

Santé numérique Enquête sur une révolution annoncée

Étienne Minvielle

EHESP & Institut de Cancérologie Gustave Roussy

« Révolution numérique », « Mort de la mort », « Disparition des médecins au profit de l'outil numérique », les expressions spectaculaires ne manquent pas pour annoncer la révolution des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans le domaine de la santé.

Généralement, ce type d'affirmation entraîne une certaine méfiance. L'histoire est jalonnée de cas où les annonces n'ont pas été suivies des résultats escomptés. Des effets de mode existent. Des effets inattendus surviennent. La substitution des pratiques traditionnelles par les nouvelles se heurte à des résistances mal appréhendées. En un mot, le passé des analyses du futur a souvent été bien cruel pour ses auteurs.

En dépit de ces réserves, on serait pourtant tenté de croire que nous sommes, dans le cas de la santé numérique, face à une véritable innovation de rupture. Elle en possède au moins deux attributs.

D'une part, sa diffusion dans le secteur de la santé (comme dans d'autres) s'établit à une vitesse jamais observée. Là où la vie d'une innovation présente généralement des temps contrastés d'illusion initiale, de désillusion et enfin de maturation progressive, l'usage des TIC s'est imposé d'une manière accélérée. Pour ne prendre qu'un exemple, il n'aura fallu que 2 ans pour observer une utilisation des *smartphones* par un quart de la population américaine, là où il aura fallu 26 ans dans le cas de la télévision, et sept ans dans celui d'Internet. D'autre part, cette introduction ouvre des horizons nouveaux. Les objets connectés proposent des formes de gestion de la santé par les citoyens eux-mêmes. La capacité à traiter de larges bases de données sur le génome fait émerger de nouvelles connaissances sur les risques de développer une maladie. Des suivis à distance de patients s'avèrent envisageables, rendant la venue à l'hôpital moins nécessaire.

Fait important, toutes ces perspectives dessinent les contours d'une « destruction créative » du système de santé : nouvelle forme de médecine prédictive fondée sur la connaissance du patrimoine génétique, nouveau comportement du patient, autonome vis-à-vis de son médecin dans la prise en charge de sa santé, nouvelles formes d'organisation des soins fondées sur des échanges à distance. En toile de fond se devinent également de grands débats éthiques à venir sur les formes de solidarité et la liberté individuelle induits par l'irruption de ces nouvelles technologies.

1. L'analyse porte sur les systèmes de santé des pays industrialisés. En complément, il convient de souligner une autre piste prometteuse du développement des TIC : au sein des systèmes de santé des pays émergents, l'utilisation d'outils mobiles aide à réduire les difficultés d'accès aux professionnels et établissements de santé.

2. Un quatrième sujet, l'impact des TIC sur la recherche en santé, constitue une tendance à part entière. Il n'est abordé ici que de manière (trop) allusive.

Le lecteur aura compris que le traitement du sujet de la santé numérique est aussi fascinant qu'hasardeux : il est celui d'un exercice de prospective, de synthèse et de distinction entre ce qui pourrait relever de la lame de fond et de l'écume. Autant de démarches risquées. Devant ce constat, une première option, sans doute la plus raisonnable, serait d'arrêter tout de suite l'effort, et de remercier courtoisement la rédaction du *Libellio* de son invitation. La seconde, sans doute un peu naïve, est de croire malgré tout à l'intérêt de l'exercice pour sa vertu heuristique. En cela, son statut est plus celui d'une démarche de réflexion que de prédiction. Réflexion sur les tendances qui se font jour, sur les conséquences au niveau du système de santé¹ et sur les questions majeures soulevées par l'émergence de la santé numérique (Topol, 2012 & 2015 ; Marraud, 2014 & 2015).

Successivement seront ainsi abordés les impacts sur l'offre de soins, sur la nouvelle figure du patient et du citoyen et sur le métier d'assureur en santé. Les éléments de ces trois parties sont issus d'un travail d'expertise réalisé pour le compte de la Fondation de l'Avenir de la Mutualité française (Marraud *et al.*, 2015). L'analyse des données s'est appuyée sur une revue de littérature (publications académiques, rapports), de suivi de colloques et d'entretiens, les trois grands thèmes émergeant au fur et à mesure de l'analyse². Dans une quatrième partie sera proposée une synthèse à l'échelle du système de santé. Enfin, une dernière partie sera consacrée à des questions majeures auxquelles la santé numérique ne va pas manquer de faire face, et ce quel que soit le résultat de la diffusion des innovations technologiques.

L'impact des TIC sur l'offre de soin

Dans le domaine des soins, les TIC vont avoir – et ont déjà – un impact, à deux niveaux. Elles modifient d'une part les relations entre professionnels de santé et, d'autre part, les relations entre professionnels et patients.

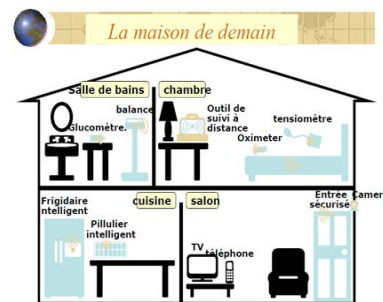
Relations entre professionnels et avec les patients : télémédecine et systèmes d'informations partagées

Relativement aux relations entre professionnels, les TIC permettent dès à présent une collaboration à distance, grâce à différentes formes de télémédecine. Celles-ci touchent l'expertise (il devient possible de contacter des centres d'expertise, comme par exemple, un neuroradiologue qui peut consulter des images à distance), et même la pratique des soins (la téléchirurgie en est l'illustration la plus spectaculaire, notamment avec l'émergence de robots).

Parallèlement, la digitalisation contribue à la progression des systèmes d'informations partagées entre professionnels. Le médecin généraliste est amené à disposer d'un dossier sur le patient récapitulant tout ce qui a trait à la santé de ce dernier. Les professionnels de santé, quand ils font face à une situation exigeant un diagnostic et une intervention de leur part, peuvent disposer d'un dossier comportant toutes les informations nécessaires à la gestion du parcours de santé du patient. Le patient peut enfin avoir un dossier personnel électronique rassemblant toutes les informations ayant trait à sa santé (comme dans le cas du système *Blue Button* qui rassemble 100 millions d'Américains). Si tous ces dossiers électroniques ne sont pas encore généralisés (Jha *et al.*, 2009), certaines expériences montrent leur potentiel, notamment en matière de sécurité des soins *via* la facilitation des échanges d'informations entre professionnels de santé dans le traitement des patients.

Concernant les rapports entre professionnels et patients, les TIC permettent d'établir des relations à distance et non plus au contact. Ainsi, des cabines de téléconsultation ont vu le jour récemment, permettant des consultations dans des zones peu denses en médecins. La télésurveillance se développe aussi très rapidement, introduisant la « domomédecine ».

Le concept de « domomédecine » a été proposé par l'Académie des Technologies en 2008 et se définit comme l'ensemble des actes et soins, parfois complexes, dispensés au domicile du patient, visant à privilégier son maintien à domicile ou en activité. En 2014, d'importantes expériences, notamment mutualistes, ont vu le jour.



Un nombre varié d'autres initiatives consolident cette relation à distance entre professionnels et patients. Les « *serious games* », logiciels ludiques (apparentés à des jeux vidéo) aux buts pédagogiques ou de rééducation physique, deviennent par exemple des intermédiaires entre professionnels et patients dans différentes maladies (réduction des accidents vasculaires cérébraux, accompagnement de l'autisme). Différents capteurs reliés à des *smartphones* ou des centraux informatiques garantissent pour leur part des suivis à distance de différentes constantes (glycémie, température centrale, par exemple). Enfin, des portails Internet dédiés aux patients permettent de soulager les soignants de certaines tâches organisationnelles. Tous ces développements de télémédecine et de dossiers médicaux partagés convergent vers l'affirmation de relations à distance : des relations entre médecins, entre médecins et autres professionnels de santé, entre professionnels de santé et patients. Elles participent ainsi d'un lien plus étroit entre les différentes composantes de l'offre de soins, secteur médico-social compris.

Vers des offres de soins plus intégrées

Au bout de cette logique d'échanges se dessine une intégration des structures et des professionnels au sein d'un même système d'offre de soins. Cette nouvelle forme d'organisation représente dès à présent une réalité. Des réseaux de soins intégrés existent déjà, en effet, combinant tout ou partie des innovations technologiques citées. L'exemple le plus illustratif est sans doute celui de Kaiser Permanente aux États-Unis : ce réseau comporte une trentaine d'hôpitaux et quatorze mille médecins liés entre eux permettant de suivre neuf millions d'assurés. En son sein, chaque assuré peut à tout moment interagir *via* une application mobile avec les composantes du réseau, et ce quel que soit le lieu où il se situe. Les onglets principaux de l'application concernent le dossier médical, le centre pharmaceutique (virtuel), le centre médical (virtuel), la boîte de messagerie et la recherche d'une localisation.

Cette contribution des TIC à une offre de soins plus intégrée répond à un enjeu actuel : assurer des parcours plus coordonnés pour les patients. Les systèmes de soins sont en effet dénoncés pour leur caractère fragmenté, souffrant d'un cloisonnement entre établissements de santé, médecins de ville, et structures médico-sociales, le tout au détriment d'une fluidité dans le parcours du patient. L'orientation vers une offre intégrée représente dans ce contexte une réponse particulièrement appropriée, notamment dans le cas de la prise en charge des maladies chroniques (qui sont de plus en plus importantes sous l'effet conjugué du vieillissement de la population et des avancées médicales). De plus, les TIC par leur capacité à traiter les données

ouvrent la possibilité à de nouvelles catégorisations des patients en fonction de besoins organisationnels (Minvielle *et al.*, 2014). Cette personnalisation des soins peut ainsi aider à définir les parcours les plus adéquats en fonction de certains critères tels que la situation familiale (l'isolement social d'un patient requiert une prise en charge différente de celle d'un patient bénéficiant d'un entourage l'aidant dans son parcours). C'est donc à des parcours coordonnés et personnalisés qu'invitent ces offres de soins intégrées permises par l'essor des TIC.

La nouvelle figure du patient et du citoyen

Les TIC ont aussi permis dans un passé récent d'augmenter l'information médicale délivrée au patient ou au citoyen. Il est parfois difficile d'établir une frontière dans l'usage qui est fait de ces informations : entre l'aide apportée aux patients lors de ses soins et le soutien à des démarches préventives en amont de la maladie, voire de bien-être. Tous les cas se rejoignent néanmoins dans cette même logique d'offrir au patient ou au citoyen les moyens d'accéder à de l'information. Deux développements majeurs méritent d'y être distingués : celui des sites d'information grand public et celui des outils connectés dits d'automesure (« *self quantified* »).

Les données maîtrisées par le patient : sites communautaires et outils connectés

L'information sur la santé disponible sur Internet a été rendue possible par l'introduction des technologies numériques. Elle s'appuie beaucoup sur des initiatives

individuelles (les blogs, les sites personnels), et sur la création d'espaces partagés (les forums et les listes de discussions, l'un des plus célèbres étant Doctissimo). L'ensemble de ces données ainsi constituées est parfois appelé MOOM (« *Massive Open Online Medecine* »). Mais contrairement aux MOOC (« *Massive Open Online Courses* ») dont l'objectif principal est de diffuser des cours et conférences (c'est-à-dire des connaissances établies), les MOOM s'orientent vers une diffusion de la donnée sans contrôle de sa fiabilité.

D'abord créés par des patients, les sites communautaires ont progressivement vu l'entrée de professionnels et d'institutions de santé. De nouvelles formes sont ainsi apparues, associant chercheurs et laboratoires pharmaceutiques. Dans ce mouvement plus récent, il faut souvent y distinguer la logique de construction du contenu du forum (assumée par les patients), et la logique du modèle économique de la société qui commercialise le forum (fondée sur une valorisation commerciale des données obtenues). L'exemple du forum *PatientLikeMe* illustre cette distinction.



Barcelone, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau

PatientLikeMe regroupe des patients atteints de différentes maladies chroniques et de maladies rares. Cet espace communautaire rassemble aujourd'hui plus de 300 000 membres qui partagent leurs expériences. Créé en 2004 aux États-Unis par trois ingénieurs du MIT, *PatientLikeMe* se distingue par le partage de données de santé, incluant les traitements prescrits et les effets observés. La base de données ainsi constituée permet ainsi à chaque patient d'évaluer quantitativement certains phénomènes, comme par exemple l'observance d'un traitement ou ses effets secondaires. Mais la base de données peut aussi être considérée comme une source d'évaluation sur la qualité d'un traitement, alternative aux coûteuses études réalisées après la commercialisation d'un médicament. Ainsi, *PatientLikeMe* est aujourd'hui

une entreprise partenaire de laboratoires pharmaceutiques et de centres de recherche et son chiffre d'affaires est principalement réalisé par la revente des données collectées, non par le service proposé aux patients.

La prise de conscience de la valeur que représente la donnée remontée par le patient ouvre d'une manière générale à de nouvelles perspectives, souvent résumées sous la notion de *data-driven patient*. L'une des voies les plus prometteuses concerne les essais cliniques. La remontée de la donnée par le patient peut en effet permettre de baisser le coût des collectes (habituellement réalisées par des assistants de recherche clinique qui interrogent les patients), tout en assurant une fiabilité de l'information.

En parallèle des sites et forums, les outils connectés d'auto-mesure constituent un autre axe de développement. Ces outils miniaturisés, bracelets et montres connectées, recueillent un large spectre de données, allant du simple nombre de pas dans une journée aux données physiologiques (pouls, température, par exemple). Si l'apparition de ces outils est récente, elle participe de la constitution d'un marché de grande ampleur : pas moins de 100 000 applications sont recensées en 2014, alors que le mouvement n'a que quelques années.

Dans la logique de portabilité et de contrôle permanent de l'état de santé, ces nouvelles technologies tendent désormais vers une miniaturisation maximale. Ainsi, des instruments de mesure équipés de nanocapteurs permettent aujourd'hui de suivre l'évolution des cellules cancéreuses ou de dépister un infarctus du myocarde à son début. Situés à différents endroits du corps humain (la peau avec les vêtements connectés, la salive, et dans un futur proche, le sang), il est encore difficile de connaître leur véritable portée. Mais leur éclosion introduit une nouvelle conception de l'emploi de la technologie dans laquelle le *smartphone* devient « un laboratoire sur puce » (« *lab on a chip* »). L'étape suivante sera très probablement le « laboratoire dans le corps » (« *lab in the body* »), c'est-à-dire cette capacité de développer des nanotechnologies intégrables au corps humain et donnant des informations en continu sur l'état de santé.

Vers une autonomie du patient et du citoyen dans la gestion de sa santé et de son bien-être

Avec les sites grand public, les échanges sur les forums, les outils connectés, le patient, comme le citoyen, renforcent l'expertise qu'ils peuvent avoir de leur santé et plus largement de leur bien-être. Ils peuvent également contribuer activement à leur élaboration avec le soutien actif de larges réseaux sociaux (Akrich & Méadel, 2009). Le patient a les clefs pour participer pleinement à son parcours thérapeutique. Il dispose d'une capacité critique renforcée à tous les stades de sa maladie (depuis son diagnostic jusqu'à sa prise en charge en passant par sa prescription médicamenteuse). Le citoyen a pour sa part une capacité nouvelle dans l'entretien de sa bonne santé, en prévenant lui-même les risques de survenue des maladies et en améliorant son bien-être.

Pour qualifier cette tendance, les Anglo-Saxons parlent d'un phénomène d'« *empowerment* » du patient, c'est-à-dire d'une redéfinition des relations entre le médecin et le patient due à l'information dont dispose ce dernier. La traduction est malaisée : « prise de pouvoir » du patient, ou du moins rééquilibrage des pouvoirs entre le médecin et le patient, en tout cas « conquête d'une (certaine) autonomie » de la part du patient. Ce savoir théorique et pratique nouvellement acquis par le patient conduit à rééquilibrer sa relation avec le médecin, dans le sens où le patient devient plus éclairé et autonome dans la gestion de sa santé. David Cutler (2013)

voit ainsi l'entrée dans une nouvelle ère, celle d'un « *patient centrique* » : à savoir, un patient maître des activités de détection précoce de la maladie, de suivi ou de soins, traditionnellement assurées par les professionnels de santé.

Cependant, la qualité de l'expertise développée par le patient n'est pas sans inconnue. Elle peut se fonder, au moins en partie, sur des informations erronées, ou des informations qui nécessitent un minimum d'expertise et de technicité pour être bien comprises. Des questions se posent notamment en matière d'auto-médication devant la vente désormais directe de médicaments au consommateur *via* Internet (Lovett & Liang, 2011). L'auto-diagnostic et l'automédication restent des pratiques à risque, surtout lorsqu'elles touchent des millions d'internautes comme c'est le cas aujourd'hui. Pour ces raisons, les institutions de santé commencent à porter une vigilance accrue sur la production et la labellisation de ces informations d'un nouveau type.

L'impact des TIC sur le métier d'assureur

L'émergence des TIC entraîne aussi des conséquences importantes sur le métier d'assureur.

Exploitation des données par les assureurs via les outils connectés et la médecine prédictive

Les outils connectés donnent des capacités de *monitoring* de l'état de santé de tout individu inenvisageables jusqu'à aujourd'hui (dans la mesure où un système d'enregistrement de données est mis en place entre l'assureur et l'assuré).

Cela concerne la prévention de la maladie, notamment en fonction des facteurs de risque de la personne (antécédents de maladie cardiovasculaire, état prédiabétique, par exemple).

Cela concerne aussi une prévention secondaire tournée vers des fragilités connues : à une personne asthmatique, on enverra un signal d'alerte si elle se dirige vers des zones à fort risque de crises ; à une personne âgée sujette aux chutes, on équipera ses sols de « *magic carpets* » capables de détecter les mouvements suspects et d'informer d'une détérioration de la mobilité de la personne.

Cela concerne enfin des démarches préventives fondées sur la connaissance du patrimoine génétique. Par leur capacité de traitement des données, les TIC permettent en effet de s'attaquer à la connaissance du génome humain. Le séquençage de l'ADN a plusieurs enjeux, celui de prévenir un certain nombre de maladies, mais aussi celui de comprendre l'inefficacité de certains traitements sur certaines populations, ou encore d'identifier leurs effets secondaires les plus graves (Schneeweiss, 2014). Ainsi, une nouvelle forme de médecine dite « de précision » (plutôt que personnalisée) voit le jour³. Avec cette médecine, il devient notamment possible de connaître les risques encourus de développer des maladies à caractère génétique, et par conséquent de cibler des mesures préventives. C'est ce que l'on nomme la médecine prédictive. Pour mieux comprendre l'intérêt de cette nouvelle approche, il est intéressant de s'arrêter quelques instants sur le cas emblématique de l'actrice Angelina Jolie.

L'effet Angelina

En mai 2013, l'actrice Angelina Jolie publie dans le *New York Times* un article intitulé « *My Medical Choice* ». L'actrice y révèle qu'elle a découvert dans son patrimoine génétique la mutation de gènes, le BRCA 1 et 2, responsables du cancer du sein et des ovaires. Par mesure préventive, Angelina Jolie a décidé de se faire faire une mastectomie bilatérale (ablation des deux seins) ayant un

3. Voir à ce sujet le rapport du National Research Council (2011) *Toward Precision Medicine: Building a Knowledge Network for Biomedical Research and a New Taxonomy of Disease*, Washington (DC) National Academies Press.

risque de développer un cancer du sein proche de 80 % (et 50 % pour le cancer des ovaires)⁴. Ce choix *a priori* surprenant a été largement commenté dans les médias qui ont pour beaucoup salué une démarche « courageuse ». La démarche d'Angelina Jolie et sa médiatisation volontaire visaient à plaider en faveur de la généralisation du séquençage du génome et des mesures préventives associées (même si le choix de l'actrice est le plus extrême, beaucoup de femmes ayant ce gène pouvant aussi préférer un suivi plus « classique » avec des mammographies régulières). Une telle décision de la part d'une personnalité aussi influente a entraîné un « effet Angelina Jolie » avec une augmentation des demandes de séquençages (la compagnie *Myriad Genetics* a enregistré une hausse de revenus de 52 %, attribuable au séquençage du BRCA).

4. Plus récemment, l'actrice a annoncé l'ablation de ses ovaires.

Outre les enjeux de recherche, cette approche de la médecine prédictive commence à faire l'objet de convoitises commerciales, des compagnies offrant désormais des possibilités d'analyse du génotype à tout un chacun (la plus connue étant la société 23andme). Un prototype incluant un dispositif de génotypage permet de générer rapidement le séquençage ADN d'une personne, puis de l'envoyer sur un outil électronique de type *smartphone* ou tablette en un clic. Il existe néanmoins certaines limites actuelles à l'exploitation de ces données (Chatterjee *et al.*, 2013). La relation entre la prédiction et la survenue de la maladie est en effet complexe. Dans de nombreux cas, les aspects génétiques se mêlent avec des facteurs environnementaux. L'état des connaissances sur la part relative de chaque facteur reste encore partiel. On sait par exemple depuis une quinzaine d'années que le risque de développer la maladie d'Alzheimer est beaucoup plus important chez les personnes ayant le gène « *apoe4* ». Pour autant, avoir ce génotype ne représente pas un facteur prédictif fiable de développer la maladie. Le risque d'interprétation abusive des résultats de ces tests est d'ailleurs à l'origine de l'interdiction récente prononcée par la Food and Drug Administration à l'encontre de la société 23andme de diffuser des résultats de tests à des fins diagnostiques.

En dépit de ces réserves, avec la médecine prédictive d'une part, et les outils connectés de l'autre, la connaissance des risques de santé de l'individu comme de leur *monitoring* est amenée à progresser. Cette tendance incite à concevoir des services de prévention personnalisés, adaptés aux risques encourus par chacun.

Vers des services de prévention personnalisés

Ces services peuvent être menés par différents acteurs.

Certaines grandes entreprises offrent déjà à leur personnel des bracelets enregistrant des informations liées à la santé. Elles visent ainsi une meilleure santé au travail, mais aussi des économies dans la négociation des contrats d'assurance santé avec les sociétés d'assurance.

Les assureurs sont de fait particulièrement concernés par le développement de ces nouveaux services. En s'appuyant sur la nouvelle donne en matière d'information de santé, l'assureur peut envisager d'accompagner le patient en amont de la maladie, soit directement auprès des assurés, soit *via* les employeurs. Certains organismes d'assurance se sont d'ailleurs déjà lancés dans cette voie, offrant des bracelets à leurs assurés moyennant une connaissance de leur comportement face aux risques de santé.

D'autres acteurs, extérieurs au champ de l'assurance, peuvent enfin se révéler intéressés. On pense notamment aux membres du GAFA (Google-Amazon-Facebook-Apple), qui génèrent l'équivalent du PIB du Danemark, auxquels on peut ajouter d'autres entreprises comme IBM, Microsoft, Orange ou Samsung. Au-delà de leur puissance financière, ces firmes exercent une véritable hégémonie dans l'industrie du

numérique. Leur domaine de compétences couvre toutes les facettes nécessaires au stockage et à la gestion des bases de données. Elles ont notamment des capacités d'analyse grâce à des procédures algorithmiques et des dispositifs d'intelligence artificielle qui révolutionnent le champ. Un des exemples les plus connus est celui du système expert Watson lancé par IBM, capable de traiter et d'interpréter des milliards d'informations issues du séquençage ADN, et cela en quelques secondes. Watson a été récemment utilisé pour traiter des dossiers de cancérologie, obtenant parfois de meilleurs résultats que les médecins « humains », et surtout dans des laps de temps beaucoup plus courts.

Devant une telle force de frappe dans la capacité à collecter et à traiter les données de santé, l'assureur traditionnel peut légitimement s'interroger sur le rôle que pourraient vouloir tenir les GAFAs et d'autres dans cette activité nouvelle de services de prévention à la personne.

Quel système de santé dans le futur ?

Le premier niveau d'analyse que nous venons de clore a consisté à répertorier des grandes tendances à partir des développements technologiques déjà observables. Trois grandes tendances portant sur l'intégration de l'offre de soins, l'autonomie du patient, et le développement de services de prévention personnalisés par les assureurs ont ainsi été identifiées. Un second niveau consiste, sur cette base, à étudier l'impact des TIC sur le système de santé dans sa globalité. Sur ce plan, l'évolution qui semble se dessiner est celle d'une substitution d'un système hospitalo-centré, principalement positionné sur le temps curatif par un système accordant plus de place aux soins à domicile et aux démarches préventives, en amont de la maladie. Le tout oriente vers des parcours de santé gérés aux différentes étapes de la vie.

Un système organisant des parcours de vie

Pour entreprendre l'exercice, il convient de reprendre un à un les faits saillants des parties précédentes et d'en déduire les effets au niveau du système de santé.

Le premier de ces faits concerne les possibilités offertes par les TIC pour expérimenter des parcours plus coordonnés et personnalisés lors de la maladie. Un suivi à distance peut s'y envisager grâce à des portails et des outils connectés, comme nous l'avons vu. Cela joue en faveur d'un maintien du patient à son domicile, ou du moins d'une limitation de ses venues à l'hôpital. Ce trait significatif de l'impact des TIC sur l'offre de soins s'inscrit dans une tendance générale, déjà affirmée : l'apparition d'innovations médicales (comme les chimiothérapies orales), combinée à la volonté des politiques publiques de raccourcir les temps et les contacts hospitaliers pour des raisons principalement économiques, tendent en effet au maintien du malade à son domicile. Sur la base de ce constat, on peut en déduire les transformations que pourraient connaître le domicile comme l'hôpital dans un futur proche.

Avec la domomédecine, la chambre d'hôpital de demain pourrait devenir la chambre du domicile du patient. Cette dernière, truffée de technologie de détection de signes vitaux et capable de réguler l'individu ou de lancer des alertes, pourrait en effet offrir au patient la possibilité d'y demeurer le plus longtemps possible. La venue à l'hôpital de ce dernier ne s'envisagerait que pour obtenir des expertises sur des problèmes très complexes, ou des traitements nécessitant des plateaux techniques peu transposables. Dans ces conditions, la fâcheuse dérive vers l'hospitalo-centrisme serait aussi amenée à disparaître, ou du moins à s'estomper, laissant place à des structures de traitements

sophistiqués, éliminant certaines spécialités dont la prise en charge serait externalisée. À l'inverse, ces hôpitaux du futur intégreraient de puissants « *data centers* », afin de permettre les suivis à distance nécessaires. Le tableau peut paraître futuriste. Pourtant certains hôpitaux récemment construits sont déjà résolument tournés dans cette direction comme le Samsung Medical Center de Séoul⁵.

Le deuxième fait saillant concerne la possibilité offerte au patient de gérer d'une manière autonome certaines actions de leur prise en charge à l'aide des objets connectés et des sites communautaires. Topol (2015) en déduit qu'une grande partie des phases diagnostiques et de surveillance de la maladie pourrait être assumée à l'avenir par le patient lui-même, en lieu et place des professionnels de santé. Le développement des outils connectés pourrait ainsi largement contribuer à une restructuration du paysage médical, la technologie se substituant à l'expertise humaine dans de nombreux cas. On entre là de plain-pied dans le domaine de la prédiction, avec tout le risque que comporte l'exercice. Mais quel que soit le degré de substitution, la diffusion des TIC en santé représentera une alternative crédible dans les prochaines années pour pallier les manques futurs de médecins, comme l'ont déjà fait remarquer des politiciens américains (Gottlieb & Emanuel, 2013).

Enfin, troisième fait saillant, la meilleure connaissance des facteurs de risque, notamment par l'analyse du génome, devrait contribuer à spécifier des actions préventives en fonction du profil de chaque individu.

En associant cette possibilité de développer de nouveaux services de prévention au constat précédent, un système curatif fondé sur des parcours de santé, c'est à une conception élargie du système de santé qu'invite la santé numérique. Dans cette conception, la prise en charge de la santé ne se limiterait plus à la seule étape curative, mais se concevrait tout au long de la vie. La frontière entre ce qui relève de la santé et du bien-être serait également de plus en plus ténue. À chaque étape de la vie, le citoyen développerait une sensibilisation accrue au maintien d'un bon état de santé. Il pourrait se prémunir des risques de survenue de maladie, cultiver un certain état de bien-être, et si jamais il tombe malade, être pris en charge au sein de réseaux de soins intégrés. Il n'y serait plus question d'un parcours de soins ou de santé, mais de vie : c'est-à-dire une gestion « sur mesure » de son parcours de santé tout au long de sa vie.

L'une des grandes énigmes est évidemment de comprendre où cette vision du système de santé peut nous conduire. Si la prévention du risque de maladie est accrue, que certaines de ces maladies disparaissent du fait des progrès de dépistage en amont de leur survenue (comme le cancer), la logique voudrait que l'on vieillisse plus longtemps. On rejoint là, la notion chère à Google de « transhumanisme » : à savoir la possibilité de renforcer les capacités physiques et mentales de l'être humain grâce à la technologie. Mais de nombreuses inconnues subsistent évidemment face à un tel scénario. Qu'advient-il si nous devenons majoritairement centenaires ? À quel moment observera-t-on une dégradation physique et dans quelles conditions mourrons-nous ? Par ailleurs, le double glissement du curatif vers le préventif

5. Pour une visite virtuelle, consulter le site : www.samsunghospital.com/global/eng/main/main.do.

Barcelone, Hospital de la Santa Creu i Sant Pau



et une prise en charge assumée par des professionnels vers des patients autonomes s'accompagnera-t-il de réelles économies ? Des réponses à ces questions, et à d'autres, dépend la compréhension que l'on pourra avoir du système de santé de demain.

Des questions auxquelles le système de santé actuel va devoir (rapidement) faire face

Des mouvements sont bien en train de se produire, dont les conséquences seront sans doute profondes. Le résultat final est hautement incertain. Mais dès à présent, des questions peuvent être anticipées. Leurs réponses conditionneront la valeur ajoutée attribuable à la santé numérique. Cette partie s'efforce d'en donner une analyse synthétique et critique à travers trois thèmes.

Evaluer : une mise en œuvre et des résultats en quête de preuves

Nous venons d'y faire référence, l'évaluation des parcours de vie sera sans nul doute un des enjeux de demain. L'espoir est grand. Mais comme toute innovation, la santé numérique est confrontée à des défis lors de sa mise en œuvre qui peuvent obérer les bénéfices escomptés. Plusieurs d'entre eux peuvent être évoqués : les difficultés techniques de l'interopérabilité, les contraintes financières qui pèsent (concernant autant le soutien financier au déploiement des technologies que le modèle économique assurant une « soutenabilité » du marché), ou encore la qualité de l'information diffusée publiquement. Deux thèmes nous paraissent néanmoins mériter une attention plus particulière par l'importance qu'ils revêtent : les changements comportementaux requis dans un milieu pourtant réputé conservateur et le rapport de la technologie à l'organisation du système de santé. La mise en évidence des difficultés attendantes à chacun de ces deux sujets alimente en creux l'impérieuse nécessité d'évaluer. Si progrès il y a, il convient d'en apporter des preuves.

Des changements comportementaux

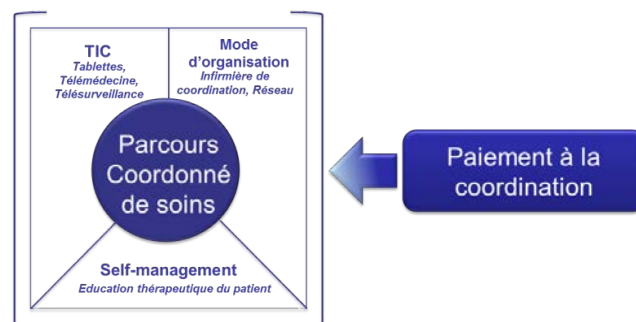
La question des comportements des patients comme des professionnels face aux TIC apparaît déterminante.

D'une part, l'autonomisation progressive du patient s'annonce avec la multiplication des outils connectés. Ces outils sont présentés comme des solutions *ad hoc* simplifiant la vie de l'individu. Pour autant, ils supposent une adoption pérenne par les patients. Or, rien ne dit qu'un tel comportement sera accepté spontanément.

D'autre part, le professionnel de santé (le médecin, mais aussi l'infirmier, le pharmacien et d'autres) reste aujourd'hui la personne de confiance. Avec l'avènement des TIC, une nouvelle relation se présente à lui. Il peut, dans une approche constructive, aider le patient, non pas à s'informer, mais à mieux s'informer, en lui référençant les sources d'informations sûres et en le guidant vers une utilisation raisonnée des nouveaux outils. Mais il peut aussi exprimer une résistance. Dans un milieu connu comme conservateur, verra-t-on le professionnel admettre une délégation du savoir et du pilotage de la maladie ? Le doute est permis. Topol (2015) considère l'évolution inéluctable. D'une manière assez féroce, il assure même que cette évolution remettra en cause l'« *eminence-based medicine* » actuelle. En nuanciant le propos, on peut raisonnablement estimer que la maîtrise de cette nouvelle donne constituera un défi pour les professions de santé.

Le rapport de l'outil à l'organisation

Sur un autre plan, le développement des infrastructures numériques s'inscrit en soutien des organisations. L'adoption de la technologie ne peut se comprendre qu'en référence à un contexte organisationnel. C'est un *leitmotiv* bien connu en matière de recherche en gestion. Pourtant, la présentation des innovations en santé numérique ressemble souvent à un *listing* de technologies de pointe associées à des projets médicaux très spécifiques. La dimension organisationnelle des TIC en santé y est moins souvent mise en avant.



Un exemple illustratif de cette nécessaire considération de la technologie dans un contexte organisationnel donné est celui du rôle des TIC dans l'intégration des offres de soins. Si le recours aux TIC contribue à cette intégration, il serait pour autant naïf de penser qu'il constitue l'unique composante de ces nouvelles organisations intégrées. Il s'associe à d'autres dimensions. Comme le rappelle le modèle de la maladie chronique (Bodenheimer *et al.*, 2002), modèle qui constitue une référence dans le secteur de la santé, le recours aux TIC se conçoit en association avec l'émergence de nouveaux métiers (comme la création des infirmières de coordination, sortes de gestionnaires de cas qui suivent les patients), des actions favorisant l'autogestion du patient et la mise en place d'incitations financières d'un nouveau type, à la coordination.

Si chacune de ces dimensions est en elle-même innovante, les mener de front, en assurant un bon alignement entre leurs développements respectifs l'est encore plus. Et c'est dans ce cadre général que l'effet structurant des TIC sur l'offre de soins mérite d'être évalué.

Évaluer le progrès : une impérieuse nécessité

Les difficultés évoquées au sein des attitudes adoptées ou de la relation de la technologie à l'organisation montrent que le succès des TIC n'est pas acquis. Les évolutions annoncées doivent se préparer en appréhendant des changements comportementaux et des contextes organisationnels locaux. Évaluer chacun de ces aspects de mise en œuvre, comme d'autres, sera certainement à l'origine de nombreuses recherches. L'un de leurs objectifs principaux sera de démontrer le progrès réalisé et les bénéfices en termes de coût et/ou de santé. Il n'est pas impossible que l'entreprise se heurte au paradoxe de la productivité de Solow⁶ : à savoir un retour sur investissement longtemps faible alors que le gain d'efficacité théorique est facile à déterminer d'emblée. L'avenir le dira. Mais on peut noter la faiblesse des évidences scientifiques actuelles. Si le manque de recul peut l'expliquer, considérer des annonces sans se préoccuper de leur évaluation peut en être une autre raison.

Les annonces ne manquent pas en effet. La RAND Corporation a par exemple estimé dès 2005 que les technologies de l'information hospitalière pourraient permettre dans le contexte américain d'économiser entre 81 et 162 milliards de dollars chaque année tout en réduisant considérablement la morbidité et la mortalité (Taylor *et al.*, 2005). Notamment, de grands espoirs résident dans l'intégration de ces technologies dans la prise en charge des maladies chroniques. L'introduction des TIC aurait pour but de diminuer des budgets très conséquents en permettant une meilleure observance des traitements des maladies chroniques et en évitant des venues injustifiées à l'hôpital dans le cadre d'une offre de soins intégrée (les maladies chroniques représentent

6. La plupart des travaux empiriques ne parviennent pas à identifier une corrélation significative entre la croissance de la productivité totale des entreprises et leur degré d'informatisation. Ce paradoxe est communément appelé le paradoxe de Solow du nom de l'économiste américain, prix Nobel, qui l'a mis en évidence.

plus de 81 milliards d'euros en France). Sur le plan de la qualité, des parcours mieux coordonnés sont censés amener à un moins grand risque d'erreurs, à une plus grande satisfaction et à un meilleur accès aux soins. La prévention renforcée doit réduire la survenue de la maladie dans bon nombre de cas.

Par contraste, les évidences sont éparses, et lorsqu'elles existent restent controversées. Sur le plan des résultats de santé, quelques études montrent que la télésanté peut réduire la mortalité dans certaines maladies. Aucune étude, néanmoins, ne peut attribuer exclusivement à la télésanté la réduction observable, cette dernière étant plutôt attribuable à la réorganisation et à l'optimisation de l'offre et des services (Steventon *et al.*, 2012).

Sur le plan plus spécifiquement économique, le constat est le même. Nous avons cité le cas spectaculaire de Kaiser Permanente dont différents chiffres officiels attestent d'une diminution de la consommation des soins, mais sans que, là encore, le rôle spécifique des TIC ne soit clairement établi. D'autres évidences semblent émerger, montrant l'avantage de visites virtuelles ici, ou un gain en efficacité et une réduction des tests complémentaires là, mais sans une masse critique de preuves.

A contrario, certains effets inattendus apparaissent. Par exemple, l'introduction des TIC est présentée comme une source de gain de productivité grâce au partage d'information procuré par les dossiers électroniques. Les efforts de digitalisation des dossiers sont pourtant critiqués à l'heure actuelle quant à la charge de travail qu'ils imposent au médecin lors de la retranscription des données sur le logiciel. Une étude récente montre ainsi que les médecins passent 43 % de leur temps à entrer des données dans un ordinateur et seulement 28 % à parler aux patients (Campbell *et al.*, 2012). Pour pallier cette charge de travail inattendue, de plus en plus d'hôpitaux emploient désormais des scribes.

Il faut enfin ajouter un phénomène classique, à savoir que la rentabilité économique de l'introduction des outils TIC ne s'exercera qu'à la seule condition de cesser le financement de pratiques obsolètes. Sinon, on assistera davantage à un empilement de solutions qu'à un renouveau.

Au final, si l'impact potentiel des TIC paraît important, la littérature scientifique ne permet pas de l'évaluer de manière précise avec des preuves suffisantes. L'évaluation constituera sans doute un des principaux fils conducteurs des prochaines années, certaines études commençant dès à présent à mettre en évidence les difficultés méthodologiques qu'elle pose (Ekeland *et al.*, 2010). L'enjeu est dans tous les cas de taille, notamment sur le plan économique, lorsqu'on sait que le marché national est (déjà) estimé actuellement à plus de trois milliards d'euros.

Le respect de la vie privée et le pouvoir de l'information

Il existe plusieurs raisons de s'inquiéter pour le respect de la vie privée des patients et des citoyens face à l'émergence des TIC. Beaucoup craignent pour la sécurité du stockage des données. Les usages abusifs ou malintentionnés des données échangées constituent un autre motif d'inquiétude. Plus généralement, l'assujettissement à des stratégies industrielles, en partie méconnues, est source d'interrogations.

La question de la confidentialité des données et des usages abusifs

La sécurité du stockage des données se heurte à de véritables contraintes techniques afin de faire face au risque de piratage. Plusieurs hôpitaux ont ainsi été la cible d'attaques de pirates informatiques ces dernières années⁷. Ces usurpations d'identité

7. Le site américain de l'Identity Theft Resource Center révèle par exemple la forte hausse des usurpations d'identité relatives au domaine médical (de 10 % en 2005 à 42,5 % en 2014).

servent en général à faire bénéficier de soins plus coûteux ou à rembourser des factures de soins d'une manière frauduleuse. Le potentiel de création de bases de données en santé étant immense, qu'il s'agisse de dossiers médicaux ou de données génétiques, leur protection représente un défi déjà très actuel.

Mais au-delà de ces questions relatives au stockage, se posent également celles liées aux usages abusifs qui peuvent ou pourraient être faits de ces données. Plusieurs signes laissent penser que les risques de dérive sont particulièrement nombreux dans ce domaine. Ils concernent différents types de données :

- Les données génomiques, tout d'abord. Pour contrer les risques d'un usage abusif de ces données par des employeurs ou des assureurs, le Congrès américain a voté en 2008 une loi nommée Genetics Information Non-discrimination Act. Cependant, cette loi n'apaise pas les soupçons. Bartha Maria Knoppers, directrice du Centre de génomique et politiques à l'Université McGill à Montréal, l'exprime en ces termes : « *Il n'est pas certain qu'un complément de la loi concernant les assurances-vie, celles du handicap et des soins de longue durée puisse vraiment éviter une discrimination fondée sur des conditions héréditaires* »⁸.
- Les données comportementales, ensuite. Remontées par les patients, notamment *via* les sites internet, ces données peuvent faire l'objet de traitements explorant d'une manière intrusive certains aspects de la vie privée. Le système de santé Health Carolina System en est un bon exemple. Ce système analyse les données d'achats des cartes de crédit dans le but d'identifier des comportements à risque (nombre d'achats de « *fast food* », cigarettes, alcool et médicaments). Il pourrait à l'avenir être utilisé pour personnaliser les contrats d'assurance (plus votre comportement est à risque, plus vous payez) avec toutes les conséquences imaginables.
- Les données médicales, enfin. Le partage de ces données est déjà effectif comme dans le cas de Kaiser Permanente, où des millions de personnes ont accès à leurs données et peuvent communiquer avec les médecins *via* un courriel sécurisé. La loi impose en effet que le courriel soit sécurisé. Pourtant, le recours au courriel reste une pratique encore anecdotique. Les médecins comme les patients craignent que l'usage de ces courriels (entre patient et professionnel de santé) s'accompagne de mauvaises pratiques médicales (mauvais diagnostic par manque de détails, etc.). La question des responsabilités engagées dans le cas de ces échanges d'information à distance représente un sujet très sensible parmi les professions médicales et paramédicales.

Tous ces constats justifient un meilleur encadrement juridique. Les vides dans le domaine sont importants et supposent des évolutions. Pour autant, il n'est pas certain qu'un encadrement juridique, aussi strict soit-il, suffise. Il est intéressant de remarquer à cet égard que certains dispositifs semblent créer dès à présent une adhésion plus forte que d'autres malgré les risques encourus. C'est le cas par exemple de ZocDoc, application qui offre la possibilité de prise de rendez-vous en ligne. Faut-il y voir une qualité de l'outil qui répond mieux à certains besoins ? Ou bien un plus grand degré de confiance accordé aux sites les plus transparents sur l'emploi des informations remontées ? Au-delà du cadre réglementaire, c'est l'étude des usages qui apparaît essentielle pour comprendre les moteurs d'une adoption. Seule une analyse fine de ces usages peut aider à expliquer ce qui conditionne une responsabilité partagée des acteurs autour de pratiques couronnées de succès.

8. Article publié dans *The New York Times* « It's Yet to Be Shown That Genetic Discrimination Exists », Avril 2014, <http://www.nytimes.com/roomfordebate/2014/04/14/dna-and-insurance-fate-and-risk/its-yet-to-be-shown-that-genetic-discrimination-exists>

Pour terminer sur ce thème, il est important de revenir à cette tendance générale d'une connaissance accrue des données individuelles de santé, que la démarche soit souhaitée ou non. Car avec ces données remontées, toutes les habitudes et manies de chacun peuvent être révélées. Faut-il s'en inquiéter ? Cette part de nous-mêmes cédée à des opérateurs de données nous lie en quelque sorte à ces derniers. Grâce à cette



Barcelone, intérieur de
l'Hospital de la Santa Creu
i Sant Pau

connaissance, ces opérateurs, assureurs ou autres, sont aussi susceptibles de définir un jour nos habitudes. Par exemple, les 10 000 pas recommandés quotidiennement qui se sont imposés comme une référence dans les exercices proposés par les outils connectés sont issus de clubs de marcheurs japonais, sans assise scientifique. L'exemple est anecdotique, mais il révèle comment une référence s'impose à nos comportements *via* la technologie. Avec les outils connectés, les *designers* de ces outils possèdent une marge de manœuvre importante sur nos conduites à venir. Certains s'émeuvent dans ce contexte de l'absence de transparence des stratégies des grandes entreprises du numérique alors que leur rôle s'accroît dans la possibilité d'orienter notre conduite quotidienne.

Evgeny Morozov (2014/2013) dénonce par exemple cette opacité, en introduisant la notion d'« asymétrie épistémique » : les citoyens sont entièrement transparents et quantifiables lorsque les opérateurs sont opaques, susceptibles de devenir les maîtres du système de santé à moyen terme. Le danger qui s'y associe est de voir déléguer les questions relevant de la santé numérique au seul marché, alors que la santé constitue un bien public. Cette vision s'oppose à celle plus progressiste, souvent véhiculée depuis la Silicon Valley, qui souligne les bénéfices escomptés des TIC, la réduction de l'asymétrie d'information vis-à-vis des professionnels et la liberté accrue dans le pilotage de sa santé. Savoir où se situe le curseur entre ces visions revient à nouveau à faire de la prédiction. Mais il semble dans tous les cas qu'un débat sur la démocratie engendrée par les TIC se profile. Dans un secteur de bien public comme la santé, des modes de régulation de l'usage de la technologie semblent nécessaires.

Des nouvelles formes d'inégalités qui soulignent le besoin du maintien d'une solidarité

Par l'autonomie procurée aux patients et l'accès facilité aux données médicales, les TIC sont censées contribuer à une réduction d'inégalités dans la prise en charge de la santé. Un patient, ou plus généralement un citoyen, peut avoir accès à une capacité de gestion de sa maladie à faible coût. Dans les pays émergents, la transmission de messages préventifs *via* les *smartphones* est notamment à la base de nombreuses initiatives pour favoriser l'accès aux meilleures pratiques. Le recours aux professionnels peut se révéler moins obligatoire, réduisant d'autant les difficultés d'accès.

En même temps, l'avènement des TIC porte en germe la création de nouvelles inégalités.

La première concerne l'accès même à ces nouvelles technologies et notamment Internet. L'âge, le revenu, le niveau d'éducation et la localisation géographique sont connus comme des facteurs jouant un rôle dans l'accès à Internet. Le cumul de barrières socio-économiques et psychosociales semble être également un frein supplémentaire, non à l'accès à Internet, mais à son usage en tant qu'outil de prévention. Ainsi, il apparaît que malgré la large pénétration d'Internet dans les foyers, son usage semble encore faible dans certaines franges de la population dont les besoins d'information sont pourtant grands. En même temps, différents travaux récents montrent que la fracture digitale est en train de se réduire très rapidement, l'effet des facteurs négatifs précédents atténuant de manière générale (Chevallier, 2011) et plus particulièrement dans le domaine de la santé (Girault *et al.*, 2015).

Une deuxième forme d'inégalité est relative à la connaissance approfondie des risques, encourus par chacun, de développer une maladie. Avec la médecine prédictive, on devine les dangers d'une stigmatisation de certains individus porteurs de risques génétiques importants (Angrist, 2014).

Enfin, les caractéristiques socio-économiques des patients et citoyens pourraient générer d'autres formes d'inégalité, peut-être les plus alarmantes. Cette hypothèse se décline de différentes façons. La médecine de précision fondée sur des thérapies ciblées pourrait permettre l'accès à des traitements de pointe, efficaces sur certains individus puisque très ajustés, mais extrêmement coûteux, ou développés uniquement dans quelques centres de référence dans le cadre d'essais cliniques à l'accès limité. En faisant des individus les maîtres de leur état de santé, il existe aussi un risque de minimiser l'effet des déterminants environnementaux et sociétaux dans la survenue de certaines maladies. Or, des situations de défaveur liées à l'habitat ou à la pollution peuvent jouer un rôle majeur quelle que soit l'attention portée à un état de santé à travers des outils connectés. Dernière déclinaison, la connaissance du risque encouru d'avoir une maladie peut conduire à des inégalités importantes de couverture assurantielle des individus. Réunies, les nouvelles connaissances sur le risque encouru entraînent en effet une diminution de l'aléa moral dans la relation avec l'assuré. Le défi est alors d'élaborer des modèles d'assurance qui puissent conserver une certaine forme de mutualisation du risque alors même que les différences interindividuelles vont être de plus en plus identifiées. Comment en effet maintenir une solidarité si l'on sait qu'à 20 ans tel patient a un risque fort de cancer quelques dizaines d'années plus tard, alors que tel autre ne présente pas ce même risque ? De fait, le système de valeurs, les règles éthiques et la démocratie sanitaire vont être rapidement interrogés. La question de la solidarité proposée au sein des systèmes d'assurance sera un des grands enjeux de demain, peut-être le principal.

Conclusion

Quand il est question de l'impact des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) dans le domaine de la santé, beaucoup évoquent une révolution. Mais comme le rappelle Montesquieu dans un extrait tiré de ses manuscrits inédits (citation proposée avec pertinence par un collègue) : « *Si chacun veut rappeler sa mémoire, il trouvera que presque toutes les choses qu'il a vues, dans sa vie, généralement prévues ne sont point arrivées. Que si, d'un autre côté, on consulte les histoires, on ne trouvera partout que de grands événements imprévus.* » Il y a quelques années encore, il aurait été difficile d'anticiper le développement des applications sur les *smartphones* et le rôle que celles-ci seraient amenées à jouer dans notre quotidien. Il est certain que de

grandes tendances se font jour. Il est non moins certain que des facteurs aujourd'hui impossibles à prévoir pèseront sur les évolutions futures. Il est donc très probable qu'une révolution se produira bien, mais peut-être pas là où elle est attendue. En espérant que cette conclusion ne fasse pas regretter la lecture de certains passages prospectifs de cet article ■

Références

- Akrich Madeleine & Méadel Cécile (2009) "Les échanges de patients sur Internet", *La Presse Médicale*, vol. 38, n° 10, pp. 1484-1493.
- Angrist Misha (2014) "Open window: When easily identifiable genome and traits are in the public domains", *Plos One*, vol. 9, n° 3, e92060.
- Bodenheimer Thomas, Wagner Edward H. & Grumbach Kevin (2002) "Improving primary care for patients with chronic illness", *The Journal of American Medical Association*, vol. 288, n° 14, pp. 1775-1779.
- Campbell Lisa L., Case Debbie, Crocker Janice E., et al. (2012) "Using medical scribes in a physician practice", *Journal of AHIMA*, vol. 83, n° 11, pp. 64-69.
- Chatterjee Nilanjan, Wheeler Bill, Sampson Joshua, Hartge Patricia, Chanock Stephen J., & Park Ju-Hyun (2013) "Projecting the performance of risk prediction based on polygenic analyses of genome-wide association studies", *Nature genetics*, vol. 45, n° 4, pp. 400-405.
- Chevallier Marc (2011) "La fracture numérique se réduit", *Alternatives économiques*, n° 298, p. 52.
- Cutler David M. (2013) "Why medicine will be more like walmart", *MIT Technology Review*, September 20, <http://www.technologyreview.com/news/518906/why-medicine-will-be-more-like-walmart/>
- Ekeland Anne G., Bowes Alison & Flottorp Signe (2010) "Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews", *International Journal of Medical Informatics*, vol. 79, n° 11, pp. 736-71.
- Girault Anne, Ferrua Marie, Lalloué Benoît, Sicotte Claude, Fourcade Aude, Yatim Fatima, Hébert Guillaume, Di Palma Mario & Minvielle Étienne (2015) "Internet-based technologies to improve cancer care coordination: Current use and attitudes among cancer patients", *European Journal of Cancer*, vol. 51, n° 4, pp. 551-557.
- Gottlieb Scott & Emanuel Ezekiel J. (2013) "No, there won't be a Doctor shortage", *New York Times*, December 4., <http://www.nytimes.com/2013/12/05/opinion>
- Jha Ashish K., Des Roches Catherine M., Campbell Eric G. et al. (2009) "Use of electronic health records in U.S. Hospitals", *The New England Journal of Medicine*, April 16, pp. 1628-1638.
- Lovett Kimberly M., & Liang Bryan A. (2011) "Direct-to-consumer cardiac screening and suspect risk evaluation", *The Journal of American Medical Association*, vol. 305, n° 24, pp. 2567-2568.
- Marrauld Laurie (2014) "La révolution digitale en médecine. À propos de *The creative destruction of medicine* de Eric Topol", *Le Libellio d'Aegis*, vol. 10, n° 4, pp. 15-23.
- Marrauld Laurie (2015) "Le futur de la médecine est entre vos mains. À propos de *The patient will see you now: the future of medicine is in your hands* de Eric Topol", *Le Libellio d'Aegis*, vol. 11, n° 2, pp. 31-39.
- Marrauld Laurie, Dumez Hervé & Minvielle Étienne (2015) État des lieux de la santé numérique. Rapport remis à la Fondation de l'avenir, Mutualité Française, Paris, École polytechnique et École des Hautes Études en Santé publique.
- Minvielle Étienne, Waelli Mathias, Sicotte Claude & Kimberly John R. (2014) "A framework for care customization derived from the service sectors literature", *Health Policy*, vol. 117, n° 2, pp. 216-227.
- Morozov Evgeny (2014/2013) *Pour tout résoudre cliquez ici : L'aberration du solutionnisme technologique*, Limoges FYP Éditions, [trad. franc. de *To Save Everything, Click Here: Technology, Solutionism, and the Urge to Fix Problems that Don't Exist*, New York, PublicAffairs]

- Steventon Adam, Bardsley Martin, Billings John, Dixon Jennifer, Doll Helen, Hirani Shashi, Cartwright Martin, Rixon Lorna, Knapp Martin, Henderson Catherine, Rogers Anne, Fitzpatrick Ray, Hendy Jane & Newman Stanton (2012) “Effect of telehealth on use of secondary care and mortality: findings from the Whole System Demonstrator cluster randomised trial”, *British Medical Journal*, 21-344:e3874.
- Schneeweiss Sebastian (2014) “Learning from Big Health Care Data”, *The New England Journal of Medicine*, June 5, pp. 2161-2163.
- Taylor Roger, Bower Anthony, Girosi, Federico, Bigelow James, Fonkych, Kateryna, & Hillestad Richard (2005) “Promoting health information technology: is there a case for more-aggressive government action?” *Health Affairs*, vol. 24, n° 5, pp. 1234-1245.
- Topol Eric J. (2012) *The Creative Destruction of Medicine: How the Digital Revolution will Create Better Health Care*, New York, Basic Books.
- Topol Eric (2015) *The patient will see you now: The Future of Medicine Is in Your Hands*, New York, Basic Books.