permettent progressivement à celles-ci de constituer des bases d'informations contenant des éléments sur leurs clients qui dépassent très largement celles qu'elles peuvent obtenir à partir de l'utilisation de leurs propres produits et services. Il est donc dans l'intérêt des entreprises, mêmes concurrentes, de favoriser le développement d'un marché de la donnée leur permettant d'optimiser la connaissance de leur clientèle cible. Les entreprises les plus puissantes économiquement disposeront des capacités de modélisation des individus, et donc d'influence, les plus importantes. Le développement des GAFAM illustre ce mécanisme de constitution d'oligopoles planétaires.

*Le deuxième modèle* est également celui d'une régulation par le marché, mais qui serait dominé par les acteurs du monde de l'assurance. De nombreux acteurs de cet univers se positionnent d'ailleurs actuellement sur le marché de la gestion des données de e-santé, sur lequel ils peuvent rapidement disposer d'un avantage concurrentiel important, la gestion de données massives pour le calcul du risque constituant leur cœur de métier. L'objectif des assureurs en intégrant les données issues des objets connectés et des applications de e-santé est d'affiner les profils de risque individuels afin de proposer des services de diminution de ces risques, et de mettre en place des modèles de tarification individualisés en fonction de ces profils de risque.

*Le troisième modèle* repose sur la détention et le contrôle des données par l'État. Dans le champ de la médecine (dont les frontières avec la santé et le bien-être commencent à être sérieusement ébranlées par les innovations de e-santé), l'État français dispose de fait et de droit des possibilités de stockage et d'utilisation de nombreuses données, gérées par le Système National des Données de Santé (SNDS), qui intègre les données de l'assurance maladie avec les consommations de soins (SNIIRAM), les données hospitalières (PMSI, RIMPSY), les données de mortalité (CEPIDC), les données sur la vieillesse et le handicap (CNSA, MDPH). Les accès au SNDS sont extrêmement protégés et limités à des finalités définies par la loi (6). Toutes les personnes traitant des données du SNDS sont soumises au secret professionnel dans les conditions et sous les peines prévues à l'article 226-13 du code pénal. Selon la loi « un accès aux données à caractère personnel du système national des données

(5) Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft.

(6) Loi L. 1461-1 III du code de la santé publique précisée par le décret R. 1461-1 du code de la santé publique.



de santé ne peut être autorisé que pour permettre des traitements : 1° Soit à des fins de recherche, d'étude ou d'évaluation contribuant à une finalité mentionnée au III de l'article L. 1461-1 et répondant à un motif d'intérêt public ; 2° Soit nécessaires à l'accomplissement des missions des services de l'État, des établissements publics ou des organismes chargés d'une mission de service public compétents ». Il est interdit de procéder à un traitement des données qui aurait pour objectif d'aboutir à prendre une décision concernant une personne individuelle sur le fondement des données la concernant. Les visées du SNDS et ses modalités de fonctionnement sont donc radicalement différentes de celles qui animent les acteurs économiques privés de la e-santé. Il s'agit essentiellement d'objectifs de gestion et d'organisation du système de santé, et de recherche, principalement épidémiologique, qui n'ont pas à ce jour d'utilisation autorisée à des fins individuelles. Nous reviendrons plus loin sur l'autre dispositif de gestion des données de santé individuelles géré par l'État, le dossier médical *partagé* (DMP), qui serait techniquement le lieu privilégié d'intégration des données de e-santé dans un modèle géré par l'État.

*Le quatrième modèle* repose sur le contrôle par un corps professionnel, en l'occurrence le corps médical. À l'instar de la situation actuelle dans laquelle les différents professionnels de santé gèrent localement les dossiers de leurs patients, qu'ils peuvent éventuellement partager avec quelques confrères, les données fournies par les différents objets connectés et applications utilisés par les patients pourraient être stockées, gérées et analysées par les praticiens eux-mêmes.

*Dans un cinquième modèle*, les données seraient détenues et stockées par les individus eux-mêmes avec une gestion numérique des droits qui en permettrait le contrôle et la traçabilité. Il s'agirait pour chaque individu de disposer d'une base informatisée de l'ensemble de ses données santé dont la pérennité serait garantie sur la vie entière, auxquelles il pourrait donner un accès sélectif à différents prestataires de services de santé exploitant ces données, selon des modalités contractuelles automatisées de gestion des possibilités d'usage par ces prestataires. Chacune de ces options présente des avantages et des inconvénients spécifiques.

La première solution (gestion par le marché des acteurs technologiques) a l'avantage de l'efficacité et de l'agilité. Tirant profit de la rapidité de développement permise par les spécificités du développement électronique et informatique, les entreprises du numérique sont susceptibles de produire extrêmement rapidement des solutions innovantes et de les mettre à disposition du public à une échelle planétaire. C'est ce qu'on a pu observer dans les années récentes. Elle présente

cependant plusieurs inconvénients. D'une part elle constitue clairement la santé en un bien marchand, objet d'un marché concurrentiel organisé autour de la rentabilité économique, avec les évidents problèmes d'inégalités sociales d'accès aux biens et services de santé et de mise en dépendance de la santé et du soin d'intérêts économiques que cela représente. Par ailleurs, elle favorise une gestion « propriétaire » des données, dans laquelle chaque entreprise possède et contrôle les données de ses clients, limitant ainsi pour ceux-ci les possibilités de constituer une base de données globale et de bénéficier d'une analyse intégrée des données qu'ils récoltent auprès de différents prestataires. C'est ce qu'on observe dans la situation actuelle dans laquelle les applications sont très peu interopérables et les données très peu standardisées et partageables. Certains acteurs se positionnent cependant d'ores et déjà comme intégrateurs de données. Mentionnons par exemple Apple avec son appli Santé disponible en standard sur l'iPhone dans laquelle différentes applications santé autorisées par l'utilisateur peuvent déposer et consulter des données.

La deuxième solution (gestion par le marché des acteurs de l'assurance) offre l'avantage de faciliter la création de bases de données intégrées. Les assureurs ont en effet intérêt à faciliter la collecte par leurs clients d'un maximum de données, et donc à faciliter l'interopérabilité des dispositifs et l'hétérogénéité des sources de données. Ils sont donc susceptibles de favoriser l'émergence de standards. Elle présente l'inconvénient d'orienter le modèle économique des assurances vers un modèle totalement individualisé de gestion des risques, dans lequel les « comportements à risques » seraient sanctionnés économiquement.

La troisième solution (gestion par l'État) présente l'avantage de moins faire dépendre les données et services de santé d'une régulation par la seule rentabilité économique. Elle permet une meilleure utilisation collective des données, en particulier à des fins de santé publique et de recherche. Elle présente cependant l'inconvénient d'une faible réactivité et créativité des acteurs publics dans le domaine de la e-santé, inscrits dans un modèle de santé (publique) qui n'a pas à ce jour intégré la dimension individuelle des services qui peuvent être proposés et se situe encore dans une logique de gestion populationnelle. L'échec du dossier médical partagé, qui n'a rencontré aucun succès malgré l'intérêt évident du concept, montre que la puissance publique n'a pas à ce jour su convaincre le public de l'intérêt de ce qu'elle proposait dans ce domaine. De fait, les innovateurs ont du mal à intégrer leurs solutions dans les systèmes de santé sur-réglementés. Ce processus est également perturbé par la réticence des patients et des soignants



à faire évoluer leurs pratiques [58].

La quatrième solution (gestion par les professionnels de santé) offre l'avantage d'une gestion des données au plus proche des besoins de santé, dans un cadre déontologique et de compétences connu et d'ores et déjà bien régulé. Elle présente l'inconvénient de rendre difficile le partage des données et d'en placer le contrôle dans le cadre limité d'une ou de quelques relations thérapeutiques. Quelles que soient les évolutions récentes du corps médical pour s'éloigner d'un modèle paternaliste des relations thérapeutiques (notamment la décision médicale partagée [59, 60]), la gestion des données et donc des services par le seul corps médical ne permet sans doute pas de tirer le meilleur profit des possibilités *d'empowerment* individuel et d'intégration de la santé dans un modèle centré sur le fonctionnement et son soutien (modèle « handicap ») plutôt que sur la seule maladie et sa guérison (modèle « médical ») [61] qu'offrent les technologies de e-santé. Le modèle du handicap insère la pathologie mentale dans un référentiel plus large que la maladie, en déplaçant le focus de l'intervention du seul individu-patient à l'individu-citoyen en situation [62]. Dans ce glissement de logique, les professionnels de santé ne sont plus les uniques acteurs mobilisés, leur légitimité pour garder le monopole de la gestion des données peut alors être remise en question.

La cinquième solution (gestion par les individus) présente l'avantage de laisser aux individus eux-mêmes la propriété et la maîtrise des données relatives à leur santé et de les positionner comme acteurs centraux de la gestion des services auxquels ils ont recours et aux prestataires auxquels ils laissent l'accès à leurs données. Cette solution, séduisante par le niveau *d'empowerment* individuel qu'elle est susceptible de permettre et par le fait qu'elle permet aux individus de ne pas (trop) dépendre d'autres acteurs pour la gestion du matériau essentiel, leurs données santé, est soutenue par les mouvements de *e-patients* et d'*advocacy* [63, 64]. Elle bute cependant sur plusieurs difficultés.

Il s'agit tout d'abord de disposer d'une architecture technique qui permette le recueil à partir de capteurs hétérogènes et en évolution constante, le stockage, le requêtage, et la gestion des droits d'accès et d'usage aux données santé des individus, et en garantisse la sécurité et la pérennité sur l'ensemble de la vie d'un individu, et même au-delà pour les besoins de recherche et de santé publique. Ce sont probablement les États qui ont la possibilité effective de mettre en place ce type de solution. Dans la mesure où les objets et applications sont développés dans un écosystème mondialisé, garantir que ceux-ci puissent modifier et consulter une base de ce type implique un standard d'interopérabilité, non seulement technique, mais surtout sémantique, c'est-à-dire une

ontologie des données de santé à un niveau planétaire. On peut imaginer que l'OMS puisse et doive jouer un rôle majeur dans la définition de ce standard sémantique, mais il existe de fait de nombreuses propositions concurrentes et le problème est loin d'être résolu [65]. Il faut ensuite que les individus disposent des connaissances et compétences nécessaires pour comprendre et utiliser les données, et faire un usage pertinent des multiples services de santé qui leur seront proposés, qu'ils soient marchands ou non. Une éducation à la e-santé est pour cela indispensable, mais pour qu'elle soit opérationnelle, elle sera probablement trop complexe et coûteuse pour être entreprise sur la population adulte, et devra être entreprise progressivement sur les générations d'enfants à venir (les *digital natives* [66]). Il faudra pour cela que l'Éducation Nationale s'empare du sujet et l'inscrive aux programmes scolaires. Il s'agirait par exemple d'intégrer ces compétences dans le Parcours Éducatif de Santé qui se met progressivement en place et devrait concerner tous les enfants du début à la fin de leur scolarité(7). Quoi qu'il en soit, il est d'évidence que de nombreuses personnes ne disposeront pas des compétences suffisantes pour utiliser de façon efficace ce type de dispositif [67]. À cet égard, les praticiens de santé verront sans doute leurs rôles évoluer pour y intégrer des prestations de conseil expert sur le recours à ces dispositifs. Ces prestations pourront elles-mêmes être dématérialisées et il faut donc s'attendre à des bouleversements majeurs dans l'organisation et la formation des professionnels de santé [68, 69].

Il s'agirait enfin de mettre en place un système de financement qui ne crée pas d'inégalités sociales de santé massives en créant des conditions telles que seules les personnes les plus aisées aient la possibilité d'utiliser les dispositifs de recueil de données nécessaires et d'avoir recours aux prestataires de services de santé de qualité. Les modèles de financement et de prise en charge des soins seront donc amenés à évoluer radicalement, et la notion de « service médical rendu », déjà complexe à évaluer, devra elle aussi évoluer [70].

\* \* \*

L'expérience de pensée construite à partir du cas fictif que nous proposons en première partie de cet article permet de mettre en évidence les possibilités d'usage à court terme des dispositifs connectés dans le champ de la santé mentale. Les problématiques de santé mentale sont complexes, systémiques, articulées au contexte de vie, et les possibilités de recueil d'informations et

(7) Circulaire n° 2016-008 du 28-1-2016, [http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin\\_officiel.html?cid\\_bo=97990](http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=97990).



d'interventions fines, singularisées et contextualisées qu'offrent les technologies connectées ont sans aucun doute un potentiel majeur pour apporter des améliorations aux difficultés que rencontrent les personnes présentant des problématiques de santé mentale. Elle permet également de mettre en évidence les difficultés à résoudre pour réguler les usages des myriades de données que généreront ces dispositifs. Les acteurs de santé publique, les organisations de professionnels de santé, les associations de patients et d'usagers doivent se mobiliser de façon coopérative avec les acteurs privés (entreprises technologiques, assurances...) pour travailler dès maintenant à la mise en place des conditions techniques, réglementaires, organisationnelles, éducatives... qui permettront le meilleur usage possible des innovations en e-santé mentale. ■

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Harari GM, Müller SR, Aung MS, Rentfrow PJ. Smartphone sensing methods for studying behavior in everyday life. *Curr Opin Behav Sci.* 2017;18:83–90.
- [2] Firth J, Torous J, Nicholas J, Carney R, Pratap A, Rosenbaum S, *et al.* The efficacy of smartphone-based mental health interventions for depressive symptoms: a meta-analysis of randomized controlled trials. *World Psychiatry.* 2017;16(3):287–98.
- [3] Gillan CM, Whelan R. What big data can do for treatment in psychiatry. *Curr Opin Behav Sci.* Elsevier Ltd; 2017;18:34–42.
- [4] Insel TR. Digital Phenotyping: Technology for a New Science of Behavior. *Jama.* 2017;94301.
- [5] Barrett PM, Steinhubl SR, Muse ED, Topol EJ. Digitising the mind. *Lancet.* Elsevier Ltd; 2017;389(10082):1877.
- [6] Lui JHL, Marcus DK, Barry CT. Evidence-based apps? A review of mental health mobile applications in a psychotherapy context. *Prof Psychol Res Pract.* 2017;48(3):199–210.
- [7] Van Ameringen M, Turna J, Khalesi Z, Pullia K, Patterson B. There is an app for that! The current state of mobile applications (apps) for DSM-5 obsessive-compulsive disorder, posttraumatic stress disorder, anxiety and mood disorders. *Depress Anxiety.* 2017;(December 2016):1–14.
- [8] Zhang MWB, Ho CSH, Cheok CCS, Ho RCM. Smartphone apps in mental healthcare: the state of the art and potential developments. *BJPscyh Adv.* 2015;21(5):354–8.
- [9] Lupton D. Critical perspectives on digital health technologies. *Sociol Compass.* 2014;8(12):1344–59.
- [10] Lupton D. The digitally engaged patient: Self-monitoring and self-care in the digital health era. *Soc Theory Heal.* 2013;11(3):256–70.
- [11] Shaw RJ, Steinberg DM, Bonnet J, Modarai F, George A, Cunningham T, *et al.* Mobile health devices: Will patients actually use them? *J Am Med Informatics Assoc.* 2016;23(3):462–6.
- [12] Schiepek GK, Stoger-Schmidinger B, Aichhorn W, Scholler H, Aas B. Systemic case formulation, individualized process monitoring, and state dynamics in a case of dissociative identity disorder. *Front Psychol.* 2016;7(OCT):1–11.
- [13] Borsboom D. A network theory of mental disorders. *World Psychiatry.* 2017;(February):5–13.
- [14] Lane ND, Miluzzo E, Lu H, Peebles D, Choudhury T, Campbell AT. A survey of mobile phone sensing. *IEEE Commun Mag. IEEE.* 2010;48(9).
- [15] Lu H, Frauendorfer D, Rabbi M, Mast MS, Chittaranjan GT, Campbell AT, *et al.* Stresssense: Detecting stress in unconstrained acoustic environments using smartphones. In: Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing. ACM; 2012. p. 351–60.
- [16] Miluzzo E, Lane ND, Fodor K, Peterson R, Lu H, Musolesi M, *et al.* Sensing meets mobile social networks: the design, implementation and evaluation of the cenceme application. In: Proceedings of the 6th ACM conference on Embedded network sensor systems. ACM; 2008. p. 337–50.
- [17] Cook DJ, Krishnan NC. *Activity Learning: Discovering, Recognizing, and Predicting Human Behavior from Sensor Data.* John Wiley & Sons; 2015.
- [18] Sandstrom GM, Lathia N, Mascolo C, Rentfrow PJ. Putting mood in context: Using smartphones to examine how people feel in different locations. *J Res Pers.* 2017;69:96–101.
- [19] Campbell AT, Eisenman SB, Lane ND, Miluzzo E, Peterson RA, Lu H, *et al.* The rise of people-centric sensing. *IEEE Internet Comput. IEEE.* 2008;12(4).
- [20] Lathia N, Rachuri KK, Mascolo C, Rentfrow PJ. Contextual dissonance: Design bias in sensor-based experience sampling methods. In: Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing. ACM; 2013. p. 183–92.
- [21] Prada P, Zamberg I, Bouillaud G, Jimenez N, Zimmermann J, Hasler R, *et al.* EMOTEQ: A Smartphone Application for Monitoring and Reducing Aversive Tension in Borderline Personality Disorder Patients, a Pilot Study. *Perspect Psychiatr Care.* 2016 Jul;
- [22] Kolla BP, Mansukhani S, Mansukhani MP. Consumer sleep tracking devices: a review of mechanisms, validity and utility. *Expert Rev Med Devices.* Taylor & Francis; 2016;13(5):497–506.
- [23] Bhat S, Ferraris A, Gupta D, Mozafarian M, De Bari VA, Gushway-Henry N, *et al.* Is there a clinical role for smartphone sleep apps? Comparison of sleep cycle detection by a smartphone application to polysomnography. *J Clin Sleep Med.* 2015;11(7):709–15.
- [24] Murnane EL, Abdullah S, Matthews M, Kay M, Kientz JA, Choudhury T, *et al.* Mobile Manifestations of Alertness: Connecting Biological Rhythms with Patterns of Smartphone App Use. Proc 18th Int Conf Human-Computer Interact with Mob Devices Serv. 2016;465–77.



- [25] Wrzus C, Brandmaier AM, Von Oertzen T, Müller V, Wagner GG, Riediger M. A new approach for assessing sleep duration and postures from ambulatory accelerometry. *PLoS One. Public Library of Science*; 2012;7(10):e48089.
- [26] Sateia MJ, Buysse DJ, Krystal AD, Neubauer DN, Heald JL. Clinical Practice Guideline for the Pharmacologic Treatment of Chronic Insomnia in Adults: An American academy of sleep medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med*. 2017;13(2):307–49.
- [27] Grigsby-Toussaint DS, Shin JC, Reeves DM, Beattie A, Auguste E, Jean-Louis G. Sleep apps and behavioral constructs: A content analysis. *Prev Med Reports. The Authors*; 2017;6:126–9.
- [28] Sun X, Lu Z, Hu W, Cao G. SymDetector: detecting sound-related respiratory symptoms using smartphones. In: Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. ACM; 2015. p. 97–108.
- [29] Chen J, Lieffers J, Bauman A, Hanning R, Allman-Farinelli M. The use of smartphone health apps and other mobile health (mHealth) technologies in dietetic practice: a three country study. *J Hum Nutr Diet*. 2017;(1):1–14.
- [30] Kassianos AP, Georgiou G, Papaconstantinou EP, Detzortzi A, Horne R. Smartphone Applications for Educating and Helping Non-motivating Patients Adhere to Medication That Treats Mental Health Conditions: Aims and Functioning. *Front Psychol*. 2017;8(October):1769.
- [31] Bousquet J, Chavannes NH, Guldemond N, Haahtela T, Hellings PW, Sheikh A. Realising the potential of mHealth to improve asthma and allergy care: How to shape the future. *Eur Respir J*. 2017;49(5).
- [32] Sullivan JM, Flannagan MJ, Pradhan AK, Bao S. Literature Review of Behavioral Adaptations to Advanced Driver Assistance Systems. *AAAFoundation.org*. 2016;(March):202–638.
- [33] Schmid Mast M, Gatica-Perez D, Frauendorfer D, Nguyen L, Choudhury T. Social sensing for psychology: automated interpersonal behavior assessment. *Curr Dir Psychol Sci*. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA; 2015;24(2):154–60.
- [34] Ferdous R, Osmani V, Mayora O. Smartphone app usage as a predictor of perceived stress levels at workplace. In: Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2015 9th International Conference on. IEEE; 2015. p. 225–8.
- [35] Meredith SE, Alessi SM, Petry NM. Smartphone applications to reduce alcohol consumption and help patients with alcohol use disorder: a state-of-the-art review. 2016;1:47–54.
- [36] Valstar M, Schuller B, Smith K, Eyben F, Jiang B, Bilakhia S, et al. AVEC 2013: the continuous audio/visual emotion and depression recognition challenge. In: Proceedings of the 3rd ACM international workshop on Audio/visual emotion challenge. ACM; 2013. p. 3–10.
- [37] Rachuri KK, Musolesi M, Mascolo C, Rentfrow PJ, Longworth C, Aucinas A. EmotionSense: a mobile phones based adaptive platform for experimental social psychology research. In: Proceedings of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing. ACM; 2010. p. 281–90.
- [38] Wang R, Chen F, Chen Z, Li T, Harari G, Tignor S, et al. StudentLife: assessing mental health, academic performance and behavioral trends of college students using smartphones. In: Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. ACM; 2014. p. 3–14.
- [39] Lu H, Yang J, Liu Z, Lane ND, Choudhury T, Campbell AT. The Jigsaw continuous sensing engine for mobile phone applications. In: Proceedings of the 8th ACM conference on embedded networked sensor systems. ACM; 2010. p. 71–84.
- [40] Mehl MR, Pennebaker JW, Crow DM, Dabbs J, Price JH. The Electronically Activated Recorder (EAR): A device for sampling naturalistic daily activities and conversations. *Behav Res Methods*. Springer; 2001;33(4):517–23.
- [41] Abdullah S, Matthews M, Frank E, Doherty G, Gay G, Choudhury T. Automatic detection of social rhythms in bipolar disorder. *J Am Med Informatics Assoc*. The Oxford University Press; 2016;23(3):538–43.
- [42] Chen Z, Chen Y, Hu L, Wang S, Jiang X, Ma X, et al. ContextSense: unobtrusive discovery of incremental social context using dynamic bluetooth data. In: Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication. ACM; 2014. p. 23–6.
- [43] Yan Z, Yang J, Tapia EM. Smartphone bluetooth based social sensing. In: Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication. ACM; 2013. p. 95–8.
- [44] Mehrotra A, Hendley R, Musolesi M. PrefMiner: mining user's preferences for intelligent mobile notification management. In: Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing. ACM; 2016. p. 1223–34.
- [45] Mehrotra A, Hendley R, Musolesi M. Towards multi-modal anticipatory monitoring of depressive states through the analysis of human-smartphone interaction. *Proc 2016 ACM Int Jt Conf Pervasive Ubiquitous Comput Adjunct - UbiComp '16*. 2016;1132–8.
- [46] Kobayashi T, Boase J, Suzuki T, Suzuki T. Emerging From the Cocoon? Revisiting the Tele-Cocooning Hypothesis in the Smartphone Era. *J Comput Commun*. Wiley Online Library; 2015;20(3):330–45.
- [47] Chittaranjan G, Blom J, Gatica-Perez D. Who's who with big-five: Analyzing and classifying personality traits with smartphones. In: Wearable Computers (ISWC), 2011 15th Annual International Symposium on. IEEE; 2011. p. 29–36.
- [48] Chittaranjan G, Blom J, Gatica-Perez D. Mining large-scale smartphone data for personality studies. *Pers Ubiquitous Comput*. Springer; 2013;17(3):433–50.
- [49] Eagle N, Pentland AS. Reality mining: sensing complex social systems. *Pers ubiquitous Comput*. Springer; 2006;10(4):255–68.



- [50] Boase J, Ling R. Measuring mobile phone use: Self-report versus log data. *J Comput Commun.* Wiley Online Library; 2013;18(4):508–19.
- [51] Gunn D JL. Twitter postings and suicide: An analysis of the postings of fatal suicide in the 24 hours prior to death. *Suicidologi.* 2012;17(3):28–30.
- [52] Perry W, Minassian A, Henry B, Kincaid M, Young JW, Geyer MA. Quantifying over-activity in bipolar and schizophrenia patients in a human open field paradigm. *Psychiatry Res.* Elsevier Ltd; 2010;178(1):84–91.
- [53] Vaiva G. Associer les types de recontact du suicidant pour élargir la cible de prévention. *Eur Psychiatry.* Elsevier Masson SAS; 2015;30(8):S68–9.
- [54] Berrouiguet S, Courtet P, Larsen ME, Walter M, Vaiva G. Suicide prevention: Towards integrative, innovative and individualized brief contact interventions. *Eur Psychiatry.* Elsevier Masson SAS; 2017;63–4.
- [55] Venkatesh J, Aksanli B, Chan CS, Akyurek AS, Rosing TS. Modular and Personalized Smart Health Application Design in a Smart City Environment. *IEEE Internet Things J.* 2017;4:662(c):1–1.
- [56] Risling T, Martinez J, Young J, Thorp-Froslie N. Evaluating Patient Empowerment in Association With eHealth Technology: Scoping Review. *J Med Internet Res.* 2017;19(9):e329.
- [57] Lui JHL, Marcus DK, Barry CT, Lui JHL, Marcus DK, Barry CT. Professional Psychology: Research and Practice Evidence-Based Apps? A Review of Mental Health Mobile Applications in a Psychotherapy Context Evidence-Based Apps? A Review of Mental Health Mobile Applications in a Psychotherapy Context. 2017;
- [58] Ayers DJ, Menachemi N, Ramamonjiarivelo Z, Matthews M, Brooks RG. Adoption of electronic medical records: the role of network effects. *J Prod Brand Manag.* Emerald Group Publishing Limited; 2009;18(2):127–35.
- [59] Haute Autorité de Santé. Patient et professionnels de santé: décider ensemble. Concept, aides destinées aux patients et impact de la «décision médicale partagée». Rapport; 2013.
- [60] Witteman HO, Dansokho SC, Colquhoun H, Coulter A, Dugas M, Fagerlin A, et al. User-centered design and the development of patient decision aids: protocol for a systematic review. *Syst Rev. BioMed Central.* 2015;4(1):11.
- [61] Boucherat-Hue V, Leguay D, Pachoud B, Plagnol A, Weber F. *Handicap psychique : questions vives.* Éditions ères, editor. 2016.
- [62] Pascal J-C. Le psychiatre et l'opérateur en santé mentale. *Inf Psychiatr.* John Libbey Eurotext; 2016;92(9):707–8.
- [63] Prainsack B. The powers of participatory medicine. *PLoS Biol.* Public Library of Science; 2014;12(4):e1001837.
- [64] Debronkart D. How the e-patient community helped save my life. *BMJ.* British Medical Association; 2013;346(7903):24–5.
- [65] Hu H, Kerschberg L, Medical AA, Amos O. Standardizing the Crowdsourcing of Healthcare Data Using Modular Ontologies. 2017;107–12.
- [66] Prensky M. H. sapiens digital: From digital immigrants and digital natives to digital wisdom. *Innov J online Educ.* Emerald Group Publishing Limited; 2009;5(3):1.
- [67] Mackert M, Mabry-Flynn A, Champlin S, Donovan EE, Pounders K. Health literacy and health information technology adoption: the potential for a new digital divide. *J Med Internet Res.* JMIR Publications Inc.; 2016;18(10).
- [68] Meskó B, Drobni Z, Bényei É, Gergely B, Gyrfi Z. Digital health is a cultural transformation of traditional healthcare. *mHealth.* 2017;3(9).
- [69] Mesko B, Gyrfi Z, Kollár J. Digital literacy in the medical curriculum: a course with social media tools and gamification. *JMIR Med Educ.* JMIR Publications Inc.; 2015;1(2).
- [70] Simon P. La recherche clinique en télémédecine : évaluer le service médical rendu aux patients. *Eur Res Telemed.* Elsevier Masson SAS; 2012;1(1):1–5.
- [71] Linehan MM, Comtois KA, Murray AM, Brown MZ, Gallop RJ, Heard HL, et al. Two-year randomized controlled trial and follow-up of dialectical behavior therapy vs therapy by experts for suicidal behaviors and borderline personality disorder. *Arch Gen Psychiatry.* American Medical Association; 2006;63(7):757–66.