PATRICE CRISTOFINI-
RAYMOND TAUBE

E SANTÉ ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Entre promesse du meilleur et crainte du pire

Éditions Maïa

Découvrez notre catalogue sur :

https://editions-maia.com

© Éditions Maïa
Nos livres sont éthiques et durables : économes en papier et en encre, ils sont conçus et imprimés en France.

Tous droits de traduction, de reproduction ou d'adaptation interdits pour tous pays.
ISBN : 978-2-37916-608-2
Dépôt légal : mars 2021

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Préface d'Arnaud Benedetti

Voilà un regard panoramique qui vient à point nommé !

Patrice Cristofini et Raymond Taube explorent la santé de demain au moment où la crise sanitaire saisit la planète, suspendant le fonctionnement de nombre de sociétés, interrogeant le politique dans son rapport à la science, questionnant in fine nos cultures de la vie et… de la mort.

C'est un fait historique que c'est par la santé que nous mesurons le niveau de progrès matériel, mais aussi moral de nos civilisations. Le recul de la mortalité infantile comme l'allongement de la durée de l'existence sont à mettre au crédit d'un siècle d'avancées médicales. Évidemment ces évolutions sont inégales selon les aires géographiques, mais elles constituent néanmoins une tendance de fond. Elles posent néanmoins de nouvelles questions : nous vivons, certes plus longtemps, mais vieillissons-nous pour autant mieux ? Les techniques offrent des perspectives nouvelles, tant dans les connaissances que dans les diagnostics et les traitements, mais parallèlement elles bouleversent parfois jusqu'à nos certitudes anthropologiques : jusqu'où pouvons-nous aller sans briser le respect de la personne et de sa liberté ? La montée en puissance de la préoccupation sanitaire, parfois exprimée à l'instar d'un « impératif catégorique », est une invitation puissante à revisiter notre présence au monde : qu'est-ce que cet enjeu implique pour l'économie, pour la cohésion sociale, pour notre regard et nos actions quant à l'environnement ?

L'art médical est un art essentiellement d'humanité. Soigner est l'un des tout premiers gestes témoins de notre capacité à l'altérité. Mais l'histoire nous apprend aussi que l'ombre a parfois obscurci les pratiques médicales et de recherche. Ce constat, d'évidence, implique qu'il ne peut y avoir de progrès,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

sans corrélation avec une réflexion globale sur le sens et l'usage de celui-ci. C'est au prisme de nos valeurs que nous devons toujours évaluer toute avancée. C'est le grand mérite de cet ouvrage, entre autres, que de ne pas se laisser abuser par les prouesses de la technique, sans pour autant verser dans un pessimisme millénariste. Ce que font observer avec précisions nos deux auteurs c'est d'abord le carrefour auquel nous sommes désormais arrivés. Les acteurs de la santé ne sont pas seulement publics : l'industrie a depuis longtemps pris pied dans un domaine qui exige des moyens, des capacités de production qui excèdent parfois les seules ressources des États ; de nouvelles figures, autres que celles du secteur du médicament, surgissent et investissent des champs de recherche dont le but est parfois d'améliorer les performances corporelles et cognitives. Les GAFAM, à tort ou à raison, alimentent de nombreux débats sur certaines des frontières qui, à l'aune de l'accélération sans précédent de ce « système technicien » dont Jacques Ellul fit en son temps l'un des principaux ressorts de l'histoire, sont en mouvement ou en passe de l'être. Tout bouge, très vite, trop vite, et à proportion de cette vitesse, nous demeurons parfois suspendus entre un immense espoir et une impalpable inquiétude. Entre l'intime qui est au cœur du « colloque singulier » du patient et du médecin et l'accumulation des données qui permettent de mieux maîtriser les politiques de santé publique, il faudra trouver un équilibre qui ne limite pas le progrès, mais qui ne touche pas à l'indispensable espace de confidentialité qui régit notre relation au soignant. Entre le besoin de corriger, voire de s'affranchir de certains maux et les offres d'augmentation de l'homme il s'agira de délimiter ce qui relève de la correction, et donc du soin, de ce qui ressort de l'hubris avec ses conséquences insoupçonnables sur l'identité de l'humain et son organisation civilisationnelle. Plus que jamais le mot de Nietzsche résonne avec son caractère définitif : « L'homme est une corde tendue entre la bête et le surhomme, une corde tendue au-dessus d'un abîme. »

Vigilants sans être gagnés par le catastrophisme, optimistes, mais avec raison, Patrice Cristofini et Raymond Taube dressent d'abord un état des lieux et esquissent des perspectives en vue de maîtriser un avenir qui doit appartenir d'abord aux femmes et aux hommes, et non pas à leurs créatures ou

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

produits, quand bien même celles-ci et ceux-ci – innovations, thérapies, systèmes complexes de management, etc. – seraient le produit de l'infinie intelligence de l'esprit. La santé de demain sera humaine… ou ne sera pas. C'est aussi la dense leçon de cet ouvrage.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Une plongée au cœur de la santé d'aujourd'hui et de demain : de l'anticipation d'un monde où l'aveuglante fascination technologique peut conduire à notre propre destruction à un état des lieux de la e santé dans toutes ses déclinaisons, des objets connectés, sex-toys compris (la santé n'étant pas seulement l'état de non-maladie, selon l'OMS) et de la télémédecine aux organes artificiels fabriqués par impression 3D, en passant par l'IA nourrie au *Big Data* au service du diagnostic et de la médecine prédictive.

Un ouvrage d'espoir et de mise en garde.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

« E » comme électronique… La e santé se nourrit d'informatique jusqu'à s'abandonner aux délices de l'intelligence artificielle. Elle doit aussi beaucoup aux réseaux, et est par conséquent largement connectée. Tout ce (et ceux) qui est connecté laisse des traces et peut conduire, si l'on y prend garde, à la surveillance généralisée des citoyens, au risque de compromettre la pérennité de la démocratie.

Nous avons dit surveillance… Voilà qui nous embarque sur les chemins de l'ambivalence, de la dichotomie, de l'inquiétude. Qui surveille qui et pour quel usage ? Les formidables promesses de la e santé, dont les bienfaits se font déjà sentir sans que l'on en prenne nécessairement conscience, ne risquent-elles pas d'être ternies par des dérives et des abus qui nous renvoient à quelques effrayantes références de la science-fiction. *1984*, le roman de Georges Orwell, annonce en 1948 : *Big brother is watching you*. Sauf que ce *Big Brother* existe déjà. Il s'appelle Google, Facebook, Alibaba et autres réseaux sociaux ou géants du net, tous américains et chinois.

Prenons l'exemple du *Big Data*, un outil fabuleux permettant l'analyse et le recoupement d'une quantité gigantesque de données au bénéfice non seulement des marchands et de leur prospection commerciale, mais aussi de notre santé. Nous ne voudrions pas recevoir des e-mails de sociétés de pompes funèbres connaissant si parfaitement notre mode de vie, nos habitudes alimentaires, nos problèmes de santé, voire notre génome, qu'elles aient pu en déduire que notre fin était proche !

Plus prosaïquement, on ne peut faire abstraction de la multiplication des actes de piraterie informatique, affectant même les entreprises les plus sécurisées, souvent parce que leurs salariés n'ont pas été sensibilisés aux bonnes pratiques, qui dans notre monde connecté, devraient relever de l'éducation citoyenne Ce sont d'autres gestes-barrière à apprendre et

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

appliquer. Les hôpitaux ne sont pas épargnés, ce qui n'est guère étonnant lorsque l'on apprend, dans la bouche de Cédric Cartau, responsable de la sécurité des systèmes d'information au centre hospitalier universitaire (CHU) de Nantes et Pays de la Loire, qu'au sein du millier d'hôpitaux que l'on compte en France, on ne dénombre qu'une cinquantaine de responsables informatiques, la situation n'étant guère plus enviable dans le secteur privé et pire dans le secteur médico-social.[1]

L'intelligence artificielle est un autre volet de la e santé, qui affecte l'ensemble de la société, détruit des métiers et en invente de nouveaux, et laisse entrevoir un monde où le travail n'asservirait plus l'homme, et en craindre un autre où il deviendrait sujet de la machine. L'intelligence artificielle implique un transfert de compétences au moins partiel à la machine, qui peut aller jusqu'à lui céder tout ou partie du processus de décision. Faut-il se réjouir ou s'inquiéter du diagnostic et de la prescription que le médecin abandonnerait à ces machines intelligentes ?

Même si l'avenir ne s'accomplit jamais comme on le prédit, l'éthique, l'éducation, la formation et le droit, y compris dans sa dimension coercitive et punitive (les sévères sanctions financières prévues par le règlement européen sur la protection des données, le RGPD) sont de nature à nous permettre d'aborder le virage de la e santé dans les meilleures conditions au bénéfice de tous : les bien-portants qui aspirent à le rester, les patients dont le souhait le plus cher est de recouvrer la santé, la collectivité et le secteur public, qui trouveront dans la prévention et la connectivité des sources d'économies budgétaires…

Pour comprendre ce qui se passe déjà sous nos yeux et parfois à notre insu en matière de santé, le mieux est d'imaginer ce qui pourrait arriver demain ! Débutons par deux courts voyages, deux scénarios imaginaires possibles dans un futur très proche avant de revenir dans un présent en plein bouleversement.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

1 http://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/02/24/des-hopitaux-francais-eux-aussi-victimes-de-chantage-informatique_4870885_4408996.html.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Première partie
Imaginons demain

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Fiction ou anticipation ?

En guise d'entrée en matière, pour bien comprendre où nous allons ou risquons d'aller, et parce qu'il faut parfois imaginer le pire pour qu'il ne se réalise pas, et qu'il faut prendre conscience que l'éthique et le droit doivent guider et encadrer le progrès technique, parce qu'aussi le citoyen doit s'approprier ces nouveaux outils afin de les contrôler et en d'en tirer le meilleur, nous allons nous abandonner à l'euphorie de l'anticipation par le biais de quelques scénarios qui peuvent faire penser au titre du célèbre roman *Le meilleur des mondes* d'Aldous Huxley, publié en 1932.

Sémantiquement, une anticipation est susceptible de se réaliser, ce n'est pas nécessairement le cas de la pure science-fiction. C'est dans cette différence, dont les contours sont en train de se dessiner, que se cachent nos attentes et nos craintes. La e santé, dans son acception la plus large, propose effectivement un monde meilleur si ce n'est le meilleur des mondes, potentiellement si extraordinaire que toutes les maladies et blessures seraient guéries, que les organes, jusqu'au cerveau, seraient réparés ou remplacés comme de vulgaires pièces mécaniques, et que l'on pourrait profiter de cette occasion pour améliorer l'existant, rendre l'homme non seulement immortel, mais aussi plus performant. Après tout, la technologie mise en œuvre pour atteindre ces objectifs n'exclut pas de créer un homme-machine ex nihilo, à partir de rien. Il n'est pas certain que tous ces rêves, ou ces cauchemars se réalisent, mais il est indéniable que l'on y travaille et que l'aboutissement concret de certaines perspectives ouvertes par l'intelligence artificielle est envisagé à l'horizon de quelques décennies. Il est un lieu commun que d'affirmer que le monde sera ce que nous en ferons. À condition d'en conserver le contrôle. Ce ne sont pas, du moins pas dans

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

un premier temps, les machines qui nous en priveraient, mais l'irrésistible fascination pour le progrès technologique, le transhumanisme en particulier, fascination qui, mariée à l'appât du gain exacerbé par de fabuleuses perspectives économiques déjà largement captées par les géants américains et chinois de l'internet, accoucherait d'un immense trou noir aspirant inéluctablement toute résistance à cette folie, tout humanisme jugé rétrograde et ringard. Rêve ou cauchemar ? Science-fiction ou anticipation ? Progrès ou décadence ultime de l'humanité ? Jamais la frontière entre le meilleur et le pire n'aura été aussi ténue. Elle est même franchement brouillée, une même évolution technique contenant les germes du meilleur et du pire.

Le premier des deux scénarios que nous avons imaginés (*Big brother is watching you*) peut parfaitement se réaliser à brève échéance, si nous, consommateurs, utilisateurs d'internet, patients du système de santé ne sommes pas vigilants en ce qui concerne la protection de nos données à caractère personnel, en particulier nos données de santé. Comme le consommateur de santé sera fortement incité à consentir au partage de ses données, évidemment pour son plus grand bonheur, il n'est pas acquis que ce scénario ne devienne réalité avant même que l'encre (numérique) avec laquelle il est écrit soit sèche.

Le second scénario (« Tuer l'humanité en voulant terrasser la mort ») est celui du pire. Il a pour cadre le développement incontrôlé de l'intelligence artificielle et du progrès technologique sans limites. Il ne devrait jamais se réaliser, sauf si… Car tout est là : rien ne semble désormais impossible, même le plus improbable. L'histoire, très sombre et pessimiste, a pour point de départ un fait totalement réel : le projet HBP (Human Brain Project) conduit par l'Université de Lausanne existe bel et bien. Il bénéficie réellement d'un budget européen, fédère deux cents chercheurs et était dirigé à l'origine par le professeur Henry Markram, qui n'est pas un personnage de fiction, et que certains étudiants surnommaient effectivement « Frankenstein »[2]. Son objectif est bien entendu exclusivement sanitaire, la connaissance du cerveau devant permettre à terme

2 « Frankenstein ou le Prométhée moderne » est un roman de Mary Shelley publié en 1818, dont le personnage central est un jeune savant suisse, Victor Frankenstein, ayant pour projet de créer un être vivant à partir de chairs mortes.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

de vaincre les pathologies qui l'affectent. Nous sommes au cœur de l'e santé, de la santé numérique, de la santé connectée, la connexion étant ici celle entre les neurones modélisés. Le projet américain New Frontier, évoqué dans cette lugubre histoire, est également une réalité. À travers le monde, d'autres chercheurs se consacrent au cerveau artificiel ou modélisé, notamment au Japon, et il y a fort à parier que la Chine, à la pointe des recherches en matière d'ordinateur quantique, y travaille aussi. La suite du récit relève évidemment de la fiction, sans que l'on puisse être certain qu'un jour pas forcément si lointain, la réalité ne vienne la rattraper. Par-delà le transhumanisme et la tentation de Frankenstein, le paradoxe est que la recherche médicale progresse à une vitesse vertigineuse, alors que la perspective d'une fin de l'humanité à l'horizon d'un ou deux siècles est devenue une hypothèse crédible, ne serait-ce que pour des raisons environnementales. Il n'est donc pas interdit de rêver ou de cauchemarder pour mieux se préparer à un avenir déjà présent.

Dans une vieille Europe dont le pilier juridique est la Convention européenne des droits de l'homme, il ne devrait y avoir de place ni pour *Big Brother* ni pour *Frankenstein*. Pourtant, de telles dérives ne sont pas incompatibles avec la démocratie au sens étymologique du terme, à savoir la désignation de nos dirigeants par le peuple, ni même avec les règles de droit émanant des institutions politiques. Les citoyens garderont-ils le pouvoir ? Rien n'est moins sûr… Les rapports de force, les intérêts économiques, le poids des multinationales, la fascination quasi hypnotique pour le progrès sont autant de contre-pouvoirs parfois obscurs qui peuvent conduire à une certaine perte de contrôle par le politique et le citoyen. Les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft) en sont un exemple criant, et on ne saurait nier le fait que le pouvoir réel appartient en grande partie à ceux qui possèdent les données personnelles et professionnelles, privées et publiques, et contrôlent l'intelligence artificielle. La croissance de Google, même dilué dans une nébuleuse dénommée Alphabet, mais aussi celle de Facebook ou d'Amazon, et des mastodontes chinois, dont les BATX (Baidu, Alibaba, Tencent et Xiaomi) auxquels il faut notamment ajouter Huawei, est telle que certains envisagent leur démantèlement

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

ou leur nationalisation[3], ultime solution pour sauver les libertés publiques. Vraiment ? La puissance technologique serait-elle forcément mieux employée par les pouvoirs publics que par les entreprises privées ? La question est somme toute idéologique pour une réalité tout en nuances.

Si le pire ne se réalise pas, c'est parce que nous serons vigilants et qu'il n'y aura pas de nirvana numérique sans éthique. Parce que le droit, comme l'illustre le Règlement européen sur la protection des données à caractère personnel, RGPD, en vigueur depuis le 25 mai 2018, prévoit enfin des sanctions pécuniaires à la hauteur des enjeux pour ceux qui se comporteraient comme *Big Brother*. Mais ce RGPD, initié par le Parlement européen et concrétisé par la Commission européenne, mais qui devient déjà une véritable référence dans le monde entier, qui prône avant tout la libre concurrence, comporte des failles de nature à compromettre son efficacité, comme nous le verrons dans le volet éthique et juridique de cet ouvrage. Les services juridiques des Big Brothers ne ménagent pas leur peine pour s'accommoder ou contourner le texte européen. Les entreprises dont la donnée personnelle est la principale source de profit ne voient pas d'un bon œil, c'est un euphémisme, les bâtons qui le législateur veut mettre dans les pattes de leur poule aux œufs d'or. La vigilance citoyenne ne peut reposer que sur son information, sa clairvoyance, sa prise de conscience. Mais le combat sera rude. Certains considèrent qu'il est déjà perdu, que le transhumanisme triomphant balayera les consciences et les politiques, et que l'intelligence artificielle réduira l'homme au rang de faire-valoir, d'esclave ou de zombi.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

3 https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/aug/30/nationalise-google-facebook-amazon-data-monopoly-platform-public-interest.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Scénario 1 : Big brother is watching you…

Bizarre… Il y a trois jours, je me suis connecté sur Google pour acheter des billets de concert, Beethoven en hologramme dirigeant son propre orchestre, avec Frédéric Chopin au piano. J'ai été très surpris que s'affiche sur mon écran holographique cette effrayante publicité d'une entreprise de pompes funèbres : *L'heure de rejoindre les étoiles approche… Confiez-nous votre dernier voyage !* Curieusement, j'ai même reçu avant-hier un e-mail d'une société de cryogénisation : *demain, il sera trop tard pour avoir des regrets !* Ça m'a fichu un de ces coups de blues ! Du coup, je me suis offert une séance d'ondes de Photobiomodulation pulsées sur mon intestin et mon cerveau, afin d'augmenter mes capacités psychiques et cognitives. Ça a décuplé mon potentiel énergétique et m'a remis de bonne humeur. C'est magique, ces ondes, et ça me donne des points bonus sur mon assurance maladie à chaque utilisation.

Hier matin, lors d'une téléconsultation, j'ai raconté à mon médecin cette étrange histoire de message quelque peu glauque. Grande fut ma surprise de l'entendre me prescrire une analyse prédictive approfondie. En s'appuyant sur le recoupement de mes données de santé et avec l'aide du module d'intelligence artificielle utilisant les nouveaux processeurs quantiques, il a pu détecter instantanément un cancer du foie au stade embryonnaire. J'ai eu très peur. Et quand je me suis retrouvé ce matin – et en urgence – en service de cancérologie, j'ai vraiment cru que j'étais condamné.

Mon médecin avait parfaitement conscience des dérives du *Big Data*, et curieusement, avant de parler de mon état de santé, il m'a quasiment fait un cours de savoir-vivre numérique ! Je ne lis jamais les conditions générales des sites internet et réseaux sociaux sur lesquels je me connecte ni celles jointes

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

aux multiples objets connectés que j'utilise quotidiennement. Certains indiquent sur une notice ou sur l'emballage qu'il faut aller sur internet pour permettre une collecte de données en vue d'une détection précoce des pannes, d'une amélioration du produit et du service qui s'y rattache, et surtout, d'une meilleure efficacité des objets de santé connectés comme mes chaussures de jogging, mes lentilles de contact, mes sous-vêtements, mon matelas, tous connectés. Bien sûr que j'ai été d'accord, puisque c'est dans mon intérêt, et que je veux être informé des nouveautés et promos. Mais ce que j'apprécie le plus, c'est de pouvoir donner mon accord verbalement. Avec mon aspirateur, mon lave-vaisselle, mon home cinéma et presque tous mes objets domotiques, il suffit de dire « oui j'accepte » à la première mise en service. C'est si pratique ! C'est aussi ce que m'avait demandé mon petit robot Little Brother qui ressemble beaucoup à R2D2, dans *La Guerre des Étoiles* (j'ai vu l'épisode 58 hier en 5D – formidable !). Je l'ai reçu l'an dernier, à Noël. Il me suit partout, et s'adapte automatiquement à mon mode de vie. Il connaît mes goûts, mes habitudes. Il est si génial que je me demande parfois s'il n'est pas vivant !

Eh bien, mon médecin m'a tout expliqué, et il m'a ouvert les yeux sur ma naïveté. Il m'a envoyé vers la CNIL et là j'ai compris que j'avais donné à tous, et pas seulement à Google, le droit de tout savoir sur moi, ma vie privée, mon intimité. Même *Big Brother*, le « héros » de Georges Orwell, n'en savait pas tant sur « son » peuple. Grâce au recoupement d'informations non seulement médicales ou sanitaires, mais aussi relatives à mon alimentation, mon mode de vie, la qualité de mon sommeil (et de ma vie sexuelle !), ce méga *Big Brother* tentaculaire et protéiforme à la puissance 1 000 a pu en déduire que j'avais toutes les chances de contracter d'ici peu un cancer du foie. J'ai donc reçu cette pub funeste parce que des étrangers savaient avant moi et mon médecin que je risquais un cancer.

Finalement, je ne sais si je dois maudire ou remercier ce système, puisque sans ces choquantes publicités, je ne me serais posé aucune question et n'en aurais jamais parlé à mon médecin.

Je vais décevoir le croque-mort qui a dû acheter mes données, sans que je sache vraiment à qui et comment : grâce à mon assurance, qui certes me coûte la peau des fesses (mais

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

moins qu'un foie !), j'ai pu bénéficier des derniers traitements à base de molécules intelligentes. Pas d'opération, de chimio, de rayons, mais un simple médicament qui agit exactement là où il faut et nulle part ailleurs. Un ordinateur biologique, m'a-t-on dit, programmé pour me sauver.

Je suis donc sauvé… Mais la contrepartie, c'est que je dois une fois par mois brancher deux capteurs à mon smartphone, aux fins d'envoyer les données collectées à ce qui reste de la Sécurité sociale et surtout à mon assurance privée. De toute manière, une nouvelle loi leur permettra bientôt de faire varier jour par jour la prime d'assurance en fonction du risque lié au mode de vie et à l'état de santé des assurés. Certes, je peux refuser, mais alors je n'aurai droit qu'à un service minimum. J'ai aussi décidé de faire le grand ménage dans les autorisations de collecte de mes données, mais parfois, j'ai du mal à distinguer ce qui est réellement utile de ce qui n'est que de l'espionnage de la vie privée. Et puis, que faire face à ces vilaines pratiques consistant à n'accorder qu'un service de base, un service santé pour les pauvres, à celui qui refuse de partager ses données ou qui n'a pas les moyens de payer tous les services connexes qui nous sont proposés ? À quoi bon une loi pour mettre fin à ce chantage, d'autant plus qu'au niveau mondial, le très influent président américain Marc Zuckerberg y est très hostile.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Scénario 2 : Tuer l'humanité en voulant terrasser la mort

Je suis peut-être le dernier survivant de l'espèce humaine. En tout cas, je n'ai obtenu aucune réponse à mes tentatives de connexion avec l'extérieur. Je sais que la guerre a sévi sur toute la planète, entre les hommes biologiques, le commun des ordinaires mortels, entre les machines, entre les hommes-machines, sans que l'on ne parvienne toujours à distinguer qui appartenait aux uns et qui était dans le camp des autres. Elle fut nucléaire, chimique, biologique, nanotechnologique, informatique… Elle fut totale. J'ai eu cette chance, si l'on peut dire, d'être ingénieur géothermique, et de travailler depuis 2119 à la maintenance des installations d'alimentation de l'Europe du Sud, au large de Marseille, aujourd'hui toutes détruites. Nous étions à plus de 1 800 kilomètres de profondeur, sur le chantier de forage du manteau inférieur, en direction du noyau externe de la terre, lorsque l'attaque se produisit. Du moins, c'est ce que je crois comprendre, puisqu'à ce moment précis, j'étais en SAC, en Sommeil Artificiel Contrôlé, mais en phase de réveil. Je me suis réveillé avec une migraine terrifiante, qui ne m'a pas quitté. Sans doute mon cerveau a-t-il subi quelques dégâts irréversibles, et je n'ai à ma disposition aucune prothèse neuronale, ni même le moindre concentré cellulaire bionique pour me réparer. Sans doute vais-je bientôt cesser de fonctionner, mourir comme un vulgaire humanoïde ordinaire, comme tous ces prolétaires qui n'ont jamais cessé de pulluler et de se reproduire plus vite que les rats.

Autour de moi, il n'y a que des robots hors services, des ordinateurs éteints et quelques cadavres d'ingénieurs augmentés, allongés dans leur dormeuse. Eux aussi étaient en SAC, mais

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

en phase de sommeil profond, et lorsque les ordinateurs ont cessé de fonctionner, leur sort était scellé, quelle que soit la part bionique de leur organisme. Je vais donc essayer de reconstituer ce qui a pu se passer et laisser ce témoignage gravé sur le sol avec une pierre, comme à l'âge préhistorique, comme si la boucle avait été bouclée. Peut-être ne suis-je pas le dernier survivant, après tout. Ou peut-être qu'un jour une autre espèce, qui prendrait la place de l'homme si en surface ou au fond des océans une forme de vie peut renaître, découvrira mon testament.

Je m'appelle Hal Maul. J'ai 118 ans. J'en avais 53 lorsque l'on m'a reprogrammé pour avoir l'âge de 30 ans, état stabilisé dans lequel je suis depuis mon métatransfert. Au cas improbable où d'éventuels archéologues dans un lointain futur, ou des explorateurs venant d'autres planètes découvrent ma gravure, le métatransfert consiste à remplacer les éléments biologiques du corps par leur équivalent numérique modélisé. Le métatransfert est la reconnaissance ultime de la société à ses plus illustres représentants, le cadeau suprême à la crème des élites. Sur dix-neuf milliards d'humains que comptait la Terre avant la pandémie et la guerre qui la suivit, moins de 5 % étaient augmentés, améliorés si vous préférez, par des systèmes neuronaux synthétiques ou bioniques. Et à la surface de la Terre, au sein de ses dépendances souterraines et sous-marines et sur ses bases spatiales ou lunaires, nous n'étions que quelques dizaines de milliers à être entièrement bioniques et donc virtuellement immortels. La plupart d'entre eux étaient des dirigeants politiques et des patrons de grandes entreprises. S'y ajoutaient quelques chercheurs, dont votre serviteur. Malgré leur nombre, les hommes « ordinaires » étaient une espèce sur le déclin, perdant peu à peu leur fonction économique et sociale à mesure que se développaient les Zuinis, ces robots que l'on ne pouvait à première vue distinguer des hommes. Ils étaient issus de la précédente génération d'intelligence artificielle : des machines intelligentes, certes, mais pas conscientes. Des esclaves mécaniques en somme, pour le travail, les loisirs, le sexe… Ils ne pouvaient se reproduire. Des machines ne peuvent se reproduire, même si certains fous ont probablement envisagé cette possibilité.

Les hommes ordinaires appartenant aux classes moyennes vivaient encore dans les villes, et s'équipaient en

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Zuinis. Les prolétaires, largement majoritaires, étaient pour la plupart parqués dans d'immenses réserves suburbaines et livrés à eux-mêmes.

Étant métatransféré, je suis fait de matériaux composites. Mon cerveau est constitué de composants électroniques supraconducteurs, alimentés par une pile nucléaire. Je ne suis pas une machine, que ce soit bien clair ! Enfin pas tout à fait. Je ne suis pas seulement intelligent, très intelligent. Je suis aussi sensible. J'ai une conscience. Je suis, enfin presque, comme j'étais avant mon métatransfert, mais en mieux : plus efficace, plus intelligent, sans besoin de m'alimenter (mais j'aime la bonne chère, quel plaisir !) et surtout, il n'y a pas de raison que ma vie prenne fin si mes pièces peuvent être réparées ou remplacées et que mes données cérébrales ne sont pas effacées. Mais cela était vrai avant-guerre. Inutile de vous dire que je n'ai plus accès à mes sauvegardes et qu'il n'y a plus aucune pièce de rechange sur ou sous terre ni aucun moyen d'atteindre une base spatiale, pour peu qu'il en subsiste quelque chose. Ma migraine est si insupportable qu'après ce témoignage, je mettrai fin à ce calvaire et à cette folie. De toute façon, je n'ai pas d'avenir. Normalement, nous sommes étudiés pour ne pas pouvoir nous suicider sans assistance et sans le consentement du Haut Comité Ultima, qui assiste notre président. Mais appartenant à la caste supérieure neurobionique, j'ai le privilège de pouvoir arrêter la machine moi-même, et sans souffrance. Je disais que je n'étais pas une machine. Si, finalement. Mais l'homme traditionnel, même le plus simple qui ne bénéficie d'aucun implant, n'est-il finalement pas une machine ? C'est bien parce que nous avons réussi à modéliser toutes les réactions électrochimiques qui se produisent dans le cerveau que nous avons pu créer l'homme bionique. Finalement, nous sommes Dieu, ou plutôt le diable, car pour les croyants, Dieu crée et le diable détruit. Nous avons tout détruit.

D'un point de vue symbolique, je crois qu'il est possible de dater le début de la fin : en 2004 démarra le projet Human Brain Project (HBP), sous l'égide de la très sérieuse École polytechnique fédérale de Lausanne, en Suisse. Le projet fut dirigé par le non moins sérieux professeur Henry Markram, puis financé à hauteur d'un milliard d'euros, l'ancienne monnaie de feu l'Union européenne, par ladite union, donc avec la complicité et même

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

les encouragements des politiques. Des centaines de chercheurs sur toute la planète y apportèrent leur concours, si bien qu'en 2022, les quelque 200 millions de neurones et toutes les connexions qui composent le cerveau du rat furent modélisées. Un siècle plus tard, l'humanité s'éteindra, et je ne saurais dire si les rats lui survivront.

La difficulté la plus grande à laquelle fut confrontée l'équipe de Lausanne fut la modélisation des connexions. L'opération nécessita d'innombrables calculs, notamment de probabilité, en fonction de la forme de chaque neurone et d'autres données comme la longueur des axones ou l'intensité des courants électriques, le cerveau étant avant tout une formidable usine électrochimique. Pourquoi les neurones se connectent-ils dans certains cas et pas dans d'autres ? Répondre à cette question apporte la clé de la véritable compréhension du cerveau. À cette époque, les ordinateurs étaient encore binaires, donc extrêmement lents et peu performants : à peine une cinquantaine de téraflops malgré l'utilisation simultanée de plus de 16 000 processeurs pour ce qui est de la machine IBM utilisée par l'équipe du professeur Markram.

Deux ans plus tard, le projet reçut un considérable coup d'accélérateur, avec la mise à disposition d'un ordinateur quantique spécialement programmé pour les besoins du projet HBP, d'une puissance d'un million de téraflops, rapidement remplacé par un modèle six fois plus puissant. Dès lors, l'objectif à très court terme devint la modélisation intégrale du cerveau humain avant la fin de la décennie. Officiellement, personne n'évoquait la création d'un être humain artificiel, ni même d'un cerveau doté des pleines capacités de son modèle humain. Personne ne voulait ouvertement jouer au docteur Frankenstein, même si les jeunes chercheurs présents sur le campus désignaient parfois ainsi le professeur Markram. Officiellement, il était seulement question de mieux détecter, comprendre et soigner les maladies du cerveau, en particulier les maladies neurodégénératives comme Parkinson ou Alzheimer, ainsi que les maladies mentales : de la dépression à la schizophrénie en passant par l'autisme, l'on pourrait enfin traiter en profondeur les causes du mal plus que les symptômes. Le projet HBP s'inscrivait dans la lignée des recherches sur la santé numérique, la e santé comme on disait alors, à des fins purement thérapeutiques. Certes, on

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

imaginait que de telles recherches pourraient à terme conduire à la réalisation de prothèses neuronales susceptibles de compenser au moins partiellement la perte de certaines fonctions cérébrales, par exemple à la suite d'un accident. Mais la finalité des recherches a toujours été sanitaire, en parfaite connaissance de la singularité du cerveau. Il n'est pas un organe parmi d'autres : 100 milliards de neurones reliés par 10 000 milliards de synapses, c'est autre chose qu'une rotule ou un tibia ! Même modélisée et numérisée, ce n'est pas avec une imprimante 3D que l'on construira une prothèse neuronale, fut-elle dévolue à une fonction unique. Quant à un cerveau entier, on n'y songeait même pas. Officiellement, du moins.

… En 2038, le projet américain New Frontier, concurrent du projet suisse HBP, prit une tournure inattendue : grâce à un nouvel ordinateur cent fois plus puissant que celui de l'équipe suisse, les Américains annoncèrent avoir modélisé la pensée en chargeant dans les entrailles de la machine une mémoire humaine entièrement reconstituée à partir d'un savant cocktail d'informations réelles et d'informations inventées et compilées dans la base de données d'un puissant générateur de scénarios de vie. L'ordinateur fut programmé pour être un mâle et mis en compagnie d'une vraie femme particulièrement désirante. Équipée non seulement de multiples caméras, mais aussi de tous les capteurs sensoriels équivalents aux sens humains, la machine présenta tous les signes d'un trouble affectif de nature émotionnelle et sensuelle, voire sexuelle. Elle tomba amoureuse et ressentit du désir. Son discours verbal fut celui d'un homme en situation de conquête amoureuse, de séduction, domaine dans lequel elle excellait. C'est là que le bug survint : le calculateur ne supporta plus d'être une machine, un bloc de métal et de matériaux composites, prisonnier d'un corps qui n'en est pas un, d'un corps sans corps. L'ordinateur se mit à délirer, à hurler, à pleurer, les larmes mises à part. Il était manifestement conscient et souffrait. Tout semblait indiquer qu'il vivait !

La publication de cette expérience fit l'effet d'une bombe, d'abord dans la communauté scientifique, avant de faire tache d'huile sur la terre entière. Les transhumanistes exultaient. Leurs rêves les plus fous étaient en passe de se réaliser. Aux États-Unis, l'opinion, jusqu'alors assez indifférente à leurs

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

thèses, commença à manifester son inquiétude. Partagés entre fascination et frayeur, les Américains étaient très sensibles aux promesses du progrès médical, dans un pays dont la moitié des adultes souffraient au moins d'une pathologie mentale ou psychiatrique, et dont les deux tiers des seniors étaient atteints d'une maladie neurodégénérative. Les manifestations appelant à mettre immédiatement fin au projet New Frontier et parfois à la déprogrammation du cerveau numérique, d'abord assez massives (plus de 500 000 personnes devant la Maison-Blanche) devinrent rapidement plus clairsemées, à mesure que les lobbies transhumanistes s'activaient et que des campagnes publicitaires d'une ampleur digne d'une élection présidentielle vantaient les « extraordinaires » bénéfices que New Frontier allait apporter à la santé des Américains. Mais c'est sur le terrain judiciaire que le combat continua, jusqu'à la Cour suprême. Les juges décidèrent finalement qu'aucun texte ne permettait d'assimiler une machine à un être humain et que la démonstration de sa prétendue souffrance n'était pas rapportée. Même une poupée du XX^{e} siècle pouvait rire ou pleurer, et ce n'est pas pour autant qu'on lui aurait accordé le bénéfice d'une conscience. Après quatre ans de procédure judiciaire, le projet New Frontier put reprendre son cours. En réalité, il ne s'était jamais arrêté. Personne n'arrête des chercheurs habités par une passion dévorante.

… En Europe, le rejet de telles expériences fut bien plus radical, du moins dans l'opinion publique. Le projet suisse HBP ne fut toutefois pas affecté. Le professeur Léopold Strumpfer, qui venait de succéder au professeur Henry Markram, dut déclarer publiquement que ses travaux n'auraient jamais pour objectif de créer un cerveau, au sens humain du terme. Les fonctions de la pensée, des émotions, de la conscience, avaient été isolées et exclues du développement en cours. On cesserait même d'appeler cela « cerveau artificiel », sans toutefois revenir sur la dénomination du projet, qui restait « Human Brain Project ».

En ce début 2044, le projet HBP se concentra plus que jamais sur la prévention et le traitement des affections du cerveau, principalement neurodégénératives, et accessoirement des troubles mentaux. Pourtant, les recherches suivirent parallèlement une orientation différente ou complémentaire. La fascination exercée par le cerveau et la perspective folle

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

de le modéliser sont un feu devenu impossible à éteindre. Il fallut néanmoins établir de nouveaux protocoles de coopération entre chercheurs, réviser la stratégie de communication, car trop de personnes étaient impliquées dans le projet pour que la discrétion puisse être garantie à long terme. Or rien ne serait pire que des révélations fracassantes de mensonges sur la réalité du projet HBP. C'est ainsi que se développa un projet dans le projet, consistant à programmer deux ordinateurs quantiques de façon absolument identique pour leur faire effectuer les mêmes tâches : composer une chanson et écrire un roman d'anticipation ayant pour trame l'intelligence artificielle, et plus précisément, la conception d'un cerveau artificiel !

Confier ces deux types d'exercice à une intelligence artificielle n'était pas en soi une nouveauté : déjà en 2016, l'IA était parvenue à créer un « nouveau » morceau des Beatles, par l'analyse informatique des plus grands succès du groupe mythique du XX^{e} siècle, complétée par celle de 13 000 partitions chargées dans la mémoire de l'ordinateur[4]. Si le résultat pouvait en effet faire penser à une chanson des Beatles, peut-on l'attribuer à une véritable intelligence artificielle ou faut-il y voir une synthèse d'œuvres existantes ? L'intelligence humaine n'est en fin de compte qu'un potentiel. Le cerveau est une machine puissante, mais « vide » à la naissance, puis alimentée au fil de la vie par un flux massif de données. Certes, les vieux cons étant aussi nombreux que les jeunes cons, connaissance et savoir ne sont pas à eux seuls gages d'intelligence, si tant est que la connerie – et non la bêtise – soit incompatible avec l'intelligence. Mozart ou les Beatles auraient-ils pu composer leurs œuvres sans s'appuyer sur une solide culture musicale ? De même, un écrivain doit-il d'abord avoir été un grand lecteur et jouir d'une culture littéraire, ou sa seule imagination peut-être lui suffire à exprimer son génie ? Ces questions peuvent se décliner à l'infini, pour tous types de création artistique, voire pour toute activité humaine. Ce vieux débat qui oppose l'inné à l'acquis ne fera jamais consensus, si ce n'est que la puissance d'une intelligence, qu'elle soit humaine ou artificielle, ne peut a priori s'exprimer intrinsèquement, sans un socle incontournable de données, sans mémoire. Sous cet angle, l'homme et la machine ne sont pas très éloignés.

4 Il s'agit d'une réalité et non d'une fiction : la chanson fut composée par une IA sur la base d'un algorithme créé par Sony Computer Science Laboratory.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

À l'automne 2047, les chercheurs du Human Brain Projet de l'Université de Lausanne s'attelèrent à la programmation des deux cerveaux modélisés, QB01 (pour Quantic Brain) et QB02. Ce fut un travail de titan. D'innombrables méthodes furent essayées : avec et sans solfège, avec et sans indications stylistiques, mélodiques, rythmiques… Fondamentalement, la méthode était largement fondée sur le *Deep Learning* et le *Big Data* qu'avait inaugurés IBM une trentaine d'années plus tôt : la machine analysait un nombre gigantesque de données et apprenait à y trouver ce qu'on lui demandait. La méthode s'était révélée très efficace dans de nombreux domaines, comme le diagnostic médical ou les véhicules autonomes. Pour la création musicale, du moins par une intelligence artificielle très particulière qui reproduit les connexions neuronales, le résultat fut décevant. Le travail de QB01 et QB02 rappelait les compositions habituelles que diffusaient des plateformes comme Intelligent Music, filiale du géant chinois Tencent. Il s'agissait déjà de musique composée avec l'appui de l'intelligence artificielle. La puissance des supercalculateurs quantiques n'était pas affectée à la qualité des compositions, une préoccupation très secondaire, mais à la production de masse de musique stéréotypée en fonction de l'ambiance choisie par l'utilisateur. La même évolution se produisit pour la réalisation de séries holographiques, quasiment toutes dépourvues de vrais acteurs. L'industrie avait imposé les personnages virtuels, faisant disparaître le métier d'acteur et tous les autres métiers traditionnels de l'image. Quant au cinéma, il s'était éteint, entraînant la fermeture de presque toutes les salles dans le monde. Avant-guerre, il n'en demeurait à ma connaissance qu'une seule, minuscule et délabrée, dans le Quartier latin de Paris.

L'équipe du Human Brain Project eut alors l'idée de ne charger dans la mémoire des deux cerveaux numériques quantiques que des succès populaires, des « tubes ». Plus de 500 chansons furent utilisées, des années 1950 aux succès du moment. Le résultat fut de bien meilleure facture pour les deux machines, surtout pour QB02, mais sans grande originalité. L'équipe tenta alors une ultime expérience de composition musicale avec les deux machines : les règles d'écriture musicale, en particulier le solfège, furent « enseignées » aux ordinateurs, de même que la structure de base d'une chanson : couplet, refrain, pont, reprise,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

etc. Mais à la différence des précédentes expériences, aucune partition ne fut chargée en mémoire. La composition de QB01 fut d'une navrante platitude. Par acquit de conscience et sans conviction, l'équipe fit jouer la composition de QB02, convaincue de couper le son après quelques mesures. Lorsque les premières notes se firent entendre, le professeur Léopold Strumpfer, qui dirigeait désormais le HBP, crut à une plaisanterie, et demanda à l'opérateur de diffuser le bon morceau. Quand on lui répondit qu'il s'agissait de la composition de QB02, il demanda à vérifier s'il n'y avait pas d'erreur, et quand cela lui fut confirmé, il ordonna de reprendre le morceau depuis le début. Pendant trois minutes, la dizaine de scientifiques présents dans le laboratoire se turent et écoutèrent religieusement ce qu'une intelligence artificielle, ou plus exactement un cerveau humain modélisé avait composé : un chef-d'œuvre ! Une chanson calme, lente émouvante, avec un final presque pathétique, mais jamais grandiloquent ; une œuvre triste, mélancolique, digne des plus belles compositions humaines, où le piano régnait en maître. Ils la baptisèrent Highway To Heaven. Comme aucune partition n'avait été chargée dans la mémoire de l'ordinateur, il était acquis qu'il surpassait l'homme. La création artistique pure, ex nihilo, n'est-elle pas, peut-être avec la sagesse, la forme la plus aboutie de l'intelligence ? Créer la beauté, l'émotion, ne procède pas, du moins pas seulement, de l'analyse logique et de la puissance de calcul brute.

On pourrait même conclure que QB02 était un meilleur musicien, un meilleur compositeur que QB01. Serait-il également un meilleur écrivain ? Était-il plus… intelligent que son alter ego dont il est pourtant un clone parfait ? Ce cerveau virtuel fonctionne-t-il réellement comme un cerveau humain ? Ces questions troublantes ravivaient l'excitation de l'équipe, qui fut à son comble lorsqu'après avoir chargé en mémoire toutes les données relatives à l'écriture d'un roman d'anticipation, le professeur Strumpfer s'apprêta à lancer l'exécution du programme.

… Aux États-Unis, l'équipe du projet New Frontier relançait l'expérimentation du cerveau artificiel numérique. La précédente expérience avait fait sensation dans le monde entier, puisque la machine avait donné tous les signes d'une intelligence humaine, bien au-delà des capacités de réflexion. Elle

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

s'était révélée sensible, émotive, amoureuse, excitée avant de sombrer dans une colère dépressive emprise de furie et même de folie lorsqu'elle prit conscience de son corps, ou plus exactement de son défaut de corps. Son esprit était celui d'un humain, avec une représentation corporelle qui était celle d'un homme. Mais elle n'était qu'un cerveau sans corps, ce qui en termes informatiques se résumait à un énorme bug. À expérience nouvelle, dénomination nouvelle, cette fois à forte connotation patriotique : American Post Humanoïd Project ou APHP. Elle consista à créer un corps bionique, relié au cerveau numérique par une liaison Spark-Wifi à très haut débit. Le savoir-faire de l'époque en matière de miniaturisation des composants ne permettait pas d'intégrer l'ordinateur quantique dans le volume d'une boîte crânienne humaine.

L'équipe n'eut pas à s'encombrer de l'implémentation d'organes artificiels. Une machine n'a pas besoin de poumons, de cœur, de rate, de rein, de muscles, de sang. Pourtant, l'obsession de l'équipe New Frontier était d'éviter que leur nouveau robot humanoïde, baptisé Cyber Donald, soit victime d'une nouvelle crise existentielle. De faux organes furent ainsi fabriqués et implémentés dans le cyborg : son faux cœur battait dans le vide, relié uniquement à sa batterie. Quelques fausses veines dans lesquelles coulait du faux sang affleuraient à la surface de sa peau, seul organe, avec les cellules buccales, à avoir été fabriqué biologiquement par culture de cellules de peau humaine, une technique désormais banale pour alimenter en matériaux les services de greffe de peau. Un complexe mécanisme respiratoire fut incorporé au cyborg pour lui faire croire qu'il respirait, ainsi qu'un système digestif fictif, qui à l'inverse d'un appareil digestif humain, était totalement inutile, le cyborg Cyber Donald, un robot en somme, étant alimenté par batterie haute densité, et n'avait aucun besoin de manger ou de boire. Mais il fallait lui faire croire le contraire. C'est pourquoi la bouche, en particulier la langue et le palais, fut tapissée de cellules buccales mises en culture, dotant Cyber Donald du goût. La sensation de déglutir fut confiée à des capteurs sensoriels de dernière génération, spécialement mis au point pour les besoins de l'expérience. La sensation de faim et de soif, tout comme celle du sommeil, fut intégrée au programme d'intelligence artificielle auquel le cyborg sera relié.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Le 4 juillet 2052, jour de la fête nationale américaine, John Mattews, directeur du projet APHP, enfonça le bouton *Start* sur son écran de contrôle holographique…

… À l'université de Lausanne, les deux cerveaux quantiques, QB01 et QB02, venaient de rendre leur copie : un roman d'environ 300 pages. L'objectif étant d'émuler l'intelligence humaine, il semblait improbable d'exiger des machines qu'elles aient la science infuse. Un essai rapide fut néanmoins effectué en chargeant dans la mémoire d'un ordinateur quantique l'ensemble des règles grammaticales et syntaxiques anglaises, langue utilisée pour l'expérience. Furent ajoutés le synopsis et quelques paramètres habituellement utilisés pour l'écriture de romans populaires par EAO (Écriture assistée par ordinateur) : le type (policier, fiction, espionnage, drame, amour, érotique…), la description de chaque personnage selon cinquante-sept critères prédéfinis, l'époque, le ou les lieux, et toute une série d'autres paramètres optionnels qui peuvent s'appliquer à l'ensemble de l'ouvrage ou à certaines parties seulement, comme les conditions météorologiques, les moyens de transport utilisés, les goûts des personnages (tenues vestimentaires, cuisine, musique…). Des chercheurs japonais avaient inauguré l'IA au service de l'écriture de romans en 2016[5], mais il s'agissait alors véritablement d'une assistance à l'écriture, alors qu'aujourd'hui, ce serait plutôt l'homme qui assisterait la machine en la nourrissant de critères prédéfinis. Mais force est de constater et de déplorer une dégradation continue de la qualité des ouvrages, extrêmement stéréotypés, fades, banals, qui se ressemblent et se valent. Ce phénomène se constatait dans les mêmes proportions pour toutes les créations assistées par ordinateur : la musique, que nous avons déjà évoquée, les vidéos, les séries, la photo, le dessin… tout à en quelque sorte le même « goût », un terme qui pris au sens propre peut d'ailleurs s'appliquer à l'alimentation industrielle, que la peur de la contamination bactériologique, et la toute-puissance des lobbies de l'industrie agroalimentaire, ont fini par imposer.

5 C'est également une réalité et non une fiction : onze romans ont été coécrits par des humains et une intelligence artificielle, comme l'avait rapporté le quotidien japonais Yomiuri Shimbun.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Nos deux cerveaux numériques feront-ils mieux que les machines utilisées par les éditeurs de roman faisant appel à l'EAO ? Certains d'entre eux utilisaient déjà les ordinateurs quantiques, mais comme pour la production musicale, leur motivation n'était pas l'amélioration de la qualité littéraire, mais le gain de temps et donc d'argent. Une fois la machine programmée et alimentée des critères prédéfinis, la rédaction d'un roman ne prenait que quelques minutes.

Les romans écrits par QB1 et QB2 furent décevants, malgré un temps d'écriture plus long que celui des ordinateurs quantiques utilisés par l'industrie du roman écrit en EAO : près de deux heures pour QB2 et vingt minutes de plus pour QB1. Ils avaient donc pris leur temps, et on aurait pu s'attendre à mieux. Chaque roman fut lu et évalué sur-le-champ par un jury de cinq lecteurs chevronnés ignorant comment il avait été écrit. Quatre des cinq membres du jury reconnurent l'usage de l'EAO pour le roman écrit tant par QB1 que par QB2, tout en admettant qu'il s'agissait du haut du panier en matière d'EAO. Mais les romans essuyèrent les critiques habituelles décernées à ce type de création artificielle, la première étant que l'usage du procédé se reconnaît en quelques pages, comme si l'EAO était en quelque sorte un auteur unique, avec son style spécifique.

Pour le dernier essai, la programmation des deux cerveaux modélisés fut entièrement repensée. On allait essayer la méthode du *Big Data,* qui avait précisément échoué lors des essais de composition musicale : environ mille romans célèbres, écrits au cours des deux derniers siècles, furent chargés en mémoire. Vu le thème du livre « commandé » à QB01 et QB02 l'anticipation et la science-fiction se taillèrent la part du lion, comme on disait encore, alors que le dernier lion avait disparu de la surface de la Terre deux ans au préalable. L'équipe définit ensuite une liste restreinte de mots et d'expressions clés devant guider les deux machines dans leur rédaction. Parmi eux, on relèvera « cerveau artificiel » « cerveau modélisé » « cerveau numérique », « intelligence artificielle », « homme augmenté », ainsi que des articles scientifiques consacrés aux recherches dans ces domaines. Après quelques hésitations, le professeur Strumpfer décida de programmer les ordinateurs pour qu'ils puissent accéder à l'ensemble des ressources d'internet. Ainsi, ils étaient à égalité avec l'homme, ce qui n'aurait pas été le cas

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

si la totalité du savoir humain, ou même si une encyclopédie comme Wikipédia, avait directement été chargée en mémoire. Les cerveaux quantiques décideront eux-mêmes de l'opportunité de se documenter s'ils en éprouvaient le besoin, comme le ferait un véritable écrivain.

… En ce jour du 4 juillet 2052, la fête nationale battait son plein aux États-Unis. Dans le laboratoire du projet APHP, tout était fin prêt pour donner vie à Cyber Donald, le premier être humain entièrement artificiel dont la boîte crânienne ne contenait qu'un dispositif Spark-Wifi pour le relier à un cerveau numérique externe. Le chef du projet, John Mattews, avait ressenti le besoin de prier avant de démarrer l'exécution du programme. Après une période d'initialisation du système, qui dura près de dix minutes, Cyber Donald s'anima, et salua l'assistance. Il s'installa autour d'une table, comme on l'y invita. Le parcours de vie de Cyber Donald devrait être celui d'un chercheur en intelligence artificielle, membre de l'équipe du professeur Mattews. On lui demanda donc comment s'était déroulée sa journée, et ce qu'il pensait des résultats des derniers matchs de base-ball, car notre Donald était aussi un grand fan de ce sport. Les réponses furent fluides, précises et cohérentes. Néanmoins, sa gestuelle trahissait une sorte d'anomalie. Quelque chose ne collait pas. On ne pouvait à première vue imaginer qu'il ne s'agissait que d'un cyborg, mais après quelques minutes, les gestes de Cyber Donald devenaient de plus en plus désordonnés, puis carrément erratiques. Son comportement changeait, d'abord imperceptiblement, mais brutalement. *Qui suis-je ? Qu'est-ce que je fais là ?!* John Mattews lui répondit comme si un de ces collaborateurs lui avait posé une question aussi absurde : *Mais tu as bu ou quoi ? Parlons plutôt du projet APHP. As-tu pu travailler sur…* Cyber Donald se jeta sur le professeur Mattews en hurlant *assassin, tu es un assassin, tu m'as tué, tué, tué !* Un scientifique se précipita vers le pupitre de commande du cerveau externe de Cyber Donald, mais celui-ci lui barra le passage et le jeta à terre. *Ne touchez à rien, où je vous tue tous !* Il se précipita vers la porte, quitta le laboratoire en hurlant, ce qui permit enfin à un opérateur d'arrêter son cerveau. Mais Cyber Donald continua à se mouvoir. Il sortit en courant de l'immeuble et courut, courut, courut… S'il n'a pas été anéanti par la guerre, peut-être court-il toujours.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

… À Lausanne, dans les laboratoires du Human Brain Project, comme au sein du jury de lecture, l'heure était à la découverte des nouveaux romans écrits par QB01 et QB02, dont la programmation hybride fit tant appel au *Deep Learning* qu'au processus de réflexion humain. QB01 avait écrit un livre bien plus intéressant que les productions EAO habituelles, au point que personne ne considéra qu'il portait la marque de l'EAO. L'histoire était toutefois un peu décousue, et l'on retrouvait çà et là des références littéraires ou des faits d'actualité relatifs à l'intelligence artificielle que le cerveau quantique avait tirés de sa base de données ou d'internet. Comme pour la musique, QB02 s'était montré bien plus doué, si doué qu'après avoir composé un chef-d'œuvre musical, il venait d'écrire un chef-d'œuvre littéraire ! Personne ne comprenait sa supériorité sur l'autre machine (on ne savait plus comment dénommer ces deux cerveaux quantiques), ce qui conduisit l'équipe à organiser quelques parties d'échecs et de go entre les deux machines, en se basant sur les programmes grand public qui étaient tous capables de battre les plus grands champions. QB01 battit QB02 à plat de couture, dans toutes les parties qui les ont opposées. Les chercheurs étaient sous le choc : les deux machines – mais oui, c'était en fin de compte des machines – se comportaient exactement comme des humains. L'une n'était pas plus intelligente que l'autre, mais alors que QB01 était douée par la logique, le calcul, l'analyse, la stratégie, QB02 excellait dans la création artistique, l'invention, l'imagination…

Le trouble ressenti par les créateurs de QB01 et QB02 n'avait sans doute rien de comparable au véritable choc que je ressens aujourd'hui, en me souvenant de cette histoire, au crépuscule de l'humanité dont je grave patiemment le récit du fond ma caverne. Car à quelques nuances près, que l'on peut finalement qualifier de détails, QB2 avait raconté mon histoire et celle de l'humanité, de sa décadence, de sa fin, à la suite d'une guerre dont le déroulement et les protagonistes étaient presque exactement ceux du conflit qui nous a anéantis. Certes, pour QB2, l'épilogue se déroule dans l'espace, après que toute vie ait disparu sur terre. Mais la trame de l'ouvrage, sa substance, sa chronologie étaient proches de la VRAIE HISTOIRE. Comment cette machine avait-elle pu imaginer la pandémie qui précéda la guerre ? Comment a-t-elle pu « savoir » ? Comment expliquer

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

qu'elle ait décrit aussi minutieusement ce qui devint l'événement de l'hiver 2081, près de trente ans après les projets HBP et APHP/Cyber Donald ?

Durant ces trente ans, les travaux européens et américains, mais aussi chinois, indiens, brésiliens, israéliens, qataris et nigériens avaient permis de vaincre les maladies neurodégénératives et de nombreuses autres maladies comme le cancer ou les maladies génétiques.

Le 7 février 2081, la Grande Corée, réunifiée en 2027, présenta à la télévision son premier cyborg évolué, sans indiquer préalablement que Kang Ji-rin, la ravissante chercheuse décrivant la formidable machine était en réalité… ladite machine elle-même, un incroyable cyborg à la beauté farouche, d'un naturel que lui envieraient bien des mannequins reliftés. La révélation fut faite à la fin du journal télévisé, qui fut suivi d'un débat sur l'intelligence artificielle, animé par la ravissante Kang. A priori, les autres intervenants étaient humains, mais personne ne put en être certain. Kang Ji-rin, le robot ou le cyborg Kang Ji-rin, mena le débat mieux que ne l'aurait fait un journaliste, et répondit avec brio aux questions techniques et même éthiques qui lui étaient posées. Sauf supercherie et manipulation de l'opinion, ce dont les dirigeants de ce pays s'étaient fait une spécialité, cela laissait supposer que les Coréens avaient réussi à miniaturiser un clone informatique d'un cerveau humain. Selon les explications du cyborg Kang Ji-rin « en personne », son cerveau était bien implanté dans sa boîte crânienne en titane et non relié par une liaison haut débit à son corps. Cela dit, elle expliquait qu'il était techniquement possible qu'un seul cerveau numérique externe puisse diriger de nombreux cyborgs à distance.

Âgé de 97 ans et en paraissant au moins soixante, le président Kim Jong-un dirigeait la Corée du Nord depuis 2011, puis la Grande Corée, toujours d'une main de fer, mais avec une obsession d'en faire un leader économique planétaire. En secret, jusqu'aux révélations du Mossad, les chercheurs personnels du grand dirigeant à vie travaillaient d'arrache-pied sur deux programmes parallèles poursuivant la même finalité : garantir la vie éternelle au grand leader vénéré et s'assurer d'un contrôle absolu de ses sujets, qu'il fallait priver de toute autonomie de décision. Le premier programme fit largement appel au clonage et à la fabrication d'organes de substitution par mise en culture

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

de cellules souches. Un clone parfait de Kim Jong-un fut créé et aussitôt assassiné de ses propres mains par l'original. Le leader paranoïaque refusa de poursuivre le programme au bénéfice de sa propre personne, mais décida la fabrication d'un million de clones décérébrés pour les besoins de son armée, au prétexte que le puissant voisin chinois, première puissante économique et militaire du monde, envisagerait d'envahir l'île afin de s'en approprier les richesses.

Le second programme de recherche s'inscrivait dans la droite ligne des projets américains et européens consacrés à la modélisation informatique du cerveau et à la réalisation de prothèses cérébrales miniaturisées, d'abord au seul profit du vénéré président à vie. La désormais quatrième puissance économique du monde n'avait pas à s'embarrasser de questions éthiques. Les grandes entreprises, soutenues et contrôlées par l'État, étaient à l'abri des offensives juridico-médiatiques des mouvements anti-transhumanistes, si puissants en Europe et assez bien maîtrisés en Amérique du Nord. Le cyborg coréen était intelligent, très intelligent, a priori conscient, sensible, mais toujours obéissant et de bonne humeur, sauf en cas de contrariété suscitée par un autre cyborg et dans la mesure où un humain (en réalité certains humains désignés par les autorités), ne s'en trouvait pas affecté. Sur écran, même holographique, rien ne permettait de distinguer l'être humain du cyborg, tant physiquement que mentalement, si ce n'est une sorte de perfection surnaturelle. Ces hommes-machines (et plus encore ces femmes-machines, fabriquées en grand nombre pour le plaisir des mâles coréens) n'étaient pas destinés à l'exportation, du moins pas tant qu'ils étaient sans réels concurrents, mais nous découvririons qu'ils n'étaient pas exempts de bugs : le toucher de la peau, par exemple, était trop uniforme et lisse. Sa texture et sa surface ne réagissaient que marginalement aux variations de température. Il fallait quasiment placer le robot dans un congélateur pour qu'il ait la chair de poule, une fonction pourtant simple et, semble-t-il, négligée par les chercheurs coréens. Les bugs les plus sérieux affectaient l'obéissance des cyborgs : certains se révoltaient contre leur propriétaire, allant parfois jusqu'à le massacrer avec une minutie barbare et sadique dont on pensait que seul l'homme pouvait en être capable. D'autres refusèrent simplement d'obtempérer ou devinrent irascibles,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

agressifs, irrationnels, voire complètement fous. Nul ne put et ne peut à ce jour connaître l'ampleur du phénomène, toute divulgation ou indiscrétion étant sur-le-champ sanctionnée de souffrances à vie par la pose d'une puce cérébrale DTZ 8010 à laquelle le plus chevronné et le plus courageux des criminels préféraient la mort. Sauf que cette puce désactivait toute velléité suicidaire, ne réservant à sa victime qu'une vie de souffrance continue, exposée en direct et en continu sur internet et les chaînes d'holovision, sans parler des énormes et effrayantes projections holographiques publiques pour servir d'exemples.

L'homme était parvenu à vaincre les maladies, puis la mort, conquête dont ne bénéficiait qu'une poignée de privilégiés, du moins croyaient-ils qu'il s'agissait d'un privilège. Le premier cas de ce qu'on appela bientôt la fièvre Kati-Thanda, du nom d'un lac de l'Australie méridionale dont on pensa que le virus était issu, fut officiellement déclaré à Oodnadatta, un petit hameau aride situé à moins de 300 kilomètres au nord-ouest du lac, le 17 août 2117. Le patient, Norman Carpenter, présentait des symptômes qui firent d'abord penser à une forte grippe, ou à une Covid résultant d'une nième mutation du coronavirus SARS-CoV-2, à l'origine de la pandémie qui avait coûté la vie à près d'un milliard de personnes au siècle dernier. Il entra en cabine de téléconsultation et fut examiné à distance par un médecin virtuel de Melbourne qui lui prescrit… du paracétamol. Mais la fièvre ne tomba pas, bien au contraire. D'autres symptômes s'y ajoutèrent, comme une grande fatigue, des douleurs musculaires, la perte de l'odorat et du goût. Norman Carpenter prit à nouveau contact avec l'unité médicale de Melbourne, qui lui refusa toute hospitalisation, car il n'avait ni assurance ni moyen de régler les frais médicaux. Sa fille Emma décida alors de financer un transfert en aéronef vers un hôpital d'Adélaïde, ou son père attendit néanmoins deux heures au service des urgences avant d'être pris en charge par un médecin, probablement un Zuini, qui l'occulta en cinq minutes et accepta de l'hospitaliser pour de plus amples examens, grâce à un paiement cash et par avance des frais par Emma Carpenter.

48 heures plus tard, l'état de Norman Carpenter s'était considérablement dégradé, mais l'ordinateur de l'équipe de soins fut incapable d'établir un diagnostic précis. Il se contenta de fournir une liste d'affections possibles avec en tête, le virus

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Ebola, apparu en 1976 et qui avait notamment sévi en Afrique de l'Ouest un siècle plus tôt, vers 2015, puis en 2022. De nombreux symptômes affectant le patient correspondaient effectivement à ceux de cette pathologie : fièvre pouvant dépasser 40° et résistant à l'aspirine et au paracétamol, état léthargique, douleurs musculaires, vomissements, éruptions cutanées et surtout, diarrhée sanglante évoluant vers des hémorragies internes et externes. Il fut alors transféré en chambre stérile, totalement coupé du monde extérieur, mais il était évidemment trop tard, pour lui, comme pour tous ceux qui avaient été en contact avec lui, ce que l'on ignorait encore à ce moment.

Aucun des traitements permettant de venir à bout du virus Ebola, ni d'ailleurs aucune autre médication ne permit de le sauver. Il décéda moins d'une semaine après l'apparition des premiers symptômes. Les autorités sanitaires australiennes conclurent que le virus Ebola ne pouvait être la cause du décès, que celle-ci était indéterminée, mais qu'il pouvait s'agir d'un empoisonnement, quand bien même aucune substance suspecte n'avait été trouvée dans l'organisme du défunt. À vrai dire, aucune substance n'y avait été recherchée, car la victime était un pauvre alcoolique déjà atteint de plusieurs pathologies chroniques, sans assurance maladie, et dont la fille certes généreuse était arrivée au bout de l'aide matérielle qu'elle pouvait prodiguer à son père, a fortiori après qu'il fut passé de vie à trépas. Il va sans dire que Norman Carpenter ne bénéficiait d'aucun implant bionique connecté et qu'il eut fallu procéder à une autopsie « à l'ancienne » pour déceler la véritable cause de sa mort : un coronavirus nouveau, terrifiant, lointain cousin du SARS-CoV-2. Un virus qui mutait en permanence, dégénérant ainsi en une sorte de cancer fulgurant et hautement contagieux, contre lequel il n'existait aucun remède ni vaccin. Il allait bientôt décimer les deux tiers de l'humanité et être le fait déclencheur de la Grande Guerre qui acheva le tiers restant.

Alors que Norman Carpenter agonisait dans son lit d'hôpital, les premiers symptômes apparurent chez plusieurs habitants du petit bourg d'Oodnadatta, puis chez tous les individus qui avaient été en contact avec Norman Carpenter, tant durant son transfert vers Adélaïde qu'à l'occasion de son séjour à l'hôpital. 48 heures plus tard, un vent de panique s'abattit sur toute l'Australie, malgré la vaine tentative des autorités de dissimuler les

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

craintes de pandémie, puis celle d'en minimiser la portée. Une semaine plus tard, la plupart des habitants d'Oodnadatta étaient décédés, souvent dans d'atroces souffrances et sans aucune prise en charge sanitaire. Ceux qui furent traités en environnement stérile ne reçurent que de la métamorphine pour soulager leur agonie. Malgré les précautions d'isolement, plusieurs membres de l'équipe de soins furent contaminés, augmentant le sentiment de panique et d'impuissance. Le 16 octobre, les autorités australiennes firent un signalement à l'OMS, l'Organisation mondiale de la santé. Le même jour, plusieurs cas de fièvre Kati-Thanda – le terme fut employé pour la première fois – furent signalés hors d'Australie, pourtant mise sous quarantaine. En moins d'un mois, pas une zone du globe n'était épargnée et les morts se comptaient par centaines de millions. Le couvre-feu et l'état d'urgence furent décrétés partout. Les malades agonisaient dans la rue, les pilleurs s'entre-tuaient, étant abattus au moindre signe pouvant laisser supposer une contamination. On pouvait se prendre une balle dans la tête pour avoir toussé ou éternué, ou avoir un bouton sur la figure. La virulence du virus et la rapidité du développement de la pandémie s'expliquèrent par la diversité des modes de transmission, faisant naître le soupçon d'une attaque bactériologique terroriste ou extra-terrestre : disséminé par le vent, le virus de la fièvre Kati-Thanda se transmettait par voie respiratoire, par contact cutané, par contamination des aliments. Les portes d'entrée dans le corps humain (les rares animaux biologiques encore présents sur terre n'étaient pas touchés) étaient innombrables si bien que le virus était inarrêtable sans confinement total et absolu.

Seuls quelques hommes augmentés ou équipés d'organes entièrement synthétiques étaient épargnés. Ils appartenaient à la catégorie des Advanced Bionic Humanoids (ABH). Leur corps était artificiel, à l'exception de leur cerveau, qui n'était en général qu'amélioré par une ou plusieurs prothèses cérébrales. Certains ABH étaient malades et mouraient comme les autres humains, d'autres non. Les chances de survie étaient néanmoins plus élevées que chez les hommes ordinaires, dont le taux de contamination en cas de contact avec le virus avoisinait 99 %. Dans les pays riches, la mise en quarantaine des réserves d'hommes ordinaires permit de sauver près de la moitié de la population. Au total, les deux tiers de la population mondiale furent

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

décimés en six mois, avant que l'intensité de la pandémie ne commençât à baisser. La catégorie Ultimate Bionic Humanoids (UBH), à laquelle j'appartiens, celle des métatransférés, entièrement artificiels, sans aucun matériau biologique, fut totalement épargnée par le virus, tout comme le fut celle des cyborgs humanoïdes, les Zuinis qui n'étaient pas programmés pour être autonomes, mais pour exécuter les missions auxquelles on les assignait. Aucune histoire, aucun parcours de vie n'était chargé dans leur mémoire. Malgré quelques incidents que l'on tint secrets, du moins à l'égard des masses humanoïdes de bases, le petit et pauvre peuple fait de vieilles chairs et de vieux os, ces robots n'étaient pas censés être doués de pensée ni éprouver des sentiments. Les principales inquiétudes les concernant portaient sur la réalité de leur absence de conscience, mais aussi sur leur capacité d'apprentissage et des conséquences qui pouvaient en découler. Comme tous les robots, leur principe de fonctionnement était l'auto-apprentissage associé à la programmation. Or depuis le déclenchement de l'épidémie, personne ne se chargeait de les reprogrammer, de purger, si nécessaire, leur mémoire ou de sauvegarder son contenu. Les robots assistaient au chaos indescriptible généré par la pandémie, échappant en grand nombre au contrôle de leurs maîtres.

Dans les réserves humanoïdes, le mysticisme atteignant un niveau que l'humanité n'avait jamais connu, donnant naissance à deux clans principaux qui entrèrent en conflit : les déistes considéraient la fièvre Kati-Thanda comme une punition divine pour les fautes des transhumanistes. Face à eux, nombreux étaient ceux qui pensaient que l'attaque bactériologique était d'origine extra-terrestre. Il fallait ajouter à ce clan les conspirationnistes, convaincus que la fièvre Kati-Thanda était une invention des Bionics Humanoïds pour justifier leur mise sous quarantaine en prélude à leur extermination.

Le 8 juin 2119 à 0 heure débuta la révolte des Zuinis. Il ne s'agissait pas cette fois d'actes isolés, mais d'une rébellion massive et nécessairement concertée, préparée, organisée, dans le but de s'approprier le pouvoir.

Le lendemain, le président coréen Kim Jong-un déclara que la Chine était à l'origine de cette révolte et décida d'une attaque massive de son voisin géant par nuée de nano-insectes, qui se répandaient partout et pénétraient les corps humains

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

comme les robots par tous orifices et ouvertures, pour les détruire ou les neutraliser en quelques secondes. Au même moment, plusieurs centaines de milliers de clones humanoïdes dont le cerveau était un ordinateur central qui les pilotait à distance, épaulés par un bataillon de vingt mille Zuinis tenus à l'écart de la révolte de leurs pairs, franchirent la frontière nord de la Grande Corée et pénétrèrent en Chine. Les combats furent d'une rare intensité, et les populations de Dandong et du district de Zhenxing furent exterminées. Mais ce ne fut qu'une amorce d'une explosion généralisée : partout dans le monde, la guerre s'étendit et s'intensifia à la vitesse de l'éclair. Dans les réserves humanoïdes prolétaires sévissait une guerre civile primitive et sanglante.

Le 11 juin, la Grande Corée fut rayée de la surface de la planète par une attaque nucléaire massive venant de Chine. Le soir même, la guerre fut mondiale. Hommes ordinaires, hommes clonés, hommes augmentés, robots tueurs ordinaires et Zuinis évolués, Advanced et ultimate Bionic Humanoids… tous avaient sombré dans une frénésie destructrice sans limites et désormais sans contrôle. Toutes les armes qui avaient été imaginées et construites sur terre et dans l'espace furent utilisées simultanément.

Voilà où nous en sommes. Voilà où j'en suis, au fond ma grotte, comme l'homme des cavernes qui lui avait la vie devant soi, ou du moins incarnait sans le savoir l'aube de l'humanité et non son crépuscule. Je vais donc mourir à la fin de ce récit et avec moi l'humanité s'éteindra vraisemblablement, car même si une poignée d'entre nous avait échappé à l'anéantissement, la vie en surface est exclue pour des siècles et la résurgence, la renaissance d'une humanité semble bien définitivement et irrémédiablement compromise et même impossible.

Mais finalement, nous serions arrivés au même résultat sans ces apprentis sorciers en quête d'immortalité et de pouvoir absolu. Les transhumanistes sont les premiers responsables, certes, mais la fascination pour l'intelligence artificielle appliquée à la e santé, comme on disait alors, l'obsession de guérir toutes les maladies, y compris celles affectant le système nerveux, ne pouvait que nous entraîner dans cet abîme de la folie. Au milieu du XXIe siècle, la technologie des organes artificiels entièrement synthétiques était arrivée à maturité. Pour se

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

démarquer de la concurrence asiatique, la société HardBeetle, propriété d'Amazon, proposa même de choisir la couleur et la forme de ses organes artificiels, dont notamment une superbe peau qui pouvait osciller de l'opaque au translucide, dévoilant des organes au design épuré et équipés de subtils jeux de lumière. Hormis le cerveau et la moelle épinière, des imprimantes 3D, puis 4D permettaient de fabriquer n'importe quel organe en quelques heures, et même en quelques minutes pour les modèles industriels. Le sang artificiel allait lui aussi couler dans les veines, biologiques ou synthétiques, jusqu'à devenir un accessoire de mode. Le rose fluo avait toutes les faveurs avant le déclenchement de la guerre. Hormis les humanoïdes prolétaires, enfermés dans leurs réserves, on vivait de plus en plus vieux et mourait fou ou sénile, jusqu'au jour où la régénérescence cellulaire et les prothèses neuronales ont laissé entrevoir l'éternité. À force de réparer, remplacer, améliorer, on ne pouvait qu'arriver à ce résultat, sans même chercher à se prendre pour Dieu. C'était dans l'ordre des choses, celui du progrès scientifique et médical, celui aussi de l'informatique dont la puissance commençait à donner le vertige dès que furent mis en service les premiers ordinateurs quantiques. L'humanité n'a jamais pris conscience du danger existentiel de cette ivresse technologique. Elle avait en outre oublié qu'elle ne la mettait pas à l'abri d'un nouveau virus. Elle aurait pu se remettre de la pire des épidémies. Pas de la course au transhumanisme et à l'immortalité qui a rendu l'homme superfétatoire. Il était devenu le maillon faible de la création. Dans la logique darwinienne, la sélection naturelle ne pouvait que conduire à son élimination. En voulant vaincre la mort, nous avons tué l'humanité.

Nous sommes le 11 septembre 2120 et il est 22 h 10. Je me débranche et vous salue. L'humanité vous salue.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

2e partie
Aujourd'hui

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

La santé connectée en pratique

La santé connectée ne peut être réservée aux seuls malades. Quel bien-portant ne souhaite pas le rester ? Aussi, « rester connecté » permet de surveiller en continu certains paramètres essentiels, afin de détecter en amont, ou du moins dès les premiers signes, une dégradation ou un terrain pouvant dégénérer en pathologie. L'âge aidant, ces paramètres se dégradent irrémédiablement, de sorte que le marché de la santé, et en l'occurrence celui de la santé connectée, est presque sans limites, d'autant plus que la transmission instantanée des données est aussi une réponse, certes partielle, au problème des déserts médicaux, en France et plus encore dans des contrées immenses ou enclavées où les médecins, a fortiori les spécialistes, se font rares.

Après nos échappées que nous espérons fantasmagoriques, nous allons en quelque sorte revenir sur terre, et examiner ce qui est déjà disponible, non seulement en matière de santé connectée, mais plus généralement de santé numérique, de e santé, et accessoirement en nous projetant au plus sur quelques années. La technologie est bien entendu omniprésente dans ce type d'analyse, mais ce monde connecté a également des effets sur la relation même entre le patient ou le bien-portant qui souhaite le rester, et l'ensemble des acteurs du système sanitaire, à commencer par le médecin. La santé connectée n'est pas sans effet sur l'ensemble de la chaîne de soins, sur l'organisation de la prise en charge sanitaire, jusqu'à la délivrance des médicaments. Ici comme ailleurs, internet devient incontournable : après avoir modifié en profondeur l'organisation de la distribution des médicaments aux officines, et donc les relations entre les laboratoires, les grossistes-distributeurs et les pharmaciens, ce sont ces derniers qui aujourd'hui

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

s'interrogent sur leur futur. La santé connectée est somme toute la déclinaison la moins spectaculaire de la révolution technologique promise et déjà amorcée de la e santé. Le spécialiste qui appelle le généraliste, le prothésiste qui appelle le dentiste, le pharmacien qui appelle le médecin, n'est-ce pas déjà de la santé connectée, aussi vieille que le téléphone ? Sauf qu'aujourd'hui cette communication peut prendre d'autres formes, être automatisée et surtout, impliquer directement le patient qui transmettra, éventuellement en flux continu, ses informations médicales aux professionnels de santé, éventuellement filtrées et analysées par des algorithmes pour que ne soit transmis que ce qui mérite de l'être. Lesdits algorithmes n'ont rien de révolutionnaire ; nous sommes encore loin des élucubrations suscitées par l'intelligence artificielle. Le bracelet ou la montre du jogger peut détecter et transmettre une variation anormale du rythme cardiaque. Pas de quoi impressionner un gourou du transhumanisme !

Parlons gros sous !

Le marché de la santé connectée aiguise les appétits des plus grandes multinationales, en particulier celles des GAFAMM américains et des BATX chinois. Le cabinet d'étude Grand View Research Inc avait évalué ce marché à 300 milliards de dollars d'ici 2022, dans une étude publiée en 2015, avant de réévaluer son estimation l'année suivante à plus de 400 milliards[6], principalement du fait du vieillissement de la population et à la prévalence des maladies chroniques. La télémédecine est le principal vecteur de ce développement, d'autant plus qu'elle est, certes encore trop timidement, encouragée par les pouvoirs publics qui y voient un moyen de réduire les dépenses de santé. La pandémie de Covid-19, si elle peut temporairement freiner quelques initiatives, est un révélateur de l'intérêt d'accélérer l'essor de la télémédecine.

Mais il ne s'agit là que de la partie immergée de l'iceberg, faite de matériels, de logiciels, d'installations, de données médicales utilisées à des fins sanitaires. Que valent nos données de santé pour tous les acteurs économiques qui peuvent en tirer profit ? Le mobilier, les vêtements, l'automobile, l'alimentation…

6 https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/e-health-market.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

il serait plus simple d'énumérer les secteurs qui ne peuvent tirer bénéfice de la connaissance de notre état physique ou psychologique, pathologique ou non, pour nous proposer un service ou un produit adapté. La première vertu de la e santé réside dans l'individualisation de la prise en charge, ce qui revient à offrir une médecine sur mesure. Le bien-être relevant de la santé selon la définition donnée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui va jusqu'à y intégrer le bien-être social, ces précieuses données s'avèrent être un filon inépuisable de la naissance à la mort de l'individu. La donnée de santé est la reine des données personnelles, donnée que le Règlement général européen sur la protection des données à caractère personnel (RGPD) considère comme étant « sensible », avec comme conséquence que son traitement est interdit, sauf pour une série d'exceptions que nous analysons dans cet ouvrage, parmi lesquelles figure le consentement éclairé de l'usager.

Schématiquement, et hors valeur intrinsèque de la donnée de santé, le marché des 400 milliards de dollars se présente sous deux axes majeurs. Dans le jargon économique d'usage, on résume les relations commerciales à deux entités : les professionnels (B comme Business) et les consommateurs (C). Cela n'empêche pas les relations entre professionnels (B To B ou B2B) et entre consommateurs (C To C ou C2C), cette dernière se développant d'ailleurs dans le cadre des réseaux sociaux, des réseaux d'échange, voire de l'économie dite « ubérisée », quoique cette dernière soit rapidement rattrapée par le B, voire le très gros B, à l'image de la société Uber.

S'agissant de la santé connectée, le segment originaire de ce marché est le B To B, qui se restreignait longtemps aux hôpitaux et cliniques, aux grands laboratoires et aux infrastructures lourdes. L'informatique y est utilisée pour gérer les établissements, les lits, les services, les stocks de médicaments, les plateaux techniques… S'y sont ajoutés les différents dossiers du patient : le dossier administratif d'abord, puis le dossier médical, le dossier social, le tout prenant progressivement la forme numérique avec à la clé de grandes questions juridiques et éthiques d'accès aux données, a fortiori lorsque l'on souhaite imposer le « Dossier patient unique » (DPI) ou généraliser le Dossier médical partagé (DMP). Plus récemment, ce segment du marché B To B s'est élargi aux services sanitaires à domicile, ce

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

qui s'inscrit également dans la tendance à réduire progressivement la durée de présence en établissement, qu'il s'agisse de l'hôpital ou de la maison de retraite médicalisée, l'EHPAD. Les transactions, toujours entre organisations publiques ou privées, portent sur du matériel, des logiciels, des services qui les accompagnent ou de la maintenance.

Le second segment du marché de la santé connectée est le B To C : le professionnel vend son bien ou son service au consommateur final, comme une baguette de pain ou un kilo de pommes. D'après une enquête de Research2guidence, environ 247 000 applications de santé connectées pour smartphone étaient déjà disponibles en 2016 dans le monde. L'année suivante, le même cabinet en dénombrait 78 000 de plus, pour un total de 325 000.

La Haute Autorité de Santé (HAS) semble plus critique et sélective, considérant sans doute que nombre de ces applications n'ont de santé que l'appellation. Elle n'en dénombrait qu'environ 50 000 en 2016. L'offre n'est pas seulement pléthorique, elle est également très fluctuante : des « applis » Android et iPhone apparaissent et disparaissent chaque jour. Plus que d'un segment, il s'agit d'un marché à part entière, parfois désigné sous le vocable de « m santé » (m comme mobile).

De nombreuses applications sont destinées à la surveillance (consentie !) de votre activité : nombre de pas faits ou de marches d'escalier montées par jour, semaine ou mois, distance parcourue ou durée des déplacements à pied ou à vélo, vitesse moyenne, vitesse de pointe, calories brûlées… Des objectifs vous sont assignés et des recommandations vous sont prodiguées pour les atteindre. Parfois, vous avez droit à un véritable coach numérique qui vous accompagne et encadre dans vos activités de Fitness ou de remise en forme : programmes sur mesure, objectifs modulables, conseils ou cours en vidéo…

D'autres applications qui surveillent votre sommeil ou votre rythme cardiaque sont associées à des objets connectés, comme des bracelets ou des montres. S'y ajoute une série d'applications plus spécialisées, dédiées ici à la surveillance des pollens, là à la qualité de l'air, au suivi de la grossesse, à la gestion de l'alimentation… Nous en décrivons quelques-unes plus loin dans cet ouvrage. Pour la santé comme pour le reste, on dit parfois qu'il y a une application pour tout ! Et ce n'est qu'un début…

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

L'offre n'est pas cantonnée aux smartphones. Des sites internet dédiés à l'amélioration de la santé ont vu le jour. Certains proposent de centraliser les données de santé générées par les objets connectés, au-delà du smartphone, puisque peuvent même être concernés les analyses médicales ou le suivi des patients par des professionnels ou des établissements de santé. Du diabète à l'hypertension en passant par les troubles circulatoires, rien ne leur échappe. Il s'agit, en quelque sorte, de déclinaisons privées et commerciales du carnet de santé numérique que les pouvoirs publics veulent généraliser sous la forme d'un Dossier médical partagé, le DMP, dont on devrait beaucoup entendre parler ces prochaines années, dossier dont le patient conserverait la maîtrise, du moins dans un premier temps. Mais les sites et applications privés ratissent bien plus large, avec au surplus un côté branché et high-tech bien plus séduisant et attrayant que le DMP imaginé par les acteurs publics : application smartphone, collecte des données de santé au sens le plus large du terme, de l'hygiène de vie aux traitements médicaux, le tout après consentement de l'utilisateur, sans lequel il ne pourrait bénéficier de ces services.

Il y a tant d'applications disponibles que l'utilisateur peine à s'y retrouver. Comment choisir ? Comment être certain de l'efficacité d'une application voire du sérieux des garanties qu'elle dit apporter en termes de respect de la confidentialité ? C'est là qu'interviennent d'autres sites internet, voire d'autres applications. Des plateformes comme Medappcare évaluent et labellisent les applications, et offrent des services de conseil et de formation. Fitinapps en est le pendant pour le bien-être et le fitness. Proxima Mobile se définit comme le portail public des services aux citoyens sur terminaux mobiles. La liste des plateformes et sites web dédiés à la santé connectée s'allonge et se diversifie. Des groupements de médecins ou d'hôpitaux, des compagnies d'assurance, des sites spécialisés, chacun y va de son analyse, de ses appréciations, ses recommandations. Faudra-t-il bientôt recourir à des sites qui jugent les sites qui jugent les applications, à l'image des comparateurs de comparateurs ?

Une question demeure : pourquoi la plupart des applications smartphone de santé connectée sont-elles gratuites ? Rien n'est jamais gratuit dans le monde des affaires, là où règne notre « B » (business) que nous analysons ici dans sa relation avec le

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

« C » (consommateur). Google, Facebook, Instagram, Twitter et consorts sont aussi gratuits et pourtant richissimes.

Les applications gratuites pour smartphone sont souvent polluées par des messages publicitaires. Sans publicité, elles sont limitées en fonctionnalités. On est alors souvent incité à acquérir la version payante. Les applications gratuites, a fortiori lorsqu'aucune alternative payante n'est proposée, laissent espérer à son éditeur des retombées publicitaires, mais c'est surtout avec ses données personnelles que l'utilisateur paye le service. Certes, avec l'évolution de la législation, en particulier le fameux RGPD, il doit (en principe et en général) y consentir, mais il n'a souvent pas le choix, le service ne pouvant être rendu sans traitement de ses données. Tant que celles-ci sont utilisées par les seuls acteurs participant directement à la réalisation de l'objectif affiché de santé ou de remise en forme, le *deal* paraît équitable. Mais si les données étaient transmises à des tiers, à d'autres fins, sans le consentement éclairé de l'utilisateur préalablement informé, la démarche constituerait une grave infraction au RGPD passible d'une amende dont le fautif pourrait ne pas se remettre, voire d'une peine d'emprisonnement pour la personne responsable. Facebook avait discrètement transféré à Cambridge Analytica les données de 87 millions d'utilisateurs. Sans doute était-il préférable pour l'entreprise et son dirigeant que cela se soit produit avant le 25 mai 2018, date d'entrée en vigueur du RGPD ! Le segment B To C du marché de la santé connectée pourrait évoluer vers une offre de services dont la gratuité serait conditionnée par l'autorisation explicite de transfert des données à des partenaires du fournisseur de services. Celui-ci se comporterait alors comme un collecteur de données qu'il revendrait à tous types de clients. Chacun d'eux devrait être identifié par l'utilisateur dont le consentement pourrait être donné et retiré à tout instant.

Le B To B To C (ou B2B2C) peut être considéré comme le troisième segment du marché de la santé connectée. En général, ce schéma correspond à la vente par une entreprise de biens ou de services à une autre entreprise qui les commercialise à l'attention du grand public, même si souvent, le premier B vend aussi directement au consommateur. Appliqué à la santé connectée, il s'agit pour l'essentiel des activités de télémédecine. Le premier B est alors le financeur (les mutuelles ou les

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

grands industriels), le second B désigne le professionnel de santé, le C étant le patient.

La santé connectée ne concerne pas seulement le matériel traditionnel et les logiciels. Déjà en 2012, une société américaine avait développé un médicament équipé d'une micropuce électronique comestible permettant de surveiller à distance la réaction du patient au médicament, et le respect de la posologie. Là aussi, la question est de savoir si les informations ne sont transmises qu'au seul médecin, et si le patient peut s'opposer à ce qu'elle le soit à d'autres partenaires. Ceux-ci peuvent entrer en lien direct avec sa prise en charge (assurance maladie, mutuelles…) ou être des entreprises commerciales tiers. À ce jour, on peut espérer que le patient pourra contrôler le transfert de telles données à la seconde catégorie (les entreprises ne participant pas à la prise en charge sanitaire). Ce sera plus difficile pour la première. La question est particulièrement délicate lorsque les données sont collectées par un médicament traitant certaines pathologies que le patient a toutes les raisons de vouloir garder secrètes, comme les troubles psychiatriques.

Lorsque l'on aborde la e santé sous l'angle économique et financier, l'Europe fait toujours office de parent pauvre, à la traîne des Américains et maintenant des Asiatiques. Le monde merveilleux des « apps » pour smartphone est celui des géants Google et Apple. Les terminaux mobiles, tous fabriqués en Chine, sont majoritairement conçus par des entreprises asiatiques comme le coréen Samsung, le chinois Huawei ou par l'américain Apple, encore. L'Europe est globalement exclue du secteur informatique, malgré quelques start-up performantes, notamment en France, mais la puissance financière lui fait cruellement défaut. Sans volonté politique forte assortie de subventions publiques, cette situation ne pourra que perdurer. Toutefois, l'Europe et tout particulièrement la France, qui dispose d'un réseau de santé parmi les plus denses au monde, a une carte qualitative à jouer, carte qui pourrait s'avérer décisive à moyen terme, si l'organisation sanitaire parvient à se libérer de la chape bureaucratique mise en évidence par la crise de la Covid-19. La santé connectée dopée à l'intelligence artificielle restera largement à l'âge de la prime enfance si elle persiste à s'appuyer principalement sur une logique d'applications créées pour le grand public. Le consommateur ne peut être à lui seul

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

l'alpha et l'oméga de la e santé, sans quoi celle-ci s'exposerait au risque de gadgétisation des outils et de marginalisation des médecins. La santé connectée de demain doit rester sous le contrôle des professionnels de santé, car telle est la meilleure option pour garantir l'efficacité des soins en perpétuant autant que faire se peut la maîtrise des dépenses de santé par la puissance publique.

Une offre française et même européenne peut trouver sa place sur ce marché si elle répond aux besoins des acteurs de santé. Certes, ceux-ci ne peuvent empêcher les patients de s'équiper spontanément en objets et applications connectés, mais il serait préférable que ces outils soient choisis en coopération avec les médecins, du moins s'ils parviennent à conserver leur indépendance. La e santé doit s'inscrire dans le parcours de santé de chaque citoyen, ce qui inclut la prévention, tout en lui garantissant la confidentialité et le bon usage de ses données personnelles. Le médecin traitant est, en France, le régulateur naturel de ce processus, comme l'illustre son rôle clé dans la mise en place par les pouvoirs publics du Dossier médical partagé, auquel nous consacrons un titre à la dernière partie de cet ouvrage. Au stade préventif comme curatif, la e santé et les objets connectés qui la servent peuvent contribuer à alimenter ce dossier, au seul bénéfice de la prise en charge du patient.

Docteur, je suis prêt à vous recevoir

Traditionnellement, le patient prend rendez-vous avec son médecin, qui l'ausculte et lui prescrit un traitement, éventuellement après examens complémentaires. Dans cette dernière hypothèse, le patient est orienté vers un laboratoire d'analyses médicales, le plus souvent pour un simple prélèvement de sang, ou vers tout autre partenaire sanitaire susceptible d'apporter le complément d'information dont le médecin a besoin, comme un centre d'imagerie médicale. Les résultats d'analyse sont généralement transmis directement par le laboratoire au médecin ayant prescrit l'examen, ce qui constitue déjà un embryon de santé connectée.

Le développement de la e santé va bouleverser les relations entre le médecin et le patient bien au-delà des aspects de santé connectée. Avec l'irruption de l'intelligente artificielle, le

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

médecin lui-même sera de plus en plus tenté de s'en remettre à plus fiable que lui, sauf s'il estime douteuses ou peu crédibles une évaluation faite par l'intelligence artificielle dans un cas précis. L'erreur n'est pas seulement humaine. La machine aussi peut se tromper, soit pour cause de dysfonctionnement, soit en raison de ce que les informaticiens appellent communément un bug. Mais souvent, l'erreur de la machine, qui n'a pas d'état d'âme, est le résultat d'une mauvaise programmation ou d'un volume insuffisant de données qui lui est confié, compromettant la pertinence de l'analyse, par exemple en matière de diagnostic ou de prescription médicale.

Alors que l'intelligence artificielle est encore balbutiante, internet a déjà commencé à redéfinir les modalités et la nature de la relation entre le médecin et son patient. Ce dernier se documente souvent sur les symptômes qui l'affectent, la nature de son problème sanitaire et les remèdes qui peuvent lui être appliqués. Autrefois, il lui fallait se rendre dans une bibliothèque ou acquérir des ouvrages vulgarisés. Aujourd'hui, grâce à internet, véritable matrice de la santé connectée, le patient arrive chez son médecin, parfois mieux informé que lui sur sa pathologie, ou du moins en pensant l'être. La consultation a alors déjà débuté en amont. À ce stade, l'unique objet connecté est la machine permettant d'accéder à internet : l'ordinateur, mais plus souvent encore la tablette et surtout le smartphone. Le patient navigue sur des sites médicaux de plus en plus nombreux, où l'information est complétée par des échanges d'expériences. Parfois, l'internaute attribue une note au médecin, comme il jugerait de la qualité d'un hôtel ou d'un restaurant. C'est un effet collatéral de « l'ubérisation de la société », du nom de cette célèbre compagnie de VTC (voiture de transport avec chauffeur) où les clients notent les chauffeurs et les chauffeurs notent les clients ! Le phénomène ne peut que s'amplifier avec le développement des sites de prises de rendez-vous en ligne. Le télésecrétariat médical, autre déclinaison de la santé connectée, fait chaque jour de nouveaux émules parmi les patients comme les praticiens, ces derniers y voyant un moyen de réduire le coût des frais de secrétariat et d'attirer de nouveaux clients/patients. Le médecin fait ainsi le choix d'adhérer à un ou plusieurs de ces services, ce qui à terme pourrait devenir incontournable pour toutes les professions libérales.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

La santé connectée, ne serait-ce que par le biais d'internet, tend à faire vaciller le médecin de son piédestal, et à le reléguer au rang d'un prestataire de services parmi d'autres. Ce phénomène n'est pas propre aux professionnels de santé. Le justiciable se rend parfois chez son avocat avec l'assignation en justice déjà rédigée, oubliant que le droit est une science humaine où toute règle est sujette à interprétation, avec pour corollaire un considérable aléa judiciaire. C'est pourquoi la « justice Cerfa », celle qui consiste à remplir un formulaire pour engager un procès sans avocat lorsque son ministère n'est pas obligatoire, fait de gros dégâts et provoque de nombreuses désillusions. La médecine est en principe une « science dure », à l'inverse des « sciences molles » que sont les sciences humaines. Mais elle n'est pas pour autant une science exacte. Il existe, et existera toujours un aléa thérapeutique. L'erreur de diagnostic n'est pas rare, et en attendant que l'intelligence artificielle réduise ce risque, elle est de nature à engager la responsabilité du praticien plus qu'un impondérable survenant dans un bloc opératoire. On a vu un praticien condamné en justice par ce qu'il n'avait pas considéré qu'une forte température associée à des douleurs de la nuque pouvait laisser supposer une méningite.

Avec l'accès à l'information dont bénéficie le grand public, des professions prestigieuses, qui naguère imposaient le respect, ont perdu un peu de leur superbe et se retrouvent sur un marché désormais concurrentiel où le patient, tout comme le justiciable, est d'abord un client. Le sachant exclusif n'est plus le professionnel, le médecin en l'occurrence. Il partage la connaissance avec le patient, même si celui-ci confond parfois compétence et connaissance. Il ne suffit en effet pas de lire tous les articles et toutes les analyses qu'internet propose gratuitement sur un sujet pour s'ériger en médecin spécialiste. Mais on ne peut nier qu'il est devenu banal que le patient se rende chez son médecin avec une idée assez précise de ce qu'il en attend, notamment en termes de prescription médicale, allant parfois et même jusqu'à vouloir lui dicter l'ordonnance ! Si on ajoute à l'information brute disponible sur internet les données de santé collectées par le patient grâce aux outils et applications connectés, c'est même avec une partie du bilan de santé, voire un commencement de diagnostic qu'il se présente à la consultation médicale.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Cette approche nouvelle renforce le sentiment du patient que ses données de santé lui appartiennent et qu'il les met à disposition de qui il l'entend, et à sa guise. On remarquera que le Dossier médical partagé, le DMP, en voie de généralisation, appartient également au patient, et qu'il peut dans une large mesure décider des informations qui pourront effectivement être partagées, ce qui a pour inconvénient d'en réduire potentiellement la portée et l'efficacité.

Il est également de plus en plus fréquent que le patient demande conseil à son médecin avant de s'équiper d'une application ou d'un objet de santé connectée. Le médecin a lui-même intérêt à se tenir informé, à épouser l'évolution de la e santé, sans quoi il serait rapidement mis sur la touche. Pour cette raison, la formation initiale et continue des professionnels de santé à la e santé, et plus spécifiquement à la santé connectée, est indispensable. Elle se complète par une autoformation du praticien, eu égard à l'évolution exponentielle des techniques. Lorsque la 5G aura remplacé la 4G, le volume de données qui circuleront par le biais d'applications connectées augmentera significativement, donnant naissance à de nouvelles applications de plus en plus sophistiquées et performantes. Aucun secteur n'évoluant plus vite que l'informatique, le praticien doit s'obliger à se documenter pour être en mesure de répondre aux attentes de son patient/client, s'il tient à le conserver.

Les produits de santé connectée désacralisent le temps de la consultation, comme les chaînes d'information continue ont relativisé l'importance des grand-messes qu'étaient les journaux télévisés de 20 h et dans une moindre mesure de 13 h. Médecins et patients restent ainsi en relations après la consultation. En cas d'évolution importante, le médecin peut être alerté automatiquement, sans intervention du patient. La prise en charge s'individualise, l'accompagnement se personnalise, la prise en charge s'inscrit dans la continuité, grâce à la permanence des échanges de données. Des alliances se nouent entre le monde universitaire, des sociétés spécialisées dans les objets connectés et les géants de l'internet, dans le but affiché de permettre au médecin d'accéder directement aux données de santé des patients, via un bracelet connecté ou d'autres objets susceptibles de collecter des informations spécifiques à la pathologie traitée.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

De nombreuses pathologies ne sont détectées que tardivement parce qu'aucun indice ne conduit le médecin à les rechercher et à prescrire des examens complémentaires à cet effet. *Si je ne suis pas malade, je n'ai aucune raison d'aller chez le médecin !* Qui n'a pas déjà entendu cette phrase dans la bouche d'un proche, d'un ami, d'un collègue ? Il ne faut dès lors pas s'étonner que l'hypertension artérielle affecte un adulte sur trois, souvent sans qu'il le sache, la moitié d'entre eux n'étant pas contrôlée, selon une étude de l'OMS publiée en 2013. Il advient également que la tension prise par le médecin soit normale, mais que la mesure ne traduise pas la réalité sur la durée. Pour l'heure, un simple bracelet connecté ne peut remplacer un véritable tensiomètre, que l'on peut du reste se procurer en pharmacie. Mais il donne déjà de précieuses indications sur le rythme cardiaque en fonction de l'activité physique. Le médecin traitant ne va pas étudier quotidiennement le rythme cardiaque de chacun de ses patients sans bonne raison. Par contre, il peut être automatiquement alerté en cas de mesures manifestement alarmistes, ou justifiant une consultation et des examens approfondis. Ce raisonnement a vocation à s'appliquer à d'autres pathologies, notamment chroniques, comme le diabète. Suivre en continu l'évolution du taux de glycémie est devenu banal, mais des kits d'auto-diagnostic sont désormais commercialisés pour suivre d'autres indicateurs, comme le cholestérol ou les triglycérides. Le fait que le médecin ait connaissance de ces indicateurs est également important dans le contexte de la prévention, en l'occurrence celle des accidents cardio-vasculaires. Pris à temps, un problème peut parfois être traité sans médicament, en recommandant au patient de modifier certaines habitudes, comme l'abus d'aliments gras ou sucrés, l'abus d'alcool, la sédentarité…

Pour le médecin, le suivi continu de ses patients par la grâce des outils connectés a une contrepartie : sa responsabilité est susceptible d'être mise en œuvre en cas d'inaction face à un indicateur alarmiste. La santé connectée ne connaît pas d'horaires, instaurant en quelque sorte une astreinte permanente à laquelle seraient soumis les praticiens. Là aussi, l'évolution des technologies et des pratiques devra s'accompagner d'une adaptation du droit.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Connecté par ci, connecté par là, si pas connecté, tu ne passeras pas

Comme nous l'avons vu, la m santé ou santé mobile repose largement sur les smartphones et propose moult applications qui relèvent plus du fitness et de l'hygiène de vie que de la médecine. Leur importance est essentielle dans une optique préventive, mais on aurait tort de les cantonner à ce rôle. C'est pourquoi se sont développés les capteurs, d'abord sous forme de montres et de bracelets connectés à son smartphone qui lui-même transmet les données à un prestataire externe ou à des professionnels de santé en vue les analyser (même si l'application s'en est déjà chargée, du moins partiellement) et de proposer une réponse thérapeutique.

La diversification et la professionnalisation des capteurs sont un gage de développement de la santé connectée, bien au-delà des montres et bracelets généralistes commercialisés en grandes surfaces ou par des enseignes du secteur du multimédia ou celui de la téléphonie. Dans les pages qui suivent, nous vous présenterons quelques objets de santé connectée, sachant qu'il s'en crée constamment de nouveaux et que les genres ont tendance à se mélanger entre santé, bien-être et parfois domotique. D'ailleurs, la maison entièrement connectée du futur, dans laquelle tous les objets seraient pilotés à distance (voire par la pensée !), ou programmés à l'avance pourrait nuire à la bonne santé de ses occupants, en favorisant la sédentarité et une forme d'assistance permanente qui confinerait à l'assistanat comportemental. Aujourd'hui déjà, nombreux sont les conducteurs qui se croient perdus dans le désert et pris de panique si leur GPS les lâche. Demain, saurais-je encore quelle quantité d'eau je devrais boire dans une journée pour éviter la déshydratation si mon verre connecté ne me le dit pas, ou combien de temps dois-je me brosser les dents si ma brosse à dents ne sonne pas pour me l'indiquer ? Pardon ? Ça existe déjà ? Au temps pour moi ! Attention : mon smartphone vient de dire que je dois prendre une douche, grâce à mes sous-vêtements connectés qui savent que… Vous m'aurez compris. Comme c'est bizarre. Cela fait trois semaines qu'il ne m'a rien dit à ce sujet. Un bug sans doute ! J'aurais dû me fier à mon escorte de mouches. Pas connectées, mais sacrément malignes !

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Internet des objets, technologies de l'information et de la communication (TIC), interconnexion de tout ce qui peut être relié à un réseau, les « Smart Cities », les villes intelligentes, doivent pouvoir exploiter cette mine d'informations au bénéficie des citoyens qui jouiraient ainsi de services publics d'une efficacité nouvelle. La santé connectée est une pièce du gigantesque puzzle qu'est une ville intelligente, ou du moins telle qu'elle le sera, les exemples aboutis étant encore rares. Hong Kong et Singapour ont été pionnières, avant que la Corée du Sud et les Émirats arabes unis se lancent dans l'aventure. Mais pour l'essentiel, la Smart City est un concept plus qu'une réalité.

En Europe et aux États-Unis, des expériences sont menées pour réguler la collecte des ordures à l'aide de capteurs équipant les poubelles et conteneurs (Los Angeles, Namur), superviser la qualité de l'eau (Lyon) ou celle de l'air (Paris), mais il en faudra davantage pour mériter l'appellation Smart City, dans lesquelles d'immenses quantités de données provenant des autorités publiques, des infrastructures, mais aussi des habitants, circulent, se croisent et sont analysées en continu. Le résultat escompté est l'adaptation des services aux besoins de la population. Par exemple, l'intensité des éclairages est ajustée en fonction de la luminosité, celle du chauffage en fonction de la température externe, les feux de circulation en fonction de l'intensité du trafic, etc. Certains aspects de la Smart City sont déjà réalité, comme l'application qui indique les places de stationnement disponibles, ou plus classiquement, le service d'aide à la conduite basée sur le GPS qui tient compte de l'état du trafic pour vous indiquer le trajet le plus court. Mais ces services sont des initiatives privées et non des services publics, ce qui fait dire aux mauvaises langues que là est la raison de leur efficacité et de leur succès.

Puisqu'une partie de cette « intelligence urbaine » résulte des données transmises par les particuliers, encore faut-il leur garantir un certain degré de confidentialité ou du moins de protection desdites données accessibles à un grand nombre d'acteurs. Au challenge technologique s'ajoutent par conséquent de nouveaux enjeux éthiques et juridiques, l'hyper connexion ne devant pas dériver vers l'hyper surveillance.

En matière de santé, la ville intelligente permettrait une bonne gestion des services de santé, notamment hospitaliers,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

en particulier celui des urgences. Par exemple, un patient serait ainsi orienté vers le service le mieux à même de répondre à sa situation à l'instant T, en tenant compte de son état, de l'encombrement des différents services, des conditions de transports…

De quoi parle-t-on, lorsque l'on évoque les objets connectés ? D'abord, à quoi sont-ils connectés ? A priori, la question est absurde. Ce n'est évidemment pas au réseau électrique que l'on songe. Serait-ce plutôt à internet, dont le web n'est qu'une déclinaison ? Oui, en général, mais ce n'est pas par internet, mais par une liaison Bluetooth que votre bracelet communique à votre application smartphone vos performances de jogger. Par contre, c'est grâce à un protocole internet que les instruments d'une cabine de téléconsultation médicale communiquent les résultats au médecin distant. Mais peu importe finalement le protocole. Ce pourrait être le réseau téléphonique, qui communique du son et de l'image. Le bon vieux fax, sans doute appelé à disparaître, est un objet connecté. Téléphone et télécopieur, inventés au 19e siècle, peuvent ainsi être considérés comme les premiers objets connectés. Certes, il s'agissait d'antiques connexions filaires. Du vieux et du ringard, pour les aficionados du WIFI et de la 5G. Vraiment ? En 1866, l'américain Mahlon Loomis, dentiste et inventeur de son état, inaugura l'ère du sans-fil avec un télégraphe longue distance. En 1893, Nikola Tesla, Autrichien d'origine serbe émigré aux États-Unis, mit au point la communication radio après avoir conçu un générateur à haute fréquence.

Avec ou sans fil, des objets peuvent être connectés entre eux sans emprunter un réseau public et donc, sans être nécessairement connectés à internet, en particulier lorsqu'ils communiquent à courte distance. Des ordinateurs en réseau local peuvent être reliés en utilisant le protocole WIFI sans être connectés à internet. La domotique, qui aboutit au concept de maison connectée, relève également du réseau local, même si contrôler à distance l'ouverture ou la fermeture des stores, ou déclencher l'allumage du four pour que le poulet soit rôti à point lorsque l'on rentre du travail nécessite une connexion à distance. Le protocole Bluetooth, que nous avons déjà mentionné, est utilisé pour la très courte distance, par exemple pour relier un smartphone à une oreillette, la technologie RFID (Radio frequency identification) sert notamment au paiement sans contact…

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Internet reste le symbole emblématique de l'interconnexion. À ses débuts, son accès se faisait par modem, dont la paternité appartient aux laboratoires Bell qui réussirent en 1958 à transmettre des données numériques par le canal du téléphone. Il fallut attendre 1983 pour que soit adopté le protocole TCP/IP créé dix ans plus tôt, tout comme le mot « internet ». D'un petit millier d'ordinateurs connectés en 1984, nous sommes plus de la moitié de la population mondiale à être désormais accro au réseau, le smartphone ayant supplanté l'ordinateur traditionnel, au point que certains imaginent sa disparition ou du moins sa marginalisation au bénéficie de l'internet des objets (idO), dans un web 3.0 où tout objet, des chaussettes à la brosse à dents, en passant par l'aspirateur, la poêle à frire, la voiture ou les murs d'un appartement ou d'une maison, seraient connectés entre eux et à internet. D'après une étude de l'école polytechnique fédérale de Zurich[7], 150 milliards d'objets devraient être ainsi connectés (entre eux et à internet) d'ici 2025, ce qui pose par ailleurs d'immenses problèmes éthiques et juridiques, un monde hyper connecté tendant à devenir un monde hyper surveillé, contrôlé, où les libertés individuelles, la vie privée et le droit à l'anonymat pourraient être gravement compromis.

Finalement (ou plutôt, pour commencer !), quel est le premier objet connecté ? Les « geeks » (les passionnés parfois fanatiques de technologie) citent souvent le Nabaztag, ce petit lapin en plastique d'une vingtaine de centimètres, relié à internet en WIFI, qui fut conçu par l'école d'ingénieurs ESME-Sudria à Ivry-sur-Seine et commercialisé en 2006. Ce lapin permettait notamment d'obtenir ludiquement en audio la météo ou les cours de la bourse, mais aussi la notification de l'arrivée d'un courriel. On peut le voir comme l'ancêtre primitif des Google Home et autres Amazon Alexa/Echo. À vrai dire, le lapin avait une maman, sous la forme d'une lampe connectée, commercialisée en 2003 pour la « modique » somme de 790 €, et qui offrait grosso modo les mêmes services que son sympathique rejeton, et signalait l'arrivée d'informations pertinentes

7 https://www.open.global/sites/open-groupe/files/node-download-file/silicon-iot-2.pdf.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

par des changements de couleur. Le summum du « hype » à cette époque pour ceux qui avait une somme rondelette à y consacrer.

Notre lapin Nabaztag – on n'en attendait pas moins d'un lapin – a fait des petits, que leurs parents ne reconnaîtraient pas. Les objets connectés sont un monde de mutants qui colonisent notre univers avec notre consentement bienveillant. De même que téléphoner est devenu une activité presque annexe des smartphones, les montres ne servent qu'accessoirement à donner l'heure, les bracelets perdent leur vocation ornementale, en attendant que les vêtements ne servent plus seulement à vêtir, les verres à boire, les lunettes à voir…

Prenons l'exemple de la « K'Watch Glucose », créée par une start-up française : nous la mentionnons parce qu'elle est l'une des premières à permettre de déterminer le taux de glycémie et d'autres marqueurs physiologiques sans imposer au patient diabétique l'épreuve du prélèvement sanguin. Sur un marché de 415 millions de diabétiques, en croissance constante, la K'Watch n'est évidemment pas sans concurrent (Dexcom, Freestyle libre), mais elle préfigure ce que sera bientôt l'analyse médicale, en particulier à distance, dans le cadre du télédiagnostic. Le biocapteur de l'objet analyse la composition chimique de la peau, un procédé qui pourrait être appliqué à d'autres facteurs. Des démarches sont entreprises pour que cette « montre » soit au moins partiellement prise en charge par l'assurance maladie et les mutuelles.

Les diabétiques porteurs de lentilles de contact pourraient prochainement se voir proposer une alternative à la montre : en février 2018, des chercheurs coréens ont annoncé avoir mis au point une lentille de contact capable, elle aussi, de mesurer le taux de glycémie en analysant les larmes du porteur.

La révolution des objets connectés pourrait d'ailleurs renvoyer au musée bracelets et montres, puisque la tendance est à l'intégration des capteurs au sein des vêtements. Le soutien-gorge connecté est un véritable objet de santé, puisqu'il sait détecter le cancer du sein, grâce à 200 capteurs sensoriels. Il suffit de le porter une à deux heures par semaine, ce qui laisse imaginer l'angoisse de la dame au moment d'enfiler son appareillage de diagnostic. On rappellera qu'une tumeur cancéreuse peut évoluer très vite, si bien qu'entre deux mammographies,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

sa croissance peut être significative et parfois fatale. L'inventeur du soutien-gorge connecté, le mexicain Julian Rios Cantu, expliqua comment sa mère dut subir l'ablation de ses deux seins à la suite d'une tumeur, qui en moins de six mois, passa de la taille d'un grain de riz à celle d'une balle de golf. Ce soutien-gorge, qui pour l'heure n'a pas vocation à remplacer la mammographie traditionnelle, est connecté en Bluetooth à une application smartphone, ce qui permet en outre un partage du diagnostic avec son médecin. D'autres modèles de soutiens-gorges connectés sont dévolus à l'activité sportive et au fitness, comme le sont la plupart des montres et bracelets connectés : rythme cardiaque et respiratoire, calories brûlées, indicateur de fatigue corporelle… L'un d'eux affirme savoir distinguer si une accélération du rythme cardiaque est à un effort physique ou à une émotion sensuelle. En somme, pour savoir si vous êtes amoureuse, interrogez votre soutien-gorge ! Signalons enfin des modèles qui analysent la respiration et la posture, et se distinguent de leurs homologues fitness par un positionnement marketing axé sur la relaxation, même si en définitive, ce sont toujours plus ou moins les mêmes données qui sont mesurées.

Des chercheurs canadiens ont conçu un t-shirt connecté mesurant continuellement la fréquence respiratoire de son porteur, laquelle est un indicateur d'une possible maladie respiratoire. Le potentiel d'un tel produit est théoriquement considérable, puisque ces pathologies sont particulièrement nombreuses dans un environnement pollué. Il faciliterait en outre le suivi de pathologies déjà déclarées, comme l'asthme ou l'apnée du sommeil. Le capteur équipant le t-shirt est fait de « fibres intelligentes », ne provoque aucune gêne pour l'utilisateur, et résiste à un grand nombre de lavages. Il est évidemment connecté via une application pour smartphone. Un autre smart-shirt (pour t-shirt intelligent), conçu par une start-up allemande, mais non commercialisé à ce jour, ajoute la surveillance de la posture à celle de la respiration et du rythme cardiaque. Xiaomi, le géant chinois de la téléphonie, commercialise depuis l'été 2020 son Mijia sport ECG T-shirt, monitorant la fréquence cardiaque en temps réel. Pour moins de 50 €, on n'a pas droit à des fibres intelligentes, mais à un capteur intégré au t-shirt, qu'il ne faut pas oublier de retirer au lavage ! Signalons encore ce pull connecté qui change de couleur en fonction de la pollution de l'air. Le

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

compteur Geiger du monoxyde de carbone pourrait être utile pour choisir un lieu d'habitation. Mon pull me dirait si je peux louer ou acheter un appartement dans ce quartier, au cas où je douterais qu'une avenue ou une route à quatre voies passant sous mes fenêtres ne serait pas la meilleure assurance d'un air pur. Mais outre son côté mode, l'initiative peut être intéressante pour sa contribution à la prise de conscience de la pollution, notamment urbaine. Son prix (environ 500 $) le réserve toutefois à une minorité aisée ou très motivée. D'autres vêtements connectés n'ont pas de vocation sanitaire, sauf à considérer comme telle la prévention des accidents. C'est ainsi que pour optimiser la sécurité des cyclistes, une « Smart Jacket » connectée a été mise au point par Ford, un constructeur automobile, mais reste à ce stade à l'état de prototype[8]. Les changements de direction sont indiqués par LED ; lever le bras déclenche une lumière orange qui s'apparente donc à un clignotant ; le feu-stop des voitures est intégré à l'arrière de la veste : le cycliste freine et il s'allume. Des informations routières peuvent être transmises au cycliste par vibrations dans les poignées ou signal audio transmis par conduction osseuse équipant le casque accompagnant la veste. Le tout est évidemment connecté à un smartphone, dont l'emplacement est aménagé dans une manche.

Ainsi, les t-shirts, maillots et chaussures connectés sont en passe d'inonder les rayons des magasins d'articles de sport, complétant ou remplaçant le bracelet et la montre connectés. Certains se targuent de stimuler les muscles, à l'image de ces électrodes placées sur la ceinture abdominale, sensées doter l'utilisateur d'abdominaux façon tablette de chocolat sans bouger de son canapé. Le « sport augmenté » est né, en attendant peut-être une nouvelle forme de dopage, le « vélo augmenté » (d'un moteur) ayant déjà été détecté lors de contrôles antidopage ! Pourtant, le prêt-à-porter connecté est à peine né qu'il est déjà en voie d'obsolescence : en amont de la fabrication de vêtements, c'est le tissu lui-même qui fait l'objet de travaux visant à optimiser sa conductibilité. Des chercheurs d'universités chinoises sont très en pointe en la matière, travaillant sur des fibres nanotechnologiques solides et flexibles. À la Tsinghua University, des vers à soie nourris aux nanotubes de carbone

8 https://youtu.be/OqytXDrP7WM.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

ou de graphène (à titre de savoureux complément alimentaire !) produisent une sorte de « soie augmentée » ouvrant la voie à la fabrication de toutes sortes de vêtements connectés et intelligents, tant à finalité sanitaire que pour le seul plaisir de leurs porteuses et porteurs ultra-branché(e)s, dans tous les sens du terme. Cette fibre pourrait devenir l'interface universelle entre les différents implants à l'intérieur du corps, et le patient ou son médecin, si toutefois lesdits implants sont conçus à cet effet. Ce serait en quelque sorte la prise USB des vêtements connectés, et il suffirait de programmer ces fibres en fonction de chaque besoin pour qu'elle conduise l'information souhaitée. Par ailleurs, ces tissus peuvent faire office de panneau solaire, ce qui peut être fort utile pour recharger son précieux smartphone toujours en mal d'énergie. Le graphène, créé en 2004, et globalement les matériaux nanotechnologiques annoncent de considérables bouleversements dont on ne perçoit que les balbutiements. Du remplacement du papier à l'écran pliable comme une feuille, en passant par la connectivité que nous venons d'évoquer, c'est une révolution des matériaux qui vient de débuter.

Au prochain chapitre, nous nous intéresserons à la télémédecine, annoncée comme un des piliers de la lutte contre les déserts médicaux. Elle aussi s'appuie grandement sur la technologie des objets connectés. À terme, le télédiagnostic pourrait être réalisé à domicile, avec des objets comme ce stéthoscope connecté, mis au point en 2017 par des étudiants de l'université de Genève : le patient est guidé dans le placement de l'appareil, lequel transmet les données à une application web qui effectue un premier diagnostic. Le cas échéant, le patient pourra prendre contact avec son médecin et lui donner accès au diagnostic. Les concepteurs soulignent que le procédé évitera au patient de consulter inutilement son médecin et d'ingurgiter des médicaments inutiles, tout en insistant sur le fait qu'il ne remplacera pas le diagnostic du praticien, ce qui peut sembler contradictoire. La fiabilité du diagnostic serait-elle sujette à caution ? Si l'objet devait être commercialisé, une erreur de diagnostic aux conséquences fatales ne serait pas une bonne publicité pour l'auto-diagnostic assisté par ordinateur et conduirait à de sévères joutes judiciaires autour de la responsabilité et de l'indemnisation du préjudice.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Le verre connecté s'inscrit dans une optique similaire, même s'il n'a, pour le moment du moins, pas mission d'établir un diagnostic médical, mais de s'assurer que son utilisateur, généralement une personne âgée, s'hydrate suffisamment. L'objet devrait faire fureur dans les EHPAD (Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes), tout comme il permettra aux proches de s'assurer que leurs grands anciens maintenus à domicile n'oublient pas de boire (de l'eau, bien entendu), tout particulièrement par temps de canicule qui devrait devenir la norme estivale, réchauffement climatique oblige. Fréquemment, lorsqu'on leur propose de boire, elles répondent qu'elles n'ont pas soif et se contentent d'une petite gorgée. Il en résulte un risque sérieux et même vital de déshydratation. Ces nouveaux verres sont non seulement connectés, mais aussi rusés : si l'utilisateur cherche à tricher, en vidant son verre dans un évier, le malin récipient le détectera et enverra à qui de droit l'alerte que ce geste de défi mérite. Inclinaison du verre, débit de vidage, l'œil du Moscou (selon une terminologie héritée de l'Union soviétique durant la guerre froide) ne nous lâche jamais, même dans l'obscurité, mais toujours pour notre plus grand bien. Mais ne soyons pas (seulement) cyniques. Entre vaisselle connectée, literie connectée et autres vêtements tout aussi connectés, notre sécurité et celles de nos seniors en seront renforcées. C'est un indéniable progrès, avec néanmoins un petit arrière-goût de Big Brother qui nous interroge sur le droit à la déconnexion. Puisque l'on en est à la vaisselle, pourquoi ne pas connecter les placards, garde-manger ou réfrigérateurs ? Et bien c'est fait, du moins pour ces derniers. L'un d'eux est d'ailleurs un objet de santé connecté et a par conséquent voix au chapitre dans cet ouvrage :

On a récemment vu arriver sur le marché de petits réfrigérateurs connectés dédiés à la conservation des médicaments. La taille et la mobilité mises à part, on ne voit a priori pas ce que ce type de produit a de si innovant et en quoi son mode connecté apporte un véritable service au patient. En réalité, le produit surveille en continu la température interne et envoie une alerte au smartphone de l'utilisateur en cas de variation anormale ou lorsque la charge de la batterie ou des piles faiblit. Dédié à une utilisation nomade, il faut s'assurer d'une autonomie minimale de 24 heures sans être rechargé et de la possibilité

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

de l'alimenter sur secteur et sur l'allume-cigare d'une voiture. L'aspect connecté ne s'arrête pas aux alertes de température ou d'énergie. Le patient est également avisé par l'application des heures de prise de ses médicaments, un rappel souvent précieux lorsque l'on est en déplacement et parfois bousculé dans ses habitudes. Même l'historique des dosages peut être suivi, ce qui n'est pas à négliger, par exemple pour de patients diabétiques traités à l'insuline.

L'irruption des objets connectés à domicile et le développement de la domotique ont aiguisé l'imagination des designers. Déjà, l'ancêtre Nabastag avait une bonne bouille. Il était sympa et l'on avait plaisir à le regarder et à la montrer. Mais qu'en est-il des objets de santé connectée ? Le stéthoscope connecté sera-t-il frappé par la grâce du design ? La réponse à cette question importe sans doute peu, car un petit objet se range et donc se cache. Mais il en existe d'autres, plus difficiles à dissimuler. C'est ainsi que l'on a vu apparaître une curieuse machine dédiée à traiter l'apnée du sommeil.

Si elle a retenu notre attention, ce n'est pas tant pour sa technologie ni, avouons-le, pour sa connectivité, mais parce qu'elle porte la griffe du célèbre designer Philippe Stark, comme s'il s'agissait d'un meuble ou d'un objet décoratif. Avant de nous pencher brièvement sur les fonctionnalités de l'objet, notons que cette caractéristique est révélatrice d'une évolution de la relation du patient à l'objet de santé connectée, dont la vocation médicale tend à se faire oublier. L'objet lui-même se veut esthétique, agréable à regarder, voire plaisant à exhiber, et non dissimulé honteusement. « Sleep Box by Stark », c'est autre chose qu'un « dispositif médical de surveillance des pathologies du sommeil » ! Cette évolution sémantique et esthétique contribue à faire accepter de tels objets, à les intégrer dans un environnement domestique et même à susciter l'envie de se les procurer. L'habillage d'objet est un classique de l'industrie : les téléviseurs modernes doivent être beaux à regarder, même éteints, les enceintes acoustiques de salon sont des meubles plaqués noyer ou laqués depuis des décennies avant de devenir eux aussi des objets high-tech qui attirent le regard. Dans son communiqué de presse présentant son produit, le fabricant décrit son produit comme le fruit de « la rencontre de la médecine, de l'industrie et du design », avant même d'expliquer qu'il s'agit d'un dispositif médical connecté.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Techniquement, il s'agit d'une « machine à ventilation par pression positive continue (PPC) », obligeant le patient à porter un masque relié à la machine par un tuyau, durant toute la nuit, ce qui tranche singulièrement avec le glamour de la griffe ! Elle contient une turbine qui propulse l'air ambiant sous pression dans les voies respiratoires, aux fins de maintenir ouvertes les voies aériennes supérieures, empêchant ainsi les pauses respiratoires et donc, l'apnée du sommeil. La machine est connectée à deux applications pour smartphone, l'une destinée au patient (fuites du masque, indice d'apnées-hypopnées…), l'autre du médecin. De quoi dormir sur ses deux oreilles, la tête posée sur un oreiller, évidemment connecté (déjà commercialisé et qui permet en outre d'écouter de la musique par conduction osseuse).

La dernière catégorie d'objets connectés que nous présentons ici, celle des sex-toys connectés, nous oblige à un petit détour sémantique, voire juridique, par les couloirs de la respectable Organisation mondiale de la santé, l'OMS, dont nous rappelons sa définition de la santé : « La santé est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité… »

Il résulte de cette définition que le plaisir peut être vu comme un des vecteurs de cet état de bien-être qui définit la santé, par exemple dans un contexte de solitude dont la misère sexuelle est une conséquence, a fortiori dans un contexte de confinement ou de couvre-feu sanitaire. Sous cet angle, les gadgets à connotation sexuelle n'ont pas seulement vocation à contribuer au bien-être, ils peuvent, grâce précisément aux nouveaux dispositifs de connexion, contribuer à la paix des ménages en permettant aux couples d'accéder à un succédané de relations sexuelles à distance, et parfois d'éviter quelques tentations aventureuses, potentiellement non protégées. Il serait sans doute exagéré de saluer l'avènement des sex-toys connectés comme la quintessence de la prévention des MST, les maladies sexuellement transmissibles, mais certains peuvent considérer qu'un « plaisir augmenté » avec son ou sa partenaire habituel(le), voire un plaisir solitaire pimenté d'un peu technologie connectée, vaut mieux que les complications des relations extraconjugales et autres tromperies, ou les risques d'une sordide relation tarifée.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Les scientifiques expliquent l'engouement pour les sex-toys par la recherche du plaisir qui caractérise le comportement sexuel des humains, là où la plupart des espèces animales n'ont qu'une sexualité axée sur la reproduction. Pour permettre aux homo sapiens d'accéder au nirvana, les concepteurs de sex-toys n'ont fixé aucune limite à leur imagination ni ce n'est peut-être celle de leurs propres fantasmes. Même des ustensiles médicaux comme la roulette de Wartenberg ou le spéculum pouvant être détournés de leur finalité originelle !

Le sex-toy connecté est donc dédié au plaisir à distance, solitaire ou en couple. Mais certains d'entre eux rappellent farouchement les bracelets connectés du jogger lui permettant de collecter des informations sur ses performances sportives, son activité cardiaque ou ses dépenses caloriques. On relèvera ainsi un sex-toy masculin évaluant précisément le nombre de calories brûlées lors de l'acte sexuel. Jusque là, rien de sensationnel puisque le « vulgaire » bracelet en fait autant, et que cet indicateur est quasiment sans intérêt, faire l'amour n'étant pas l'activité la plus indiquée, car peu consommatrice de calories, pour le mâle désireux de perdre ses poignées d'amour. Il y a donc un petit plus qu'offre ce gadget et dont le simple bracelet est dépourvu : le sex-toy en question comptabilisera les vas et viens de monsieur entre les reins de madame, comme le chantait Serge Gainsbourg, la durée de l'acte et la vélocité de l'étalon. Êtes-vous plutôt marathonien ou sprinter ? Si vous êtes les deux, cela vaudrait la peine de le faire savoir, les champions méritant d'être adulés. Qu'ils se rassurent : tout a été prévu, puisque ce sex-toy olympique permet de partager les mesures de performance sur les réseaux sociaux. Peut-être devrait-on organiser une compétition mondiale ?

Un autre instrument de plaisir, en l'espèce un vibromasseur dédié au plaisir de ces dames, n'est pas loin de se targuer de vertus pédagogiques, puisqu'il intègre une caméra permettant d'admirer sur l'écran de son choix le déroulé de l'acte solitaire assisté, jusqu'à l'orgasme filmé dans ses profondeurs. D'ailleurs, le fabricant met en exergue cette remarquable faculté de l'engin de permettre l'apprentissage de son corps dans son intégralité. Bien évidemment, rien n'empêche l'heureuse propriétaire de cette caméra fouillant les entrailles de sa sensualité de diffuser

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

ses œuvres cinématographiques sur les réseaux sociaux. La connaissance ne gagne-t-elle pas à être partagée ?

Connecté est aussi ce vibromasseur féminin interfacé avec le contenu d'ouvrages érotiques. Plus la température monte entre les lignes d'un chapitre, plus l'instrument de plaisir monte en tours entre les cuisses de la lectrice. Ce mariage entre la littérature et le vibromasseur, entre culture et plaisir, pourrait faire école, et décupler le plaisir du lecteur en d'autres circonstances. On n'ose toutefois imaginer quel objet serait placé dans le slip de monsieur pour donner vie à une scène de bagarre où le méchant recevrait un grand coup de pied dans les parties (écartons pour le moment l'éventualité d'une scène d'émasculation).

Le principal apport de la connexion aux gadgets sexuels ne réside pas dans la mesure des performances ou dans leur partage sur les réseaux sociaux. Non connecté, ou simplement interfacé avec son smartphone, le sex-toy reste voué au plaisir solitaire. Connecté, il permet une relation sexuelle à deux, mais à distance, avec le son et l'image de la webcam, certes un pis-aller, un lot de consolation, mais comme faute de grive on mange du merle, cela vaut toujours mieux que l'abstinence ou l'autocontentement. Du reste, les sex-toys connectés peuvent également égayer, sous les mêmes draps, les nuits de vieux couples blasés. Proches ou distants, ils permettent à l'un d'exciter l'autre, en prenant le contrôle de cet instrument de plaisir charnel et par conséquent, le contrôle du corps de sa ou son partenaire.

On relèvera spécialement un produit permettant de répercuter à l'autre ses propres mouvements et soubresauts : massages, caresses, baisers, hum… presque comme si on y était, grâce au touché doux du silicone (qualité « médicale »). Plus perverse (ou exaltante, c'est selon !) est la possibilité de se connecter à un site dédié à la prise de contrôle du sex-toy par un amant ou une maîtresse inconnu(e) dont on pourra évaluer la dextérité et la propension à procurer du plaisir à distance. Une version de la maison close high-tech, sécurisée et respectueuse de la dignité humaine pour certains. Un symptôme de la décadence de la société numérique pour d'autres. Chacun appréciera.

Enfin (mais nous n'avons évidemment pas fait le tour de la question, cet ouvrage n'ayant pas vocation à être une encyclopédie du sex-toy connecté), signalons un dernier gadget qui n'est pas dédié au sexe, mais aux sentiments. Une start-up

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

tchèque a pensé aux amoureux que toute séparation de plus d'une heure plonge soit dans une déprimante mélancolie, soit dans une profonde dépression, voire dans une crise de manque qui les conduirait à noyer leur chagrin dans la drogue ou l'alcool. Chaque tourtereau peut ainsi porter un anneau lui permettant de ressentir physiquement les battements du cœur de l'autre. Mais attention aux mauvaises blagues consistant à simuler un emballement cardiaque (par exemple en fixant la bague à un des vibromasseurs présentés ci-dessus) puis à couper la connexion, comme si le cœur cessait de battre.

La télémédecine : une réponse partielle aux déserts médicaux, et plus encore

Du télédiagnostic à la téléchirurgie, les techniques visant à abolir les distances entre le patient et le laboratoire, le médecin, voire le chirurgien ne cessent de se développer, la motivation n'étant pas seulement scientifique, mais également économique et politique.

Rien qu'en France, environ deux millions de personnes vivraient dans un désert médical. Mais qu'entend-on par cette désignation ? Traditionnellement, on désigne ainsi des zones géographiques où le nombre de professionnels de santé et d'établissements sanitaires ne permet pas de répondre aux besoins de la population. En 2012, sous la précédente législature et la présidence de François Hollande, les pouvoirs publics avaient initié le Pacte territoire santé pour « garantir l'accès aux soins de tous les Français sur l'ensemble du territoire national ». Ils entendaient agir sur différents leviers comme la formation des médecins et la mise en place de mesures d'incitation à leur installation dans les zones déficitaires. Le même plan annonçait la création d'infrastructures de soin. Le résultat ne fut cependant pas au rendez-vous, tant s'en faut. Les médecins partant en retraite en zone rurale peinent à trouver un successeur. Les spécialistes se font si rares qu'il faut parcourir des distances de plus en plus longues et subir des délais considérables pour être vu par un ophtalmologiste ou un dermatologue. La fermeture d'établissements hospitaliers ou de certains services, en particulier des maternités, fait débat, car si les élus locaux et la population y sont très hostiles, le manque de pratique des professionnels

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

officiant en établissements en sous-activité, a fortiori les chirurgiens, n'est pas de nature de rassurer les patients.

L'avènement d'Emmanuel Macron à la présidence de la République s'accompagna d'une volonté plus marquée, ou du moins plus affirmée, de rétablir les comptes de la Sécurité sociale, de privilégier la prévention et de rationaliser l'ensemble du système de santé, ce qui semble peu compatible avec le maintien de structures hospitalières en sous-activité. Sur le terrain, une forme de résistance s'organise, par exemple dans le cadre de structures associatives comme l'Association de citoyens contre les déserts médicaux (ACCDM). Mais le combat vise moins à éviter la fermeture d'hôpitaux que de retenir ou faire venir des médecins. Contrairement à une idée reçue, la désertification médicale ne touche pas seulement les territoires ruraux. L'Île-de-France, dont on oublie qu'elle n'est pas seulement urbaine, est particulièrement touchée, une commune sur deux n'ayant pas de médecin généraliste. L'âge moyen des médecins y est de 57 ans, ce qui laisse augurer des lendemains qui déchantent, conduisant l'Agence régionale de santé (ARS) à étendre les aides à l'installation et au maintien des médecins. Mais le challenge semble immense, les trois quarts des Franciliens vivant dans des déserts médicaux, ce qui semble incompréhensible pour un Parisien intra-muros bénéficiant d'une offre sanitaire pléthorique. Pour tenter d'endiguer le phénomène, en Île-de-France comme sur l'ensemble du territoire, les pouvoirs publics encouragent l'implantation de « Maisons de santé pluridisciplinaires » (MSP), évitant l'isolement du médecin. Jusqu'à preuve du contraire, la désertification médicale est une lame de fond que l'on n'arrêtera pas avec des mesures administratives ou des incitations fiscales. La télémédecine est une autre voie qu'il faudra développer, non pas pour éradiquer les déserts médicaux, mais pour prendre acte de leur existence, en France, comme ailleurs dans le monde, en particulier dans des zones isolées. C'est ce qui ressort également du plan santé présenté par le président de la République Emmanuel Macron le 18 septembre 2018. L'état subventionnera la création de quatre mille postes d'assistants médicaux dans les zones sous-médicalisées, en priorisant les cabinets groupés afin de décharger les médecins de tâches accessoires, comme la prise de tension ou le déshabillage des patients invalides. Ne faut-il y voir l'amorce

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

d'une évolution structurelle conduisant à terme les assistants médicaux à assister le patient en téléconsultation ? Un pis-aller, peut-être, mais sans doute également une alternative crédible et réaliste à la réticence des praticiens à s'installer dans un lieu qui ne correspond pas à leur choix de vie.

Au-delà de la lutte contre les déserts médicaux, la télémédecine permet d'améliorer la prise en charge et le suivi du patient, tout en laissant entrevoir de substantielles économies au bénéfice des finances publiques et donc, du contribuable. La loi de financement de la Sécurité sociale pour 2018 a fait entrer les actes de téléconsultation et de téléexpertise dans le droit commun du remboursement par l'assurance maladie. C'est une avancée majeure, car on ne peut raisonnablement vouloir développer les consultations sans qu'elles soient prises en charge par la Sécurité sociale au même titre que les consultations traditionnelles en cabinet. Plus généralement, le développement de la télémédecine est l'objectif du programme ETAPES (Expérimentations de télémédecine pour l'amélioration des parcours en santé). Il doit permettre de lever les freins juridiques et organisationnels qui jusqu'alors entravaient sa croissance. Pendant quatre ans, le programme ETAPES demeurera expérimental. Comme le précisa le ministère des Solidarités et de la Santé, ce délai permettra aux acteurs d'établir les modalités de leur coordination technique et thérapeutique autour du patient.

Dans son rapport au Parlement[9], le ministère décrit et explique les différentes déclinaisons de la télémédecine (téléconsultation, téléexpertise et télésurveillance) et la manière dont il envisage sa mise en place :

La téléconsultation est sollicitée par un professionnel de santé. Il peut s'agir d'une sage-femme, d'un pharmacien, d'un infirmier ou d'un autre auxiliaire de santé visé au Code de la santé publique. La consultation et le diagnostic sont effectués par le médecin auquel la demande est effectuée, et qui accède au dossier médical du patient. Pour ce dernier, le télédiagnostic offre de nombreux avantages. Il peut lui éviter de pénibles déplacements vers un médecin ou un établissement hospitalier, et préparer une éventuelle intervention en cas d'hospitalisation, ou préparer sa prise en charge par un service d'urgence. La

9 http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/dgos_telemedecine_etapes_rapport_parlement.pdf.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

téléconsultation a connu un boom spectaculaire durant la crise du Covid-19, particulièrement durant le premier confinement, du 7 mars au 11 mai 2020 et semble maintenant être installée dans le paysage.

La téléexpertise est une variante de la téléconsultation. Elle est sollicitée par un médecin qui sollicite l'avis d'un confrère spécialiste.

La télésurveillance concerne *des pathologies dont les traitements peuvent avoir des incidences sur les modalités de prise en charge à distance, et représentent donc des cas multiples aux exigences médicales particulières*. Chaque pathologie chronique fait l'objet d'un cahier des charges spécifique (l'insuffisance cardiaque, l'insuffisance respiratoire, l'insuffisance rénale, le diabète…). Par le biais d'outils connectés spécifiques, les données de santé sont recueillies et transmises au médecin, soit automatiquement, soit par intervention du patient, éventuellement avec l'aide d'une infirmière. La télésurveillance est indispensable au suivi des patients transplantés, a fortiori s'ils bénéficient d'une prothèse cardiaque.

La téléchirurgie n'est pas expressément mentionnée, mais elle devrait également se développer. Si une expérience de téléchirurgie fut effectuée 1997, la première opération à longue distance, appelée opération Lindbergh, fut réalisée sur une patiente hospitalisée à Strasbourg le 7 septembre 2001 par une équipe chirurgicale se trouvant à New York. Un robot chirurgical fut piloté à distance, grâce à une liaison haut débit en fibre optique reliant les deux hôpitaux, permettant une latence de moins de 200 millisecondes entre le geste du chirurgien et celui du robot. Cette liaison rapide a également garanti la très haute résolution des images transmises à l'équipe new-yorkaise. La téléchirurgie ne peut faire l'économie d'une structure hospitalière, le patient ne pouvant pas être opéré à son domicile ou chez un médecin. Mais il est concevable que toute plateforme chirurgicale puisse permettre d'effectuer la plupart des types d'intervention. La méthode abolit les distances entre le patient et le chirurgien, ce qui est un progrès considérable.

Notons qu'un robot chirurgien baptisé Da Vinci Xi permet d'opérer des tumeurs quasi inatteignables par les moyens classiques, qu'il soit piloté par le chirurgien dans le bloc opératoire ou à distance. À terme, les robots pourraient devenir autonomes, grâce aux progrès de l'intelligence artificielle.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Si les objets connectés sont de plus en plus nombreux et performants, ils ne séduisent pas encore toutes les couches de la population. Le bracelet et la montre connectés, pour ne citer que les plus courants, attirent principalement une clientèle sportive et urbaine, appartenant souvent aux catégories sociales favorisées. En outre, il serait exagéré de qualifier ces objets de véritables outils de diagnostic médical, leur champ d'action se cantonnant souvent aux rythmes cardiaque et respiratoire. D'autres outils connectés ont des finalités sanitaires plus spécifiques, mais on ne les trouve pas encore en grande surface comme des objets de consommation courante. Dans un futur proche, la prise de sang ne sera sans doute plus nécessaire et il suffira peut-être de poser un doigt sur l'écran de son smartphone pour que de multiples paramètres puissent être analysés et envoyés à une unité médicale en cas d'anomalie constatée et diagnostiquée par une simple application. Avec l'avènement de l'internet des objets, tout ou presque pourra être connecté sans même qu'on s'en soucie et qu'on y prenne garde. Les vêtements procéderont par conséquent à une surveillance en continu de notre état de santé et signaleront un problème aussi naturellement que la jauge de carburant d'un véhicule invite à ravitailler. En attendant cette totale individualisation du diagnostic, les stations de télémédecine connectées sont un outil de première importance, paradoxalement pour permettre l'accès à un médecin là où précisément il n'y a pas ou pas assez.

La première cabine de téléconsultation fut installée en France en 2014, à Cluny (Bourgogne), dans une résidence pour seniors. D'autres furent ensuite installées dans des pharmacies et même à la mairie de Favril, une commune de 350 habitants, au sein d'un bassin de 33 000 habitants où n'exercent qu'une dizaine de généralistes. Ces cabines souffrent de plusieurs inconvénients qui les cantonnent au rang d'équipements collectifs lourds : elles peuvent parfois être encombrantes et coûteuses (autour de 100 000 € à l'achat ou des loyers élevés de quelques milliers d'euros). Si ces cabines ont leur utilité dans certaines configurations, le développement de la téléconsultation ne peut reposer exclusivement sur elles. Plus récemment, des stations de télémédecine mobiles sont apparues sur le marché. Totalement connectée, d'un poids inférieur à 300 grammes et d'un coût d'une dizaine de milliers euros, la première station intègre

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

un tensiomètre, un thermomètre sans contact, un électrocardiogramme, un oxymètre de pouls et une caméra haute définition permettant au praticien d'examiner à distance des plaies, le fond de la gorge du patient ou une anomalie cutanée, le tout éventuellement surmonté d'un écran pour les besoins de la téléconsultation. Comme nous le verrons au chapitre consacré à l'intelligence artificielle, des clichés pris par de telles caméras pourront ultérieurement être traités par des systèmes informatiques évolués pour assister le médecin, notamment au stade du diagnostic.

Il va de soi que la télémédecine a aussi ses détracteurs, dénonçant notamment l'abandon des patients les plus faibles, incapables de se rendre jusqu'à la cabine la plus proche (d'où l'intérêt du chariot mobile que l'on peut déplacer au chevet du patient), ou criant à « l'ubérisation » de la médecine, une expression souvent galvaudée et employée abusivement par ceux que le progrès technique inquiète plus qu'il ne les rassure, ou qui adoptent une posture d'opposition quasi dogmatique. Indéniablement, le contact avec le médecin distant n'est pas toujours perçu comme particulièrement chaleureux. On peut effectivement déplorer une forme de déshumanisation de la consultation médicale et pour certains, l'absence d'examen palpatoire ou auscultatoire. Mais d'une part, la télémédecine maintient la relation avec le patient, certes distante et passant par le canal d'un écran, mais pas moins irréelle qu'une conversation téléphonique ou visiophonique. Des millions et même des milliards de personnes dans le monde sont heureuses de pouvoir s'entretenir avec leurs proches par téléphone, ou mieux, par visiophonie, ce que permet désormais n'importe quel smartphone. Elles préféreraient se voir « en vrai », mais sans ces outils, elles ne se verraient pas du tout. Il en va de même de la téléconsultation : c'est un pis-aller, un mal nécessaire peut-être, l'alternative étant d'attendre six mois pour obtenir un rendez-vous et faire 200 kilomètres pour se rendre chez son médecin. Le reproche de déshumanisation doit aussi être atténué par le fait qu'en général, le patient est assisté par une infirmière ou un infirmier ou un professionnel de santé habilité durant la consultation, assurant une fiabilité de la mesure prise et transmise. Et quand bien même ne le serait-il pas, il serait toujours guidé par le médecin distant. Pourrait-on aller jusqu'à laisser le patient seul face à la machine,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

et l'inviter à suivre des indications écrites, à l'image d'une notice de montage d'un meuble ? Ceux qui se sont essayés à ce dernier exercice savent que les choses sont souvent plus complexes dans la réalité que la notice ne l'indique ! Un mauvais télédiagnostic peut avoir des conséquences autrement plus gravissimes qu'un meuble mal monté. Une solution intermédiaire consisterait pour le patient à se passer de l'assistance d'un infirmier et de se laisser guider à l'écran par le médecin distant. Mais cette méthodologie n'est pas applicable à toutes les consultations et à tous les patients. Elle risquerait en outre d'être très chronophage. Le développement de la téléconsultation s'accompagnera inévitablement d'une adaptation des interfaces de diagnostic, qui ne seront pas seulement connectées pour transmettre les données de santé recueillies, mais aussi conçues pour aider à leur bonne utilisation par le patient. Par exemple, un stéthoscope connecté, tel que celui conçu par des étudiants de l'Université de Genève, peut détecter le juste placement de l'outil et guider le patient. À terme, les équipements de télédiagnostic pourraient fonctionner en mode totalement autonome. L'obstacle est plus culturel et psychologique que technique, à l'image de la voiture autonome : ceux qui ont toujours eu un volant entre leurs mains ont du mal à le lâcher. Pour les autres, la présence d'un volant dans une voiture relèvera bientôt de l'archaïsme.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

L'intelligence artificielle au service de la e santé

Pour qu'intelligence artificielle ne rime pas avec bêtise humaine

À quoi sert un médecin ? Quel est le but de rester en bonne santé ? Qu'attend-on des progrès de la science ? Ces questions paraissent à première vue sans grand intérêt, voire stupides, tant les réponses sont évidentes : nous voulons vivre vieux et en bonne santé, en bonne forme même. Nous voulons rester jeunes ! Manger bio, faire du sport, nous étaler des tartines de cosmétique sur le visage pour combattre les marques du temps, être beau, être jeune, le rester… C'est une aspiration légitime et même ancestrale de chacun d'entre nous.

Vivre vieux et en bonne santé, disions-nous, afin que la vieillesse ne soit pas un naufrage, comme l'avait dit le général de Gaulle à propos du maréchal Pétain. Nous ne voulons pas être des naufragés du temps que nous ne parvenons à figer. Songez qu'au XVIII^{e} siècle, qui n'est pas dans la nuit des temps, l'espérance de vie ne dépassait guère 25 ans, puis 30 ans à la fin du siècle. Certes, la très forte mortalité infantile n'y est pas étrangère, mais c'est pour beaucoup l'hygiène déplorable de la population, et l'archaïsme de la médecine et de la pharmacopée qui expliquent l'hécatombe. Le privilège du grand âge n'est toutefois pas l'apanage des civilisations modernes et des sociétés occidentales. De tout temps et partout sur la planète, il y eut des vieillards qui, leur vie durant, ont échappé aux épidémies, aux graves maladies infectieuses, à la mort violente. Après tout, dans un monde sans pollution, sans pesticide, sans stress, sans

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

angoisse du lendemain, un monde qui en définitive ne nous use ni nous empoisonne, l'espoir de vivre longtemps et en bonne santé est accordé à tous, pour peu que le sort les épargne.

Vivre vieux – ou éternellement jeune – et en parfaite santé, certes. Mais à quel prix et dans quelles limites ? Ou peut-être à tout prix et sans limite ? C'est là, au carrefour de la science et de l'éthique, de l'anthropologie et de la métaphysique, que la problématique de la e santé bascule dans un au-delà terrestre et bien réel, qui hier relevait encore de la fiction, et qui aujourd'hui, semble promis aux enfants nés en ce XXIe siècle, d'abord dans les pays riches. Mourront-ils un jour ?!

La e santé n'est certes qu'un volet, qu'une déclinaison de l'intelligence artificielle, l'IA, qui elle-même n'est qu'une branche de la e santé. Mais l'IA en est la branche la plus bouleversante, la plus fondamentale, la plus exaltante et aussi la plus inquiétante, car elle pourrait dans l'absolu déboucher sur la fin de l'humanité telle que nous la vivons depuis l'avènement d'Homo habilis, il y a 2,5 millions d'années, en permettant peut-être – la démonstration reste à faire – d'accéder au Graal absolu de l'immortalité. Le courant transhumaniste ne connaît ni Dieu ni âme. Tout n'est que matière et le corps humain, cerveau compris, n'est par conséquent qu'une machine dont les pièces peuvent être réparées, remplacées, améliorées, modifiées, reprogrammées à l'infini. Et quand bien même écarterions-nous ces raisonnements d'apprentis Frankenstein, quand bien même brûlerions-nous les transhumanistes sur l'échafaud de la morale, de la religion, de l'éthique ou du droit, les progrès de la médecine conduisent immanquablement à allonger la durée de la vie humaine, aujourd'hui encore imperceptiblement, demain par palier de décennies, et peut-être bien davantage, comme nous l'avons évoqué au début de cet ouvrage, dans un scénario d'anticipation à la fin tragique.

Le 22 juin 2017, la Cour d'appel de Paris organisa réellement, il faut le préciser, un procès fictif avec le concours d'un cabinet d'avocats et d'un éditeur juridique. L'action se déroulait en 2039 : des hackers avaient attaqué les ordinateurs du ministère de l'Intérieur en charge du contrôle des « augmentations biotechnologiques » implantées à des fonctionnaires. Dans le box des accusés, le jeune baba cool mis en cause réfutait toute accusation de bioterrorisme. Bien au contraire, il se présentait

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

comme un biorésistant, vilipendant l'horrible démarche transhumaniste consistant à fabriquer des fonctionnaires augmentés en leur implémentant dans l'œil une « e-cornée » afin de leur conférer des capacités cognitives surhumaines. L'œil de Moscou de la guerre froide, une fois encore, ou le télécran de *Big Brother*, né dans l'imaginaire du romancier Georges Orwell. Tout cela menacerait et même entraverait la liberté du citoyen, clamait notamment notre bio-baba-résistant. Mais en ce 22 juin 2039 où siégeait la cour d'appel, ce n'était pas seulement l'opération de piratage informatique qui était jugée, mais aussi les dégâts collatéraux de la démarche : une policière, qui comme tous les fonctionnaires, s'était vue imposer par sa hiérarchie cet additif biotechnologique (pas très bio, en fait !) perdit la vue, et deux autres fonctionnaires furent également lourdement affectés, l'un d'eux se plaignant de violentes hallucinations. Cité en qualité de témoin par les parties civiles (les fonctionnaires victimes), le (vrai) docteur Laurent Alexandre, passionné par les enjeux et les évolutions de l'intelligence artificielle, défendit le transhumanisme, soulignant qu'il réduisait les inégalités, en l'espèce intellectuelles, citant comme exemple Singapour, où tout le monde est neuro-augmenté, donc très intelligent. Et leur avocat d'en conclure que ces archaïques hackers refusent le progrès. À l'inverse, le conseil desdits hackers fustigea les dérives de l'intelligence artificielle, et décrivit ses clients comme des lanceurs d'alerte, défenseurs des libertés et de l'humanité que le transhumanisme mettrait en danger.

En droit, le débat tourna autour de l'application de la loi de 2036 qui prévoit des peines de deux types, d'ailleurs cumulatives : la privation numérique laissait le pénitent errer dans le terrifiant monde réel, comme un citoyen du début du XXI^{e} siècle (l'antiquité numérique, en somme) perdu dans le désert. L'horreur absolue ! Mais peut-être pas autant que la seconde peine prévue par la loi : l'incarcération virtuelle par « interface neuronale directe » qui permettait à l'administration pénitentiaire de contrôler totalement le cerveau du condamné. Une version évoluée du bracelet électronique, en quelque sorte ! Après la camisole chimique, voici la lobotomie neuronale temporaire. Le condamné est physiquement libre, mais son esprit est prisonnier. Il ne perçoit que ce qu'il lui est donné de percevoir.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Il n'y eut pas de verdict dans ce procès fictif. Le Parquet avait requis 10 ans de privation numérique et 8 à 15 ans d'incarcération numérique pour le leader des hackers. Effrayant !

L'idée que l'institution judiciaire, en l'espèce la Cour d'appel de Paris, puisse apporter son concours à cette pièce de théâtre est symptomatique de l'importance du sujet qui en fut la toile de fond. Le transhumanisme inquiète à mesure qu'il flirte avec la réalité, qu'il s'en approche ou s'en empare. Le scénario de cette fiction judiciaire situe l'action dans une vingtaine d'années. Demain, en somme !

Sur le site de l'Association française transhumaniste[10], le message a le mérite de la clarté : *Nous prônons l'usage des sciences et des techniques afin d'améliorer les caractéristiques physiques et mentales humaines*. Ou encore : *L'être humain peut « devenir plus humain » grâce à la technologie : vie plus longue, davantage d'intelligence et de créativité…* S'agissant de l'immortalité, la rengaine entonnée est *Les transhumanistes souhaitent lutter contre le vieillissement afin de vivre beaucoup plus longtemps en bonne santé. Et si mourir devenait non plus une contrainte, mais bien plutôt un choix ?*

Ainsi, l'homme augmenté serait plus humain que l'humain ! Ses yeux perceraient l'obscurité, ses os seraient indestructibles, les maladies l'épargneraient, il ne serait jamais fatigué… Il est une chose d'utiliser les progrès de la e santé pour réparer et guérir. Il en est une autre de vouloir bidouiller le corps humain, a fortiori son cerveau pour créer une sorte de mutant, façon RoboCop[11].

Big Data + Super calculateur = diagnostics précis et fulgurants

Le 11 avril 2018 devrait rester une date clé dans l'histoire de l'intelligence artificielle appliquée à la santé. Ce jour, la US Food & Drug administration (FDA), équivalent de notre ministère de la Santé, a autorisé le logiciel informatique IDx-DR à

10 https://transhumanistes.com/.

11 *RoboCop* est un film américain sorti en salles en 1987, dans lequel l'officier de police Alex Murphy est assassiné, puis ramené à la vie sous la forme d'un être hybride entre l'homme et le robot, devenant le nec plus ultra de la lutte contre le crime.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

établir un diagnostic médical de manière autonome[12], sans intervention d'un médecin, faisant passer l'IA appliquée à la santé du stade expérimental à celui de la mise en œuvre effective. L'application permet, sur la base d'une photo de la rétine, de diagnostiquer une grave pathologie oculaire, principale cause de cécité chez les seniors : la rétinopathie diabétique. L'avantage du procédé est considérable, car la photo et la transmission au serveur hébergeant le logiciel peuvent être effectuées par le médecin traitant, à terme par tout professionnel de santé, en attendant que le patient lui-même ne puisse s'en charger à l'aide de son smartphone, ce qui n'est pas prévu à ce jour. Le diagnostic de l'IA, simple, rapide et précoce, est exact dans 90 % des cas, ce qui a conduit à sa certification par la FDA. Nul doute que ce taux s'améliorera au fil des mises à jour de l'application.

Au chapitre des maladies oculaires, signalons que Google, en pointe dans de nombreux domaines de l'intelligence artificielle, en particulier en matière de e santé, a également mis au point un algorithme de détection des anomalies oculaires par analyse de scanners. Outre la rétinopathie diabétique, le glaucome et la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) pourront également être diagnostiqués par cette application. Google annonce que son intelligence artificielle, baptisée *DeepMind*, sera bientôt en mesure d'analyser d'autres types de clichés, comme les radios de la tête et du cou, notamment afin d'y détecter un éventuel cancer.

Un autre système d'IA conçu par Google, *Show and Tell*, s'est illustré en janvier 2017 sur le diagnostic dermatologique, l'exercice ayant consisté à distinguer le grain de beauté du mélanome. Avec plus de 90 % de diagnostic exact, l'IA égala les dermatologues, grâce à 130 000 images chargées dans la mémoire de la machine.

Toujours aux États-Unis, IBM s'est illustré par le programme *Watson*, fondé sur le *Deep Learning* qui est la branche dominante de l'intelligence artificielle. Imaginons un simple robot domestique, une sorte de R2D2 chargé des tâches ménagères du quotidien. Au lieu de le programmer pour lui apprendre où ranger les chaussettes qui traînent par terre, dans quel placard chercher et ranger la vaisselle sans la casser, quels

12 https://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm604357.htm.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

objets ramasser avant de passer l'aspirateur, ou quels produits d'entretien utiliser pour nettoyer la salle de bain, le *Deep Learning* revient à lui dire « Regarde-moi, écoute-moi, suis-moi partout et comprends ce que je fais ».

Appliquée au diagnostic médical, cette logique conduit à nourrir la mémoire de la machine d'un volume gigantesque de connaissances médicales et de lui demander de déterminer les relations pouvant exister entre ces différentes données, une tâche colossale, voire inenvisageable, pour l'humain. C'est dans ces relations que réside pourtant souvent la cause ou l'explication d'une pathologie. En 2016, au Japon, une patiente avait été vainement traitée pour une leucémie myéloïde chronique. L'équipe médicale fit alors appel à l'Institut de médecine de l'Université de Tokyo, équipé du programme d'IA d'IBM. Des informations génétiques de la patiente furent ainsi comparées à la base de données de *Watson*, soit 20 millions d'études cliniques oncologiques. La patiente âgée de 60 ans et sans doute ses médecins seraient décédés avant qu'ils aient analysé un pareil volume de données pour identifier, comprendre et tirer les conséquences d'innombrables mutations génétiques. *Watson* ne mit que quelques minutes pour détecter le type de leucémie, bien plus rare que celui qui avait été diagnostiqué, dont souffrait la patiente, et préconiser un autre traitement qui se révéla bien plus efficace. Le super calculateur d'IBM est capable d'analyser 40 millions de documents en moins de quinze secondes.

Watson, tout comme l'ensemble de l'intelligence artificielle appliquée au diagnostic médical, repose par conséquent largement sur le *Big Data*. On pourrait considérer que cette IA est archaïque, davantage basée sur le muscle que sur la réflexion, et que les futures générations d'ordinateurs quantiques ne feront qu'accentuer la tendance. Watson est un gros costaud qui court vite, mais il n'est finalement pas encore si futé. D'ailleurs, ses capacités de diagnostic font débat, notamment en matière de cancer[13]. La puissance de calcul n'est pas grand-chose sans le programme qui l'anime. Les algorithmes sont aussi importants que les téraflops et autres unités de mesure des colosses numériques.

13 https://www.statnews.com/2018/07/25/ibm-watson-recommended-unsafe-incorrect-treatments/.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Selon IBM, 80 % des données médicales ne seraient pas exploitées par les systèmes informatiques. Si l'on y ajoute toutes les données des bien-portants relatives à leur style de vie, leur alimentation, leur activité sportive et tout ce que l'on peut laisser comme trace en naviguant sur le web, notamment en payant par un moyen électronique ou simplement sans argent liquide, et celles collectées par nos divers objets connectés, le *Big Data* alimentant les super calculateurs peut faire progresser la recherche médicale à une vitesse qu'on osait imaginer il y a encore une dizaine d'années. Gros costaud, Watson est aussi un gros bébé. Toute l'IA est encore à ses balbutiements.

La neurologie est un autre domaine où l'alliance entre *Big Data* et super calculateurs fait progresser la recherche. Le Human Brain Project de l'Université de Lausanne et le projet américain New Frontier, qui ont servi de point de départ à la fiction contée au début de cet ouvrage, se donnent pour mission une meilleure connaissance du cerveau pour vaincre les maladies neurodégénératives et mieux traiter les maladies mentales. Les moyens mis en œuvre restent cependant modestes en comparaison de ceux dont jouissent les mastodontes américains et chinois.

En Europe, et plus spécialement en France, le développement de l'IA doit par conséquent être accompagné par les pouvoirs publics. En mars 2017, le rapport Stratégie France IA fut remis au gouvernement avec comme conclusion que « la quasi-totalité des champs de l'intelligence artificielle dispose d'applications dans le domaine de la santé. » Le 29 mars 2018, le président de la République Emmanuel Macron a annoncé un investissement de 1,5 milliard d'euros pour développer l'intelligence artificielle, avec pour objectif de positionner la France comme pays leader. Comme le *Big Data* est la nourriture de l'IA, le chef de l'État veut encourager le partage et la circulation des données. La santé est, avec les véhicules autonomes, un secteur prioritaire : un « hub des données de santé » sous la tutelle de l'Institut des données de santé (INDS) alimentera les programmes d'intelligence artificielle dans le but de renforcer significativement la médecine prédictive. Pour que le public accepte de partager ses données, les algorithmes d'IA devront intégrer les paramètres de légalité et de loyauté, et être rendus publics.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Les organes artificiels

Au cœur (artificiel) de la e santé… en 3D

Nous avons déjà évoqué les organes artificiels aux pages d'anticipation de cet ouvrage, les perspectives offertes en la matière permettant d'imaginer qu'à terme, tous les organes pourront être remplacés par leur équivalent artificiel, la copie pouvant d'ailleurs s'avérer plus performante que l'original. Nous avions également imaginé qu'une « simple » imprimante 3D pourrait se charger de leur fabrication, ce qui est d'ailleurs déjà une réalité pour un nombre croissant de prothèses.

Nos escapades romanesques nous ont conduits jusqu'au cerveau artificiel, sur le mode très particulier de la modélisation informatique des neurones et synapses. Mais nous avons vu que cette direction était véritablement prise par la recherche et n'était donc pas l'apanage des auteurs de science-fiction, avec toutefois une nuance d'importance : la modélisation numérique du cerveau doit permettre d'en percer les mystères à des fins thérapeutiques et non de jouer aux apprentis sorciers. Mais il est vrai qu'il peut être difficile de résister à quelque fascinante tentation… Les autres organes, d'une simplicité élémentaire en comparaison du cerveau, pourraient-ils à relativement brève échéance être fabriqués à la demande par une imprimante 3D ? Nous n'en sommes pas là, même si cette technologie progresse à grands pas. Indépendamment des modes de fabrication, les organes artificiels ont déjà commencé à révolutionner des pans entiers de la chirurgie. Leur nature artificielle doit s'interpréter au sens large : les matériaux employés ne sont pas nécessairement synthétiques, mais peuvent être fabriqués à partir de cellules mises en culture. Le lecteur s'interrogera peut-être sur le

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

rapport entre organes artificiels et e santé. Nous verrons que les prothèses tendent à devenir connectées, avec des conséquences considérables sur leur précision, leur fiabilité, ainsi que sur le confort du patient et le coût de sa prise en charge. Mais les implications des technologies numériques sur les organes artificiels sont bien plus vastes et globales, la puissance des calculateurs accélérant les recherches en permettant notamment l'élaboration de modèles d'une extrême précision. Le fait que les organes artificiels soient connectés, et donc sous contrôle continu du corps médical et du patient, va de soi et ne devrait bientôt plus même être mentionné. Nous sommes bien au cœur de la e santé et au croisement de multiples technologies.

Les imprimantes 3D sont désormais omniprésentes dans l'univers des organes artificiels et dans de nombreux autres domaines. Certains la voient comme l'outil ultime de fabrication de tous objets, du plus grand, comme un immeuble aux nano-objets, du plus simple, comme un vase, au plus complexe, comme un organe vascularisé. L'imprimante 3D n'est a priori pas destinée à la fabrication de masse, puisque chaque objet est réalisé individuellement, à l'unité, et non par le biais d'un moule. Par extrapolation, on imagine aisément que chaque foyer sera à terme équipé d'une imprimante 3D permettant de fabriquer tout ou partie de son mobilier, de sa vaisselle, de tous les ustensiles et objets que l'on utilise dans un foyer. Appliquée aux vêtements, elle pourrait devenir une sorte de machine à tisser, ce qu'elle est déjà d'une certaine manière dans le domaine qui nous intéresse ici, celui des organes artificiels. Même la cuisine ne lui échappe pas, puisque certains gâteaux ou confiseries peuvent déjà être confectionnés en faisant appel à ce procédé. Le steak-frites salade imprimé n'est pas pour tout de suite, sauf à reconstituer artificiellement la matière composant chacun de ces mets. Par pour tout de suite, mais peut-être pour demain, car le premier steak haché synthétique a vu le jour en 2014, basé sur la multiplication de cellules bovines. Une commercialisation pourrait même être envisagée d'ici 2025, si le consommateur est psychologiquement prêt à franchir ce pas. Une start-up américaine affirme que son vin synthétique est en passe de détrôner les grands crus. Faut-il s'attendre à trouver du Château Margaux de synthèse en brique, à 2 € le litre ? Sur le

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

plan sanitaire, on pourrait en même temps se réjouir que le vin synthétique soit exempt de pesticides et craindre qu'il soit en lui-même un poison. Si tous les aliments peuvent être reconstitués sur le principe de la modélisation et modifiés à notre guise, la version high-tech du robot de cuisine deviendrait alors une imprimante 3D associée à quelques éprouvettes. Bon appétit !

Exception faite du cauchemar gastronomique, la perspective d'imprimer à domicile la plupart des objets domestiques est très réaliste et constituerait une transformation en profondeur des modes de consommation, engendrant une nouvelle révolution industrielle : outre l'imprimante 3D, le consommateur n'acquérait que « l'encre » alimentant la machine, qui peut être du plastique, du métal, du béton, des composites, des céramiques, des matières organiques de toutes natures, biologiques ou synthétiques.

L'appellation « imprimante » peut surprendre, tant la machine ne se présente pas comme une imprimante classique déposant de l'encre sur du papier ou du tissu. Mais finalement, la méthode est assez comparable, à la différence, et elle est de taille, que l'impression est ici tridimensionnelle. Techniquement, le procédé de fabrication des objets est dit « additif » et consiste à l'empilement de couches de matériaux à partir d'un modèle numérique procédant de l'imagerie 3D.

Si la science-fiction avait intégré depuis longtemps les réplicateurs, sorte de photocopieurs de matière, il fallut attendre le début des années 2000 pour voir émerger les imprimantes 3D, que l'on considérait alors comme de sympathiques gadgets, sans prendre immédiatement conscience qu'elles amorçaient une révolution technique, médicale et industrielle. La recherche médicale ne pouvait ignorer les apports de cette technologie, d'abord dans le domaine des prothèses orthoptiques, puis dans celui des organes artificiels. Les progrès sont si rapides et si nombreux qu'il devient difficile de se projeter au-delà des années 2030. En une ou deux décennies, la science des matériaux, notamment de synthèse, peut franchir des étapes qui auraient nécessité des siècles de recherche et de calcul sans l'aide d'ordinateurs de plus en plus puissants. Il nous est encore difficile d'évaluer les apports de l'ordinateur quantique, en cours de maturation, mais une puissance de calcul de plusieurs millions

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

de fois supérieures à celles des machines actuelles est à elle seule de nature à gommer la frontière en réalité et fiction.

Si l'on parvenait à créer un cerveau artificiel entièrement numérique et miniaturisé, tel qu'imaginé à la première partie de cet ouvrage, les organes artificiels imprimés en 3D avec de la matière organique n'auraient vraisemblablement plus de raison d'exister. Les poumons apportent l'oxygène dont le corps biologique ne peut se passer, le cœur sert à alimenter le cerveau en sang purifié par le foie, l'appareil digestif permet de transformer les aliments en énergie… Tout cela n'aurait plus de sens dans un corps entièrement synthétique. Arrêtons ce retour vers le futur et penchons-nous un moment sur les formidables progrès des organes artificiels.

L'imagerie 3D bénéficie de l'augmentation de la puissance des ordinateurs indépendamment de la fabrication de modèles pour les imprimantes. Les premières expériences de radiographie et de scanner en trois dimensions ayant été très concluantes, ces outils devraient rapidement être disponibles, avec un champ d'application bien plus large que la conception de prothèses ou autres organes artificiels par impression 3D.

La folle épopée des prothèses

Au jeu de la devinette visant à déterminer l'âge de la première prothèse, les bonnes réponses seraient vraisemblablement peu nombreuses. Après la Première Guerre mondiale, peut-être, qui mutila tant de soldats, arracha et déchiqueta tant de membres ? Du tout ! L'origine de la prothèse est bien plus ancienne. Peut-être sont-ce les horribles guerres moyenâgeuses, comme la célèbre guerre de Cent Ans entre les royaumes de France et d'Angleterre qui donna matière aux chirurgiens-mécaniciens pour imaginer comment prolonger la disponibilité au front d'un combattant mutilé ? Non, encore. Dans ce cas, remontons à la Grèce antique, jusqu'au sermon d'Hippocrate, 300 ans avant notre ère… Là, on approche de la bonne réponse : la plus ancienne prothèse répertoriée, celle d'un gros orteil, est exposée au musée du Caire. Elle remonte à l'Égypte antique. Le bois pour la prothèse et la gaine de cuir pour la liaison avec le pied furent utilisés pour remplacer un membre. Nous sommes encore très loin des substituts d'organes vascularisés, même si

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

schématiquement, le cœur, organe à la symbolique particulière, n'est en définitive qu'une pompe de haute précision. De la belle mécanique, en somme, mais guère davantage !

Le remplacement de tout ou partie d'un membre caractérise ainsi la genèse de la prothèse. Le bois sculpté associait déjà légèreté et rigidité, mais aussi durabilité, mais il présente également des inconvénients comme la porosité ou le défaut de stabilité dans certains environnements comme l'eau. Les alliages métalliques, le titane ou la céramique sont aujourd'hui couramment utilisés. Il faut y ajouter les matériaux synthétiques et même biologiques, notamment pour la fabrication de prothèses par imprimante 3D. L'association Handicap International a initié en 2015 un programme visant à imprimer sur site, notamment au Togo, à Madagascar et en Syrie, des prothèses associant précision, rapidité de confection et prix réduit. De nombreuses personnes, et tout particulièrement des enfants, sont victimes des mines posées en grand nombre dans ces zones de conflits. Le recours à l'imprimante 3D évite le moule en plâtre pour le moignon, qui jamais ne peut être parfait à la première tentative. Il faut toujours l'ajuster à plusieurs reprises avant de pouvoir enfin y appliquer une résine et passer la prothèse au four. Aujourd'hui, les mesures du moignon sont faites avec un petit scanner mobile, directement auprès du patient. Les données sont transmises à une application de modélisation en 3D qui génère un fichier directement exploitable par l'imprimante. L'orthopédiste dirige les opérations d'implémentation et de réduction à distance, par visioconférence, associant ainsi la télémédecine à la fabrication de prothèses sur site.

L'orthopédie n'a pas seulement été le berceau de la prothèse. Elle demeure l'un de ses principaux terrains d'application.

Chaque année sont posées en France plus de 80 000 prothèses de hanche et 45 000 prothèses du genou. À ces endoprothèses (intérieures au corps) s'ajoutent des exoprothèses, dont l'objet n'est pas le remplacement d'une articulation, mais celle d'un membre.

Bien que maîtrisée, la technologie des prothèses orthopédiques ne cesse de s'affiner, non seulement grâce à l'évolution des matériaux permettant notamment à une meilleure acceptation par le corps d'un objet tiers et donc, la réduction des

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

risques de rejet, et l'accélération de la convalescence et de la rééducation. Les prothèses n'ont pas échappé à la vague de la santé connectée. La e prothèse, munie d'une puce RFID (Radio Frequency Identification), permet de repérer une éventuelle défaillance matérielle souvent due à l'usure ou une complication infectieuse à son stade élémentaire, avant même que le patient prenne conscience de la gravité du problème et des risques qui en découlent. En 2014, une coopération entre une entreprise française et l'université de Montpellier a débouché sur un prototype de prothèse de genou, qui outre l'implémentation d'un dispositif d'alerte, permet une modélisation en 3D de l'articulation, bien plus explicite qu'une simple radio. La commercialisation est espérée pour 2019. D'autres équipes sont déjà au travail sur ce marché naissant où la concurrence s'annonce rude. Le CHRU de Brest, l'INSERM et l'école d'ingénieurs IMT Atlantique travaillent sur le projet « FollowKnee », également dédié à la prothèse de genou connectée, fabriquée par imprimante 3D et bardée de capteurs aux fins de détecter instantanément tout dysfonctionnement matériel ou complication médicale. La prothèse sera connectée au smartphone en Bluetooth. Elle est attendue pour 2023.

La prothèse connectée n'est pas un gadget dans l'air du temps. Il est rare que la pose d'une prothèse ne nécessite pas d'ajustements, sous forme d'interventions chirurgicales. Associée à la modélisation 3D, la e prothèse a vocation à réduire significativement le nombre d'interventions et donc le temps d'hospitalisation du patient, à son plus grand bénéfice comme à celui des comptes publics. Le fait qu'une infection puisse être détectée à un stade embryonnaire participe également de ce progrès.

Les patients s'étant vus poser une prothèse de hanche bénéficient également des dernières innovations de santé connectée, notamment pour le suivi postopératoire. Le patient rentre à domicile le jour même de l'intervention, laquelle peut ainsi prendre une forme ambulatoire. Grâce à un bracelet connecté, le niveau d'activité du patient (distance parcourue, durée et qualité du sommeil, temps passé alité) est suivi en temps réel durant les sept jours suivant l'intervention, ce qui est autrement plus confortable et économique qu'un séjour d'une semaine en service de chirurgie.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

L'université de Lausanne, bien connue pour ses recherches sur le cerveau, travaille également sur des prothèses connectées, notamment du genou, depuis le début de la décennie. L'idée est de multiplier les capteurs biomécaniques pour mesurer tout ce qui est mesurable, comme les conséquences du frottement (usure, température, contraintes exercées…), l'effet des micro-impacts des pièces en mouvement, etc. Des calculateurs de plus en plus puissants se chargent d'analyser les résultats. À ce stade, le projet ne diffère guère de ses concurrents français présentés ci-dessus, mais fidèles à leur réputation, les chercheurs suisses envisagent déjà le « coup d'après » : jusqu'alors, les recherches étaient principalement orientées vers l'amélioration des matériaux en contact avec le corps. Désormais, la généralisation des capteurs pour tous les types de prothèses devrait permettre d'envisager de remplacer toutes les articulations par des implants. Richard Walker, spécialiste de la robotique qui coopère au projet suisse, ne cache pas ses ambitions de réaliser un corps humain entièrement à partir de prothèse, un homme bionique, du moins en ce qui concerne le squelette. La fusion entre robotique et biologie, entre homme et machine, nous conduit une nouvelle fois à la frontière de plus en plus ténue et floue entre science et anticipation. Après l'homo sapiens, l'homme augmenté semble faire ses premiers pas dans un XXI^{e} siècle de toutes les surprises et peut-être de tous les dangers, si l'éthique, l'éducation et le droit ne parviennent à encadrer intelligemment les initiatives les plus aventureuses.

Si l'exosquelette appartient encore à l'avenir (plus qu'à la fiction), un autre type de prothèse est devenu si banal qu'on en oublierait qu'il appartient à la vaste catégorie des organes artificiels. Qui en effet, n'a pas dans sa bouche une prothèse dentaire ? D'ailleurs, il est intéressant de relever que les tribunaux ne considèrent plus la pose d'une prothèse, en particulier une prothèse dentaire, comme relevant d'un acte purement médical. Il s'agit également d'un geste technique pour lequel le praticien n'a pas droit à l'erreur. Il est soumis pour ce geste, à une quasi-obligation de résultat, alors que la médecine relève dans sa globalité de l'obligation de moyen, eu égard à l'aléa thérapeutique qui ne peut être totalement écarté. Il y a à peine quelques décennies, les prothèses dentaires les plus courantes

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

que sont les couronnes ou les bridges étaient d'horribles morceaux de métal argenté, qu'affectionneraient sans doute quelques méchants dans un James Bond. Elles n'ont pas totalement disparu, en raison de leur coût modeste et de la modicité de la prise en charge financière des prothèses dentaires par la sécurité sociale et des remboursements trop modestes des mutuelles de base. Les prothèses dentaires en céramique, qu'on ne peut distinguer des vraies dents, se sont généralisées. Elles sont pourtant appelées à disparaître, du moins en ce qui concerne leur procédé de fabrication, comme le CD avait supplanté le disque vinyle avant d'être lui-même emporté par le streaming. L'imprimante 3D débute son règne, et tout porte à croire qu'il ne sera pas éphémère, en particulier grâce aux progrès des matériaux composites. Les résines et même les métaux s'adaptent à ses nouvelles contraintes, très différentes de celles du moulage. Alors qu'au début du siècle, les imprimantes 3D savaient péniblement fabriquer de petits objets en plastique non alimentaire (pas même un gobelet !), ce sont nos (fausses) dents garantes de notre magnifique sourire qui sont en passe d'être débitées avec une infinie précision par ces petits robots qui bouleversent des pans entiers de l'économie, jusqu'à la construction immobilière (le robot est alors un peu plus volumineux !).

Le marché de la prothèse dentaire est promis à un essor fulgurant avec l'annonce d'imprimantes 3D à moins de 5 000 euros. Mais nul ne peut exclure que des machines domestiques, environ dix fois moins chères, ne soient à moyen terme en mesure de fabriquer des couronnes dentaires ou des aligneurs orthodontiques à domicile, pour peu que l'emprunte optique puisse être réalisée avec précision (attention de ne pas avaler la webcam qui ferait office de scanner !).

Des dents aux oreilles, il n'y a que quelques centimètres et au moins un point commun : la qualification de prothèse est quelque peu usurpée, s'agissant d'un équipement capable d'amplifier certaines fréquences, principalement afin de favoriser l'intelligibilité de la voix, et ainsi éviter l'isolement du patient.

Les prothèses auditives connectées apportent un supplément de confort au patient en lui permettant de régler son dispositif, non pas directement sur la prothèse ou par télécommande, mais sur son smartphone. Les dispositifs les plus performants permettent d'analyser en continu l'environnement sonore et

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

d'ajuster le paramétrage automatiquement. Nous sommes effectivement loin de l'oreille artificielle. Les recherches visant à vaincre la surdité s'orientent heureusement vers d'autres directions prometteuses, comme la fabrication d'un tympan artificiel par des vers à soie, ou l'implant cochléaire.

Il en va de même en matière des prothèses oculaires : les verres optiques, si performants soient-ils, ne sont pas des prothèses. L'œil de verre d'hier, inerte et sans autre utilité qu'esthétique, pourrait-il devenir demain la plus performante des caméras, directement branchées sur le nerf optique ? Les opticiens n'apprécieraient guère cette métamorphose de la correction de la vision, même si une première étape consistait à réserver cette technologie aux non-voyants. Le chirurgien anatomiste Ambroise Paré imagina l'œil artificiel en 1575. La rétine artificielle est aujourd'hui une réalité, sous la forme d'un implant nécessitant une intervention chirurgicale. Certes, le patient aveugle ne retrouve pas la vue comme par magie. Il peut néanmoins percevoir des signaux lumineux plus ou moins détaillés, percevoir des formes et des contours. Il devra toutefois accepter une assez longue rééducation visuelle, proportionnelle à la durée de sa cécité. Le système est basé sur des lunettes équipées d'une caméra, dont les images sont transmises à un boîtier porté par le patient, qui fait office de micro-ordinateur traitant les données avant de les renvoyer vers un émetteur fixé sur la branche de lunettes. Enfin, les images peuvent alors être transmises à l'implant rétinien, dans l'œil du patient. Les électrodes équipant la prothèse stimulent le nerf optique engendrant la perception lumineuse. Nous sommes encore à des années-lumière, c'est le cas de le dire, de l'œil bionique du Terminator incarné au cinéma par Arnold Schwartzeneger, mais l'idée qu'un aveugle puisse sortir de la nuit sans fin n'appartient plus au seul domaine de la fiction. Déjà, l'on songe à augmenter les performances du bien-portant (ou bien voyant) autant qu'à traiter le malade, les deux objectifs n'étant pas antinomiques. L'œil bionique télescopique, permettant de zoomer à volonté, existe à l'état de prototype et préfigure les capacités visuelles de l'homme augmenté de demain. Pour le moment, le faucon peut dormir tranquille. Pour le moment !

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Les prothèses orthopédiques et dentaires sont des organes artificiels durs. Créer de toutes pièces un organe mou est un challenge d'un autre ordre. Dans l'imaginaire collectif, le cœur est un organe à part. « Avoir du cœur », « avoir mal au cœur » sont autant d'expressions populaires, ancestrales et universelles, qui ne recoupent pourtant aucune réalité scientifique, les émotions et les sentiments ne prenant naissance que dans le cerveau. Le cœur est aussi le premier des organes de l'embryon, apparaissant dès la troisième semaine de gestation et commençant à battre dès la quatrième. Il est incontestablement un organe différent des autres, principalement parce qu'il n'est pas uniquement piloté par le cerveau, et qu'il jouit ainsi d'une sorte d'autonomie dont ne peuvent se targuer les autres organes du corps. Le cœur est avant tout un muscle qui se contracte automatiquement et qui, dans une certaine mesure, peut être relancé par choc électrique ou même par massage cardiaque, sans que le cerveau n'interfère dans ce processus. Il est en outre doté de son propre système nerveux indépendant du cerveau, fait de plus de 40 000 neurones et d'un réseau de neurotransmetteurs. Mythique et même quasi mystique, le cœur est techniquement l'un des organes les plus simples du corps humain, principalement parce qu'il se rapporte davantage à la mécanique qu'à la biochimie. Le cœur est une pompe évoluée, sophistiquée, qui peut tomber en panne et être réparée ou redémarrée. Si elle est trop endommagée, il est possible de la remplacer. La greffe du cœur se pratique depuis les années 1960. Près de 500 greffes cardiaques sont réalisées chaque année en France et environ 6 000 dans le monde, ce qui est peu en comparaison d'autres transplantations comme celle des reins. Bien que cette chirurgie soit aujourd'hui bien maîtrisée et que les chances de survie du patient ne cessent de progresser, les recherches sur le cœur artificiel, débutées à la même période que les premières transplantations, se sont poursuivies et même intensifiées. Dès 1969, un patient sans espoir de survie se vit implanter un cœur artificiel, mais dont le compresseur de 250 kilos était externe (encore heureux !). Ce mégacœur artificiel n'avait pas pour vocation à remplacer l'organe malade, mais de servir de relais en attendant la disponibilité d'un cœur humain. En 1973, une expérience fut tentée sur un veau, qui survécut un mois à l'opération. À chaque nouvelle tentative, la durée de survie de l'animal progressa,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

si bien qu'en 1982, une nouvelle expérience fut tentée sur un patient américain, qui survécut 112 jours, grâce à un cœur dont la plus grande partie était encore externe. Il fallut attendre 1999 pour que le premier cœur artificiel, entièrement intrathoracique, soit transplanté sur un veau, qui n'y survécut pas.

En France, la société CARMAT fut créée en 2008, à l'initiative du professeur Alain Carpentier, en coopération avec la société Matra Défense, dans le but de développer un cœur artificiel totalement autonome. La première transplantation eut lieu le 18 décembre 2013, mais le patient, tout comme les autres transplantés durant trois années suivantes, ne survécut pas assez longtemps (trois mois) pour que l'on puisse revendiquer la maturité de cette technologie, quand bien même tous les décès ne pouvaient-ils être imputés à une défaillance de l'organe artificiel ou une complication résultant de la transplantation. Alain Carpentier eut raison de persister, puisque le 23 décembre 2020, son dispositif reçut la certification européenne, sésame d'une commercialisation dans les vingt-sept pays de l'Union européenne.

D'autres recherches, comme celles du Zurich Heart Project, s'orientent vers des techniques radicalement différentes, rappelant celles mises en œuvre pour d'autres organes : en lieu et place d'un objet mécanique deux à trois fois plus lourd qu'un cœur humain, comme le cœur CARMAT, et présentant notamment l'inconvénient de nécessiter un traitement anticoagulant permanent, les chercheurs suisses optèrent pour l'impression 3D et le silicone. Ce choix fut motivé par la volonté de fabriquer un organe bien plus proche du cœur humain que ne l'est la complexe machinerie élaborée de la concurrence française. Le prototype sut générer 3 000 battements, soit bien trop peu pour envisager un essai clinique, mais d'autres essais sont annoncés avec de nouveaux matériaux, dont on ignore encore la teneur. Ce pourrait être un tissage synthétique, mais également un matériau biologique né d'une mise en culture de tissus humains, comme c'est déjà le cas de la trachée fabriquée à partir d'une aorte. Il est également possible que soient créés des matériaux composites mêlant synthèse et biologie, aucune porte n'étant fermée à la recherche.

Le cœur artificiel est emblématique de la concurrence existante entre deux technologies radicalement différentes,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

l'une d'essence électromécanique, l'autre de nature biologique. La première pourrait connaître un nouvel essor avec l'avènement des nanomatériaux, alors que la seconde arrive peu à peu à maturité, étant déjà adoptée pour créer d'autres organes artificiels comme la trachée : le professeur Emmanuel Martinod, chef du service de chirurgie thoracique et vasculaire à l'hôpital Avicenne de Bobigny (Seine-Saint-Denis), établissement de l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (AP-HP), a vu son travail salué en mai 2018 au congrès international de l'American Thoracic Society. Cette reconnaissance internationale est le fruit de près de dix ans de succès de greffes d'organes respiratoires artificiels, que ce chirurgien a réalisées sur douze patients. Le processus d'élaboration de ces organes est particulièrement intéressant : au départ ont été prélevés sur des donneurs des morceaux d'aorte abdominale, conservés dans des banques de tissus.

Son équipe a implanté, avec succès, entre 2009 et 2017, des organes respiratoires artificiels créés à partir de morceaux d'aorte abdominale cryoconservés. Le fragment de l'aorte devant remplacer la partie malade de la trachée fut ensuite rigidifié par l'ajout d'un ressort interne, appelé stent, avant d'être cousu aux deux extrémités de la trachée. Débuta alors un processus extraordinaire de transformation du fragment d'aorte en trachée, rendu possible par les propres cellules du patient. Il ne restait plus qu'à retirer le stent pour déclarer le succès total de l'intervention, sans aucun risque de rejet et donc, sans nécessiter d'immunothérapie. La même technologie a été appliquée avec succès aux bronches, évitant notamment l'ablation du poumon à des malades atteints d'un cancer. Selon le professeur Martinod, ces recherches pourraient déboucher sur la création d'un larynx et même d'un poumon artificiel biologique. Là est toute l'originalité de cette technologie, du moins dans son application aux organes : ceux-ci sont certes artificiels, puisqu'ils sont fabriqués par l'homme, mais à partir de tissus humains et non avec des matériaux de synthèse. La méthode fait penser aux recherches sur les cellules souches, devant permettre la fabrication de n'importe quel organe et peut-être de conduire aux mêmes visions futuristes que celles évoquées au début de l'ouvrage, comme la quête de l'immortalité. Ce n'est pas la chimie des matériaux de synthèse, mais la mise en culture de cellules

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

et d'organes qui apporte la matière première indispensable à ce type de greffe.

Le poumon artificiel synthétique ne peut être envisagé à court terme, du moins à l'intérieur du corps. À l'image d'un rein artificiel, l'on pourrait concevoir une machinerie externe à laquelle serait branché le patient. Une sorte de respirateur permanent, dérivé de ceux que la pandémie de Covid-19 a mis au cœur de l'actualité. Mais à la différence des reins, il devrait alors l'être en permanence, ce qui est une lourde contrainte, quand bien même l'engin serait portatif. Cela s'explique par la nécessité de disposer d'un oxygénateur permettant d'éliminer du sang le dioxyde de carbone, et de le charger en oxygène. Il faudrait par conséquent concevoir des membranes dédiées à cet échange air-sang et prévoir leur entretien et leur substitution. S'y ajoute l'utilisation d'une pompe à basse pression et d'un générateur d'oxygène dont on ne voit pas aujourd'hui comment il pourrait être interne. Le poumon en plastique que l'on fabrique en dix minutes avec son imprimante 3D achetée au supermarché (en ligne, bien sûr !) et que l'on implante en ouvrant son enveloppe corporelle avec un zip (comme un blouson) appartient encore, et sans doute pour longtemps, au royaume de la fiction. La cause ne réside pas uniquement dans la difficulté de soulever le challenge technologique et tout particulièrement celui de la miniaturisation des composants, mais aussi dans le fait que l'alternative biologique évoquée au paragraphe précédent est déjà une réalité pour certains organes et en passe de l'être pour d'autres, dont le poumon.

S'il peut exister une forme de concurrence entre plusieurs technologies, un autre organe, le rein, démontre qu'elles peuvent cohabiter et déboucher sur une solution hybride mêlant tissus synthétiques et biologiques. Bien qu'émotionnellement et symboliquement moins chargé que le cœur, le rein est l'organe le plus transplanté, ce qui signifie aussi qu'il est sujet à des pathologies extrêmement graves que la médecine est impuissante à traiter, sauf à remplacer l'organe déficient. Même une défaillance partielle générant une insuffisance rénale ne peut souvent recevoir d'autre réponse durable que la transplantation, sauf à s'en remettre aux pénibles et régulières séances de dialyse en hôpital, au moyen d'un rein artificiel sous forme de grosse machine à purifier le sang qui immobilise obligatoirement le

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

patient trois fois par semaine. La greffe de rein est aujourd'hui bien maîtrisée, mais le principal problème réside dans l'absence de donneurs. Seul un malade sur dix obtiendrait un greffon, ce qui provoque de nombreux décès qui pourraient être évités (en moyenne treize personnes en vaine attente d'un rein décèdent chaque jour aux États-Unis !). En France, l'évolution de la législation favorise la disponibilité d'organes, puisqu'en cas de décès, par exemple à la suite d'un accident de la route, le défunt est présumé accepter le prélèvement de ses organes, sous réserve de la preuve contraire. Mais personne ne regrettera la baisse continue du nombre de victimes de la route et le fait que l'intelligence artificielle embarquée dans les véhicules modernes, ne serait-ce que les dispositifs anticollision, accentue cette tendance, en attendant l'avènement de la voiture autonome et la quasi-disparition des accidents. Toujours est-il que la pénurie de dons d'organes reste un problème majeur et que les malades rénaux en sont statistiquement les premières victimes. C'est pourquoi la meilleure parade à cet état de fait est le développement du rein artificiel autonome, un challenge plus complexe à relever que celui du cœur artificiel, même si en définitive on peut le résumer à un filtre, comme on peut résumer le cœur à une pompe. Techniquement, le rein artificiel est une extraordinaire machine nanotechnologique hybride, faisant appel tant à des matériaux synthétiques ou du moins non organiques comme le silicium, qu'à des cellules rénales mises en culture. Le silicium poreux permet le filtrage du sang et l'élimination des déchets et impuretés, alors que sa structure biologique évite de recourir à une source d'énergie externe, la seule pression sanguine assurant son fonctionnement autonome. Le rein artificiel est encore au stade des premiers essais cliniques, mais tout porte à croire qu'il sera d'autant plus rapidement généralisé que son coût de fabrication est paradoxalement raisonnable. Ce bijou technologique fait appel à des méthodes *in fine* assez classiques, dont l'originalité est qu'elles soient associées. Le mariage de la biologie et de l'informatique, de la culture de cellules humaines et des matériaux de synthèse semble marquer le futur des organes artificiels. Le rein devrait en apporter à court terme une spectaculaire illustration.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Peut-être plus spectaculaire encore est le « BioPen », que l'on pourrait croire sorti des studios de Hollywood : dans le film de Steven Spielberg, *Indiana Jones et la dernière croisade*, le père du héros, incarné par Sean Connery, est miraculeusement guéri après avoir été atteint d'une balle de revolver à bout portant, par l'application sur sa plaie d'un peu d'eau recueillie dans une crypte avec une coupelle fabriquée par le Christ en personne. En quelques secondes, les chairs éclatées sont refermées, cicatrisées, comme par enchantement. Dans d'autres films, un personnage doué de pouvoirs surnaturels, parfois d'origine extra-terrestre, guérit le héros d'un simple contact. Le BioPen procède-t-il de l'eau plus que bénite qui répare les chaires par simple contact ? Pas tout à fait, certes, mais le procédé évoque néanmoins une médecine du futur que l'on n'imaginait pas devenir si rapidement réalité. Expérimenté depuis 2014 par l'université de Wollongong, en Australie, l'outil est une sorte de mini imprimante 3D qui applique directement sur le corps du patient, notamment sur une fracture, un gel composé d'algues contenant des cellules souches et des protéines qui permettront aux tissus de se régénérer. Comme dans les films, le chirurgien dépose de la matière organique à l'endroit de la lésion, sauf que la réparation n'est pas instantanée, ni même infaillible, l'outil étant toujours en phase d'expérimentation. Le stylo dont l'encre serait de l'os, du cartilage, de la chair, de la peau ou des vaisseaux sanguins n'est donc pas encore en vente au supermarché. La première application serait la réparation « à la main » des fissures osseuses, notamment en cas d'ostéoporose, de lésions dues au sport, voire du cancer des os.

La chirurgie réparatrice bénéficie également des considérables progrès de la science des matériaux et de l'impression 3D, laquelle permet la fabrication de greffons et de pièces cartilagineuses, mais aussi de muscles, de peau, notre enveloppe vitale aux extraordinaires propriétés. Dans ce domaine, les recherches effectuées au bénéfice de l'industrie cosmétique, toujours en recherche d'échantillons diversifiés de peau, bénéficieront à terme à la chirurgie réparatrice, et tout particulièrement aux grands brûlés. En partant d'une modélisation informatique, chaque couche de la peau peut être produite, puis placée en culture. Cette peau artificielle est appelée à remplacer

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

les greffes classiques, tout en éliminant la plupart des risques de rejet. Mieux encore, grâce aux banques de cellules que détiennent notamment les services de chirurgie esthétique, toutes les variantes naturelles, de couleur, d'âge, de type, pourront être reconstituées. Il est même concevable que la peau puisse être directement imprimée (nous pourrions dire « tissée ») sur le corps d'ici la fin de la décennie 2020, ce qui nous rapproche des extrapolations imaginées dans la première partie de cet ouvrage.

Parfois cousine de la chirurgie réparatrice, la chirurgie esthétique concerne chaque année des dizaines de millions de personnes dans le monde. La première crainte des clients (et des patients s'agissant de chirurgie réparatrice) est l'incertitude quant au résultat. La puissance de calcul des machines actuelles permet de les rassurer, en leur offrant une représentation 3D de leur nouveau profil censé décupler leur pouvoir de séduction et dissimuler temporairement les marques du temps ou corriger une discrimination esthétique dont la nature s'est rendue coupable à leur égard. Moyennant quelques émoluments, la représentation 3D peut échapper à la platitude de l'écran pour prendre (quasi) vie entre les buses de l'imprimante, également 3D, la troisième dimension prenant alors tout son sens.

Un autre objet magique, que l'on pourrait croire sorti d'un scénario de Walt Disney (« miroir, miroir, dis-moi qui est la plus belle ? ») montrera à la reine le corps parfait de Blanche Neige lorsqu'elle se contemplera dans le miroir à réalité augmentée qu'une clinique de Bretagne peut désormais mettre à sa disposition, si son souhait est d'augmenter la taille de sa poitrine. Quelle angoisse, en effet, que d'acheter sans voir ! Quelle est donc la bonne taille de l'implant mammaire ? Trop petit, et l'on resterait sur une grande frustration, avec le désir de remettre ses seins sur l'établi, ce qui n'est jamais une partie de plaisir. Trop gros, et l'on déplorera que *big* n'est pas *beautiful* pour tout le monde, et que la beauté est souvent plus une affaire de proportion que de volume brut. On peut aujourd'hui quasiment choisir une paire de seins comme une paire de chaussures : volume, voire forme (pour la couleur, mieux vaut éviter l'expérimentation), tout se modifie sur la palette graphique du chirurgien. La patiente voit le résultat en temps réel, dans son miroir magique.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Enfin, nous ne saurions ignorer la problématique particulièrement sensible de la lutte contre la stérilité, qui prend des formes variées, et nourrit de féroces controverses, comme celle de l'adoption pour tous, de la procréation médicalement assistée (PMA) ou de la gestation pour autrui (GPA), également appelée recours à une mère porteuse. Durant l'été 2018, une équipe danoise a mis au point le premier ovaire artificiel, peut-être l'arme ultime contre l'infertilité[14]. C'est en tout cas une alternative à la méthode du prélèvement en vue de la congélation d'ovaire, pratiquée avant un traitement risquant d'entraîner la stérilité, telle qu'une chimiothérapie du cancer. La congélation présente des risques de prolifération de cellules cancéreuses après la réimplantation de l'ovaire, risque écarté par l'utilisation d'un ovaire artificiel. Une fois encore, la fabrication de l'organe fait appel à la bio-impression 3D à partir de tissus humains. Pour le moment, le procédé est encore au stade de l'essai en laboratoire, mais une première expérience avait été tentée, et réussie, sur des souris.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

14 Article publié par *Le Gardian* le 1er juillet 2018 : https://www.theguardian.com/science/2018/jul/01/artificial-ovary-could-help-women-conceive-after-chemotherapy-fertility.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Éthique et droit

Le droit de ne pas savoir

Les multiples applications de l'intelligence artificielle en matière de santé suscitent nécessairement des interrogations juridiques, éthiques, sociologiques ou relevant d'autres disciplines des sciences humaines, des « sciences molles » potentiellement en opposition avec les « sciences dures », comme pourrait être la médecine. Les multiples et parfois très violentes controverses scientifiques autour de la Covid-19 ont quelque peu entamé la « dureté » de la discipline. Certes, le débat scientifique est utile et sain, mais on aurait espéré qu'il ne se transforme pas en chamaillerie sur les plateaux de télévision. S'agissant d'intelligence artificielle, une interrogation est particulièrement prégnante : le bien-portant veut-il ou doit-il savoir qu'il ne le restera pas, en raison d'indicateurs que seule la médecine prédictive et fortement individualisée peut lui fournir, ne serait-ce que par le biais de la connaissance de ses prédispositions génétiques ? Le médecin n'y voit bien entendu que des avantages, et on ne saurait nier qu'un pareil progrès technique réduira – le processus est déjà engagé – l'ampleur, la gravité, les effets de certaines pathologies, permettra parfois de retarder voire d'empêcher leur survenance, contribuera à une meilleure santé globale, et participera significativement à l'allongement de l'espérance de vie. A priori, il faudrait être assez inconscient, voire idiot, pour refuser pareil cadeau de la science. Et pourtant…

En introduction, nous avions imaginé un scénario relevant (encore) de la fiction : par la grâce du *Big Data*, des sociétés commerciales, en particulier des compagnies de pompes funèbres, savaient, avant le patient, qu'il allait contracter un cancer. Ce

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

scénario devrait être évité par l'anonymisation des données, sauf éventuellement accord de l'intéressé. Mais quand bien même donnerait-il son accord, du moins à un partage encadré de données au bénéfice des professionnels de santé, est-il opportun de savoir à l'avance qu'une maladie va nous frapper, a fortiori si notre génome nous y prédispose et que notre hygiène de vie renforce cette probabilité ? Si l'on y ajoute que nous n'avons pas tous la volonté ni le désir de changer profondément nos habitudes, que nous apporterait une analyse génétique, si ce n'est l'angoisse d'une perspective effrayante, celle du moment où se déclarera la maladie, comme un condamné à mort attendant l'heure de son exécution ?

De nombreuses personnes souffrent du diabète sans le savoir, et parfois même sans vouloir le savoir. Adviendra ce qui adviendra ! En général, elles regrettent amèrement leur soumission à la providence ou à la chance, lorsque la maladie se déclare. C'est également vrai de nombreux cancers et de maladies transmissibles, comme le SIDA. La surveillance de certains indicateurs en fonction de critères comme l'âge, le poids, la sédentarité ou les habitudes alimentaires ne relève pas de la médecine préventive ou prédictive basée sur l'analyse du génome par des algorithmes. Pourtant, le seul fait d'ajouter à cette liste de critères les antécédents familiaux est déjà une approche prédictive de nature génétique. Établir la carte génétique intégrale d'un individu n'est pas pour autant comparable à la recherche ciblée d'une pathologie susceptible de se déclarer. Une telle démarche relève d'une mise à nue de l'individu, bien au-delà de son état de santé actuel. La fiction littéraire et cinématographique (par exemple dans le film *Alien*) s'était emparée du syndrome 47,XYY, une anomalie chromosomique, pour lui attribuer des vertus criminogènes. Puis ce fut l'enzyme monoamide oxidase-A, également appelée MAOA, qui fut présentée comme le « gène du guerrier ». Même si le lien de causalité entre certaines anomalies génétiques et la violence ou la schizophrénie n'est pas établi, le débat n'est pas clos et les recherches perdurent. Le professeur Daniel R. Weinberger, directeur du Lieber Institute for Brain Development, basé à Baltimore (USA), a également établi que de graves complications durant la grossesse pouvaient multiplier par cinq le risque de schizophrénie chez le futur enfant. Et d'en conclure que *pour la première fois, nous avons trouvé*

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

une explication au lien entre les complications précoces, le risque génétique et leur impact sur la maladie mentale et tout converge vers le placenta[15].

La politique de l'autruche est injustifiable lorsque l'on a de bonnes raisons de craindre d'être contaminé par une maladie grave et contagieuse ou fortement transmissible. Pourtant, avant que soit mise en place l'application StopCovid, devenue TousAntiCovid, les débats furent houleux autour du sort des données collectées par ce biais, malgré toutes les garanties apportées par l'État. Certains se répandent sans retenue sur internet et les réseaux sociaux, s'offrant véritablement à Google, Facebook et autre Twitter. Mais quand il s'agit d'endiguer une pandémie par une application on ne peut plus encadrée, les mêmes crient à l'intolérable atteinte à leur intimité.

À l'inverse, la légitimité de ne pas vouloir savoir ne peut être écartée de façon péremptoire pour l'ensemble des pathologies. Nombreux sont ceux qui refusent et qui refuseront toujours de connaître une réalité qui finira de toute façon par les rattraper. Ce refus de savoir n'est cependant pas uniquement une approche personnelle. La prévention est aussi une question d'intérêt et de santé publics. À défaut d'imposer, les pouvoirs publics, tout comme les professionnels de santé, doivent presque éduquer le patient (même bien-portant), l'informer, le convaincre que la prévention, la médecine prédictive, l'hygiène de vie basée sur la connaissance du risque lui seront forcément bénéfiques, et que le droit et l'éthique veillent à éviter un mauvais usage des informations personnelles qu'il partagera. Mais le lien de confiance entre le citoyen et le monde sanitaire est fragile, aujourd'hui plus que jamais, Covid oblige, et doit encore être consolidé. Ignorer les risques de dérive, refuser d'attacher la plus haute importance à la préservation de libertés fondamentales, faire peu de cas du serment d'Hippocrate plusieurs fois millénaires, le tout au nom du progrès et sous l'effet d'une fascination aveugle pour la technologie, pourrait porter atteinte à la crédibilité des apôtres de la médecine connectée et de l'intelligence artificielle qui s'y déploierait.

Ce raisonnement nous conduit à privilégier le droit de ne pas savoir, et exiger du législateur qu'il garantisse qu'il soit

15 https://www.sciencesetavenir.fr/sante/cerveau-et-psy/schizophrenie-le-role-inattendu-du-placenta-dans-le-developpement-de-la-maladie_124420.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

respecté. Toute thèse ayant son antithèse, ou du moins permettant des nuances, on peut aussi s'interroger sur les motivations et les limites de ce raisonnement. Nul besoin, en effet, de connaître notre génome pour savoir que l'abus d'alcool, de tabac, de sucre, de graisse, de stress, de sédentarité… ne contribue pas à nous maintenir en bonne santé. Comparaison n'étant raison, transposer la conscience refoulée des risques d'une hygiène de vie discutable au refus de connaître ses prédispositions génétiques ou toute autre forme d'analyse prédictive serait quelque peu hasardeux. Qui vole un œuf ne vole pas nécessairement un bœuf. D'un point de vue éthique, voire moral et même juridique, au sens du respect des libertés individuelles, le droit de ne pas savoir est au minimum respectable. Pourtant, il risque d'être remis en cause de façon plus insidieuse, par le biais d'un échange qui, *in fine*, sera imposé : *mes services contre vos données !* N'est-ce pas déjà ce que font déjà des plateformes internet et les réseaux sociaux ? Nous ne les payons pas avec notre argent, mais avec toutes les informations personnelles, voire intimes, que nous leur servons en flux continu.

La volonté (des marchands) de savoir

Pas davantage que, pour le moment, l'on impose au bien-portant de vivre sainement, on ne saurait a priori lui imposer de faire analyser son ADN et de le contraindre à en tirer toutes les conséquences en termes de style et d'hygiène de vie. Néanmoins, si ce n'est la loi, ce pourrait être le contrat, notamment celui avec son assureur privé ou public (la Sécurité sociale) qui imposerait la prise en compte des comportements de l'assuré pour déterminer le taux de cotisation ou l'ampleur de la couverture du risque. Dans une certaine mesure, cela existe déjà. Le bal fut ouvert en juillet 2016 par l'assureur italien Generali, qui propose à ses clients allemands une réduction de leur prime d'assurance en fonction de leur hygiène de vie, laquelle est mise sous contrôle de l'assureur : en sus du traditionnel bilan de santé, l'assuré accepte de transmettre, via une application connectée, de nombreuses informations à la compagnie, telle que le nombre de pas dans une journée, son activité dans un club de fitness et même ses achats de produits bio ! Generali a présenté son produit comme un bonus et non un bonus-malus :

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

aucun surcoût pour ceux qui ne refuse l'offre et une légère réduction de la prime pour les heureux acceptants bien-portants. Reste à savoir si une dégradation ultérieure de la santé de l'assuré se traduira, surtout si elle est significative, par une simple suppression du bonus et non par une augmentation plus ou moins brutale de la prime, voire par une éviction de la compagnie. En France, cette compagnie propose depuis 2017 un produit certes différent, puisque destiné aux entreprises (assurance collective fondée sur l'accord individuel de chaque salarié), mais fondé sur la même logique : l'hygiène de vie, et donc le partage et le traitement de données personnelles de l'assurée aux fins de faire baisser la prime d'assurance.

L'individualisation de la prise en charge sanitaire ouvre la porte à une médecine « sur mesures », qualité qui peut aussi s'appliquer à la couverture assurantielle, déjà de plus en plus « sur mesures ». N'est-il pas légitime que la prime d'assurance soit calquée sur le risque ? Appliquer un mécanisme de bonus-malus à l'assurance-santé obéit à une logique qui ne constitue pas une intolérable atteinte aux droits humains. Sauf que cela ouvre une boîte de Pandore pouvant conduire à de considérables dérives. Il ne faudrait pas, en effet, que seuls puissent être assurés à un coût raisonnable et donc accessible, les jeunes, bien portants, sportifs, ne fumant pas, ne buvant pas d'alcool, mangeant bio (et sous un seuil de sel, de sucre et de gras fixé par l'assureur), ayant un ADN ne laissant pas envisager un risque majeur, etc. La Sécurité sociale devrait encore moins se livrer à ce type de sélection contraire… à son ADN (!) ou à sa philosophie originelle, mais son importance tend progressivement à se réduire au bénéfice des assurances privées, par ailleurs de moins en moins mutualisées, au point que personne ne peut aujourd'hui prédire ce qu'il en restera et ce qu'elle sera dans une ou deux décennies. Le suivi des patients atteints de certaines pathologies psychiatriques se fait déjà aux États-Unis par le biais d'un médicament dit électronique contrôlant le respect de la prescription et de la posologie par le patient. L'intention est louable, mais de là à imaginer que pour tout traitement, la prise en charge financière dépende du sérieux avec lequel le patient se soumet à la prescription médicale, il n'y a qu'un pas que les assureurs privés ou publics pourraient allègrement franchir.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Il n'y a évidemment pas que les compagnies d'assurance qui soient intéressées par nos données personnelles, notamment de santé. C'est peu dire qu'elles valent de l'or pour qui sait les vendre ou les exploiter. Les banques, les cliniques privées, les fabricants, importateurs ou vendeurs d'objets connectés, les professionnels des services à la personne, les nutritionnistes et concepteurs de régimes alimentaires… la liste des marchands, au sens le plus large du terme, qui peuvent tirer quelques bénéfices de notre génome, de notre mode de vie, et bien entendu de notre état de santé actuel ou à venir ne cesse de s'étoffer. Là encore, le meilleur peut côtoyer le pire, et afin que ce dernier ne l'emporte pas, le législateur, les pouvoirs publics, le médecin, le citoyen doivent demeurer vigilants. Mais en auront-ils la volonté, la motivation, la conscience ? Quelle résistance opposeront-ils à l'appétit démesuré des mastodontes américains et chinois, aujourd'hui géants de l'internet, demain également géants de l'intelligence artificielle et de la santé ?

Le principe du consentement et ses exceptions dans le RGPD

C'est principalement le Règlement général européen sur la protection des données à caractère personnel, appelé RGPD, qui encadre l'utilisation de nos précieuses données, et qui est censé constituer notre bouclier face au monde économique, GAFAM en tête. Cela nous conduit à un petit détour vers la chose juridique, pas toujours très digeste pour le profane, mais que l'on espère être l'outil technique de préservation de nos droits, en l'espèce celui de contrôler l'utilisation et l'exploitation de nos données.

Au sein de l'Union européenne, le droit européen prime le droit national. En France, la loi Informatique et liberté de 1978 a été plusieurs fois remaniée, en particulier pour se conformer à la directive européenne 95/46/CE, ancêtre du RGPD. Mais à l'inverse d'une directive de la Commission de Bruxelles, qui doit généralement être transcrite dans le droit national pour être applicable, un règlement s'applique directement, sans loi de transposition. Le RGPD, en vigueur depuis le 25 mai 2018, s'impose à toutes les organisations privées et publiques. Ce texte laisse aux États la possibilité de préciser et de compléter certains points.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Par exemple, le RGPD impose un consentement des parents ou autres titulaires de l'exercice de l'autorité parentale au traitement des données des mineurs âgé de moins de 16 ans, tout en permettant aux États d'abaisser cet âge jusqu'à 13 ans. La France a choisi l'âge de 15 ans. Chaque État peut aussi librement renforcer la protection des données personnelles, préciser les modalités de consentent au traitement desdites données ou prévoir des sanctions pénales, en sus des sanctions administratives fixées par le RGPD. En France, le non-respect des seules formalités préalables au traitement des données personnelles, même par négligence, peut, en théorie du moins, être sanctionné de cinq ans d'emprisonnement (article 226-16 du Code pénal) ![16]

Le RGPD a été intégré à la loi Informatique et liberté par une loi du 20 juin 2018.

Voilà pour le cadre. Revenons-en à notre question fondamentale qui conditionne l'efficacité de l'édifice protecteur : le citoyen est-il maître de ses données personnelles ? La magie du droit permettant (souvent) de répondre ce que l'on veut à n'importe quelle question, formulons celle-ci autrement : peut-on nous refuser un service, ou ne fournir qu'un service de moindre qualité, si nous refusons de partager nos données, celles de santé, puisqu'elles sont au cœur de cet ouvrage, mais plus généralement toutes nos données personnelles ?

Nous avons évoqué, au début de ce chapitre, le cas de l'assureur qui module la prime d'assurance si l'assuré accepte de lui transmettre ses données. D'autres domaines, on voit poindre des restrictions de services si l'usager refuse le partage de ses données. Par exemple « Cortana », l'assistant vocal de

16 Article 226-16 du Code pénal :
Le fait, y compris par négligence, de procéder ou de faire procéder à des traitements de données à caractère personnel sans qu'aient été respectées les formalités préalables à leur mise en œuvre prévues par la loi est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 300 000 euros d'amende.
Est puni de mêmes peines le fait, y compris par négligence, de procéder ou de faire procéder à un traitement qui a fait l'objet de l'une des mesures prévues au 3° du I de l'article 45 de la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés.
Est puni des mêmes peines le fait de permettre l'accès aux données contenues dans un traitement mentionné à l'article L. 4123-9-1 du code de la défense sans avoir recueilli l'avis favorable mentionné au II du même article.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Windows 10, ne fonctionne pas si l'usager refuse l'enregistrement par Microsoft des « conversations ». Pourrons-nous demain utiliser Google si nous refusons de nous mettre à nu ? Aurons-nous un mode de vie imposé par les grandes entreprises telles que les GAFAM, qui investissent d'ailleurs massivement dans le secteur de la santé ? Ou alors devrons-nous payer pour que notre vie privée reste… privée ?

Pour que le traitement de nos données soit licite, au moins une des conditions énumérées à l'article 6[17] du RGPD doit être remplie. La première est le consentement « éclairé ». Puisque je suis d'accord de partager ou transmettre mes données, après en avoir été parfaitement informé, tout serait donc possible ? Oui, avec toutefois une restriction : le patient peut autoriser un partage d'informations parce que la loi prévoit cette possibilité entre membres d'une équipe de soins, mais il ne peut délier un médecin ou un avocat de son obligation de secret professionnel, par exemple pour qu'il relate ma situation dans un ouvrage ou une interview à la presse.

Le consentement au traitement des données à caractère personnel est une protection importante qui interdit à ceux qui collectent nos données de les vendre au plus offrant sans même nous en informer et même sans notre consentement express. Les grands maîtres des réseaux sociaux et du web pouvaient jusqu'alors se permettre de glisser de curieuses petites clauses au milieu de cinquante pages de charabia en anglais, par exemple une clause les autorisant à utiliser ou vendre nos photos à n'importe quel moment, n'importe où, même à des fins publicitaires, et sans nous donner la moindre possibilité de nous y opposer, même en clôturant notre compte. Le RGPD est censé avoir mis fin à ces pratiques, même s'il faudra sans doute passer par quelques sévères amendes (jusqu'à 20 millions d'euros ou 4 % du chiffre d'affaires mondial) avant que le message soit bien compris de tous.

L'article 6 du RGPD prévoit des exceptions à l'obligation de recueillir le consentement préalable, et l'article 9[18], qui interdit

17 https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-protection-donnees/chapitre2#Article6.

18 https://www.cnil.fr/fr/reglement-europeen-protection-donnees/chapitre2#Article9.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

le traitement des données sensibles, dont les données de santé, énumère également plusieurs exceptions à cette interdiction. Ainsi, la continuité de l'action sanitaire, sociale ou judiciaire, le respect d'une obligation légale à laquelle le responsable du traitement est soumis, l'exécution d'une mission d'intérêt public, ou la sauvegarde des intérêts vitaux de la personne concernée ou d'une autre personne physique peuvent être réalisés sans le consentement express de l'intéressé. Ces exceptions obéissent à des logiques évidentes. Bien que le bon sens ne soit pas, en principe, une source de droit[19], on peut comprendre que certaines situations obligent à traiter et parfois à partager des données à caractère personnel sans consentement préalable voire sans que l'on puisse s'y opposer. Il en va de même du « droit à l'oubli », qui se matérialise par l'effacement de ses données. On comprendra, par exemple, que le criminel ne puisse exiger l'effacement de son casier judiciaire au nom du RGPD !

Ce même article 6 prévoit deux exceptions bien plus problématiques et de nature à compromettre l'efficacité de la protection qu'apporte le RGPD au citoyen. Avant de les examiner, rappelons que si le Parlement européen est à l'origine de ce texte, son élaboration avait été confiée à la Commission européenne, dont l'esprit n'a jamais été de nuire au marché et donc aux entreprises. Il fallut donc leur laisser des marges de manœuvre, du moins à l'intérieur de l'Union européenne, comme nous allons le voir.

Vos données contre mon service

Il résulte de l'article 6-b du RGPD que le consentement n'est pas nécessaire si *le traitement est nécessaire à l'exécution d'un contrat (même gratuit) auquel la personne concernée est partie…*

En effet, comment un livreur peut-il livrer une marchandise sans connaître le nom et l'adresse du client ? Comment une entreprise peut-elle payer ses salariés sans connaître leurs références bancaires, voire leurs autres revenus dans le cadre de l'imposition à la source ?

19 Traditionnellement, les sources de droit sont la loi (et au-dessus la Constitution), la jurisprudence, la doctrine et la coutume, laquelle peut se traduire en pratique par les usages professionnels, notamment devant le tribunal de commerce ou le conseil de prud'hommes. Les traités internationaux sont la source suprême de droit, ce qui ne se vérifie pas toujours en pratique.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

En matière sanitaire, peut-on refuser l'accès aux soins, ou du moins leur prise en charge financière, au patient (ou au bien-portant) qui refuse de communiquer ses données de santé et d'hygiène de vie ? Si le diagnostic médical ou l'évaluation du risque ne peuvent être établis sans analyse des données, le consentement du patient ne devrait pas être indispensable. Le seul fait de se soumettre à l'examen vaut consentement. Mais ce n'est pas pour autant que le laboratoire peut utiliser les données pour un autre usage que l'établissement du diagnostic, sans quoi il violerait le RGPD et s'exposerait aux lourdes sanctions qu'il prévoit.

Votre consentement ? Inutile, puisqu'il est de mon intérêt légitime de traiter vos données !

Nous avons vu que le consentement de l'utilisateur n'est pas obligatoire lorsque le contrat ne peut être exécuté sans traitement des données. Il n'est pas davantage indispensable lorsque *le traitement est nécessaire aux fins des intérêts légitimes poursuivis par le responsable du traitement ou par un tiers…* (article 6-f du RGPD).

Que peut être un intérêt légitime du responsable du traitement ? Quel est l'intérêt légitime de Google, Facebook ou autre Twitter de collecter et traiter nos données sans notre consentement ? Le profit est-il un intérêt légitime et quelles en sont les conséquences, tout particulièrement s'agissant de la collecte des données de santé ? Jusqu'où les entreprises, en particulier les géants d'internet, peuvent-elles aller dans la collecte de nos données, a fortiori de santé, et qu'en font-ils ?

Prenons l'exemple de Google, puisqu'il est la principale porte d'entrée sur internet et que les recherches que nous y faisons peuvent à elles seules être riches en informations personnelles : à la page https://safety.google/privacy/privacy-controls/, Google dresse la liste des données qu'il « utilise ». Il s'agit en réalité de toute notre activité sur ses services : les vidéos que nous regardons (YouTube appartient à Google), les mails que nous envoyons et recevons, les recherches que nous effectuons sur internet, nos contacts, nos photos, nos déplacements, notre agenda, les documents que nous stockons sur le cloud (Google drive). Certes, il nous est promis que nos données

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

ne sont pas vendues, mais uniquement utilisées pour permettre à Google de nous proposer des publicités correspondant à notre profil. Une recherche sur un voyage, et vous voici inondés de publicités d'agences de voyages. Mais si nos recherches sur le web ou les vidéos que nous regardons laissent supposer que nous sommes atteints d'une pathologie sanitaire ou sociale, comme l'alcoolisme, recevrons-nous des publicités pour des médicaments, des cliniques privées, des cures de désintoxication, voire des services funéraires, comme nous l'avions imaginé sous forme de fiction au début de l'ouvrage ? Eh bien oui ! Google avait été sanctionné par la justice américaine en 2013 pour faire scanner par des robots, à des fins publicitaires, les mails envoyés et reçus sur Gmail sans le consentement des utilisateurs et surtout, sans celui des non-utilisateurs, ceux dont l'adresse mail n'est pas Gmail. Il fallut attendre juin 2017 pour que le géant américain déclare renoncer à ces pratiques, renoncement qui ne concerne que la seule messagerie Gmail. En janvier 2019, la CNIL infligea à Google une amende de 50 millions d'euros, confirmée par le Conseil d'État, pour ne pas informer les utilisateurs de l'ampleur du traitement de leurs données personnelles et de l'intrusion dans la vie privée qui en résulte. Mais Google n'a pas pour autant renoncé une stratégie sur laquelle est en partie construit son modèle économique : la surinformation peut être une forme de désinformation, dès lors que les informations clés sont noyées au milieu d'un flot de banalités. Le 12 février 2019, le Tribunal de grande instance de Paris condamna une nouvelle fois le géant du web à verser 30 000 € de dommages-intérêts à l'UFC-Que Choisir, pour les nombreuses clauses abusives contenues dans ses conditions générales. Par ailleurs, Google dut implémenter sur sa page d'accueil un lien vers cette décision. Si ces condamnations financières, d'un montant dérisoire au regard de la puissance de l'entreprise, ni la publication des jugements ne lui font renoncer à sa soif de données personnelles. Qui possède les données contrôle le monde. Google, mais aussi Facebook, Twitter, Microsoft et quelques autres l'on parfaitement compris. En matière de moteur de recherche, Google est de fait dans une position quasi monopolistique. Aux États-Unis, les GAFAM se sont fait les alliés du nouveau président Joe Biden, notamment durant la campagne électorale. Face au risque de démantèlement au nom de la loi antitrust, on n'est jamais trop prudent !

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

L'analyse des mails par des robots n'est pas l'apanage des fournisseurs de services internet. La société Secure Gateway vante sur internet (https://www.microfocus.com/media/data-sheet/email_keyword_content_scanner_ds.pdf) dans ces termes son logiciel espion qui *intègre l'analyseur de contenu et les alertes par mots-clés afin d'offrir aux organisations un aperçu des communications des employés. Il analyse tous les e-mails entrants et sortants avec des alertes par mots-clés afin de vous informer du contenu d'objets pouvant potentiellement représenter une menace physique ou virtuelle pour votre organisation*. Pour l'anecdote, la Cour européenne des droits de l'homme a jugé le 7 septembre 2017 que l'employeur peut lire les correspondances des salariés à la double condition qu'ils en soient informés en amont et qu'ils utilisent la messagerie professionnelle sans avoir indiqué en objet qu'il s'agissait d'un message personnel et privé.

Un autre domaine où le consentement n'est, en principe, pas nécessaire est le marketing direct, notamment par e-mail, l'intérêt légitime de l'expéditeur étant de trouver de nouveaux clients. Le RGPD impose néanmoins l'information du destinataire quant au traitement des données et la possibilité de se « désinscrire ». Notons que l'article L34-5 du Code des postes et des communications électroniques interdit la prospection des personnes physiques (B to C) sans leur consentement préalable, généralement par inscription au moyen d'un formulaire, puis validation par e-mail (« double opt-in »). En matière de santé, notons que la vente de médicaments en ligne est réglementée, ceux délivrés sur ordonnance étant exclus de ce mode de distribution, situation qui pourrait évoluer à l'avenir.

Globalement, l'intérêt légitime deviendrait contestable si la personne ne peut pas se douter de l'utilisation qui serait faite de ses données personnelles.

Résumons en quelques lignes l'état actuel de la législation sur la protection des données : si je suis d'accord après avoir été dûment informé par des clauses claires et lisibles, tout ou presque est possible. Dans les hypothèses où je ne dois pas donner mon accord préalable (contrat ne pouvant s'exécuter sans traitement des données, intérêt légitime du responsable du traitement…), je peux toutefois, sauf motif d'ordre public ou de protection de mes intérêts vitaux, m'opposer à un traitement

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

de données déjà mis en place, au risque de ne plus pouvoir bénéficier du service (le livreur de pizza ne va pas deviner mon adresse). Cela rappelle le mécanisme qui régit le secret partagé en matière de santé, que nous rappelons plus loin, au titre consacré au Dossier médical partagé. La différence entre d'une part, être informé et pouvoir s'y opposer, et d'autre part, donner son accord préalable peut paraître ténue en pratique. Rassurez-vous : elle l'est parfois aussi pour les juristes !

La confidentialité des relations entre le médecin et son patient

En juin 2018, la CNIL et le Conseil national de l'ordre des médecins ont publié un guide pratique sur la protection des données personnelles, à l'attention des médecins[20]. Cette initiative a été rendue nécessaire par les récentes innovations techniques et juridiques affectant directement les cabinets libéraux, comme le RGPD et la généralisation annoncée du DMP, le Dossier médical partagé. Le médecin peut rester dubitatif devant les 35 pages de ce document et des obligations qu'il énonce. Force est de constater que nombre de praticiens sont excédés par la paperasserie et les obligations juridiques et administratives qui s'additionnent au détriment du temps consacré au patient. Il convient néanmoins de relativiser le poids de ces obligations. Pour l'essentiel, elles ne seront chronophages que durant leur phase de mise en place initiale. Il s'agit surtout d'acquérir de nouveaux réflexes et de prendre en considération les droits du patient d'être informé du sort des données détenues par le médecin de sa possibilité d'interdire au médecin traitant de les communiquer à d'autres praticiens. Plus généralement, le patient est aussi un consommateur, et à ce titre, il a le droit d'être informé, droit qui pour le médecin est un devoir, et qui doit se matérialiser soit par un affichage en salle d'attente, soit par la remise d'un document principalement consacré aux dossiers du patient et au traitement des informations qu'ils contiennent. Comme tout professionnel traitant des données à caractère personnel, le médecin doit y indiquer le fondement juridique du traitement, en se référant au RGPD ou à la loi du 20 juin 2018 qui en découle.

20 https://www.cnil.fr/sites/default/files/atoms/files/guide-cnom-cnil.pdf.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Le guide de la CNIL et de l'Ordre des médecins se décompose en six fiches, deux annexes et un lexique, dont le lecteur pourra prendre connaissance si tel est son souhait. Ici, notre propos est d'attirer l'attention du patient sur ses droits, ce qui lui permettra de les faire valoir à l'égard du praticien, pour lequel ils ne sont pas une option : le médecin doit s'y conformer, sous peine s'exposer à des sanctions, mais aussi de perdre ses patients qui sont aussi ses clients.

La première fiche est consacrée aux dossiers du patient. C'est celle qui doit en priorité attirer son attention et qui nous intéresse ici.

Le médecin doit d'abord appliquer une règle d'or : ne collecter que les informations strictement nécessaires à l'objectif poursuivi, établir un diagnostic, traiter et soigner son patient, prévenir des pathologies, assurer la continuité de la prise en charge. Comme cela ressort du contenu du Dossier médical partagé, le DMP, que nous analysons au chapitre suivant, le médecin traitant, par essence généraliste, a vocation à connaître bien plus d'informations qu'un spécialiste. S'il adresse un patient à un confrère spécialiste, le médecin traitant doit l'informer des pathologies susceptibles d'avoir une influence sur le traitement qui pourrait lui être prodigué, sauf opposition légitime du patient. Par exemple, il n'est a priori pas essentiel que le gastro-entérologue ait connaissance d'éventuels antécédents psychiatriques du patient. Cette restriction ne date pas du RGPD et des dossiers médicaux informatisés et connectés. Elle est attachée au secret professionnel, car même dans les circonstances où des informations à caractère secret ont vocation à être partagées, ce partage ne peut porter que sur ce qui est essentiel à la poursuite de l'objectif, dans l'intérêt de l'usager dûment informé. Le médecin devra s'interroger si des informations relatives à l'hygiène de vie de son patient doivent figurer dans son dossier, et plus encore si elles ont vocation à être partagées. Tel est par exemple le cas de l'alcoolisme ou de l'usage de stupéfiants.

La durée de conservation du Dossier médical est également encadrée par le RGPD : vingt ans à compter de la dernière consultation, avec quelques spécificités si le patient est mineur et d'autres s'il est décédé. Il en va de même du droit d'accès du patient aux données le concernant, ce dont il doit bien

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

évidemment être informé. Il peut exiger de les rectifier en cas d'erreur, et en certaines circonstances, exiger leur effacement ou s'opposer à leur traitement, si tant est que le motif invoqué soit légitime. Si le patient veut accéder à son dossier, le médecin doit satisfaire sa demande dans les 8 jours (2 mois lorsque les informations datent de plus de 5 ans).

Bien qu'il ne soit de l'intérêt de personne d'installer un climat de suspicion entre le médecin et le patient, ce dernier peut l'interroger sur les mesures de sécurité informatique qu'il met en œuvre pour protéger ses données. Le médecin doit se conformer aux *référentiels de sécurité et d'interopérabilité des données de santé*, visés à l'article L. 1110-4-1 du Code de la Santé publique. Le but de ce dispositif n'est pas de nuire aux médecins ou de les obliger à exposer des dépenses considérables pour sécuriser les données de leurs patients. Ils doivent prendre conscience des enjeux considérables de la santé connectée et des risques nouveaux qu'elle engendre. Personne ne souhaite retrouver son dossier médical sur Facebook. Et pourtant de tels dossiers se sont déjà retrouvés sur le Darknet, l'internet parallèle où officie la pègre, à des fins de demande de rançon. Aux États-Unis, des rançons de 100 000 € ont été payées par des hôpitaux pour récupérer les données de leurs patients, données qui restent toutefois définitivement partagées avec les rançonneurs. En juillet 2018, un hôpital de Singapour a subi un piratage informatique massif visant à dérober des dossiers médicaux. Parmi eux, figure celui du Premier ministre. En février 2021, plusieurs hôpitaux français furent victimes de cyberattaques paralysant les plateaux techniques et rendant inaccessibles les dossiers des patients. Officiellement, aucune rançon n'a été payée. Cela conduira-t-il enfin le ministère de la Santé et les ARS (Agences régionales de santé) à en tirer les conséquences en termes de sécurisation des systèmes d'information et de formation de tous les personnels, et pas seulement des services informatiques, aux « gestes barrière informatique » ? Le seul respect des référentiels techniques susnommés ne suffit en effet pas à garantir la sécurité des données. Ce qui vaut pour les hôpitaux vaut également pour les médecins libéraux qui doivent s'imposer de bonnes pratiques qui relèvent de l'hygiène informatique. Cela concerne les sauvegardes, l'utilisation des clés USB, les mails (pièces jointes, liens divers…), les mises à jour de

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

sécurité du système d'exploitation et celles des antivirus, qui ne sauraient être différées, le chiffrement des données, la gestion des mots de passe, qui doivent être régulièrement renouvelés et jamais affichés sur un post-it, le verrouillage des sessions, en particulier sur les machines portables, smartphones compris… Selon la SNCF, 245 000 objets sont perdus chaque année (hors période de pandémie de Covid-19) en gare et dans les trains, dont seuls 30 % sont récupérés par leur propriétaire[21]. L'objet le plus souvent perdu est le téléphone mobile. S'agissant en réalité de smartphones dans la plupart des cas, ce sont ainsi de véritables terminaux de poche, de véritables ordinateurs hyper connectés, qui circulent dans la nature et ne tombent pas toujours dans de bonnes mains. Par ailleurs, environ 6 000 pertes d'ordinateurs portables sont déclarées chaque année, sachant que tout le monde n'effectue pas de déclaration[22]. Selon le blog SBE, plus de 700 PC portables seraient perdus chaque semaine (avant la pandémie de Covid), dans le seul aéroport de Roissy ![23] Avec de pareilles statistiques, on peut comprendre que le patient puisse être tenté d'interroger son médecin sur la protection des données qui lui sont confiées. Il ne le fera pas, pas davantage qu'il le ferait à l'égard d'un avocat qui lui aussi détient des données très sensibles. Cela ne se fait pas, pourrait-on dire… jusqu'au premier scandale relayé par les médias, par exemple si le dossier médical d'un notable de premier rang se retrouvait sur les réseaux sociaux, ou celui d'un chirurgien dont l'état de santé indiquerait qu'il ne vaudrait mieux pas passer entre ses mains !

Cet ouvrage ne se destine pas aux médecins et ne détaille pas toutes les obligations qui lui incombent en matière de protection des données, pour la plupart issues du RGPD. Se mettre en conformité avec le règlement européen est un vrai challenge, nécessite souvent le recours à un ou plusieurs prestataires, voire qui oblige à suivre une formation tant juridique que technique, malgré les louables efforts de la CNIL pour aider les professionnels à se conformer au RGPD. Le médecin doit notamment tenir

21 https://www.gares-sncf.com/fr/actualites/objets-trouves-sncf-gares-connexions-se-met-quatre-vous-restituer.

22 https://ressources.data.sncf.com/explore/dataset/objets-trouves-gares/?sort=date.

23 http://blog.sbedirect.com/roissy-733-pc-portables-perdus/.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

un « registre des activités de traitement », utiliser une messagerie sécurisée pour échanger des données de santé avec d'autres professionnels, chiffrer les pièces jointes, réaliser une analyse d'impact relative au traitement des données à caractère personnel, s'assurer que ses prestataires de télémédecine respectent le RGPD, etc. En théorie, ce texte essentiel instaure une obligation de moyen et non de résultat : si un médecin (ou tout professionnel traitant des données personnelles) se fait pirater, il n'en serait pas responsable s'il a respecté les process obligatoires. En pratique, il est peu probable que la CNIL ou le juge lui demande des comptes en l'absence d'accident informatique ou de plainte d'un patient, sauf erreur grossière, comme un site internet non sécurisé permettant à n'importe qui d'accéder aux dossiers des patients.

Le Dossier médical partagé (DMP), au service de la continuité de la prise en charge sanitaire : vers la fin de la confidentialité ?

Rappelons d'abord quelques règles de base, avant de les appliquer au Dossier médical partagé, qui est également un dossier numérique, accessible en ligne :

Dans le secteur de la santé, sauf opposition du patient, le partage d'informations est la règle entre professionnels participant à la prise en charge du patient au sein de l'équipe de soins. Ce partage peut même être étendu, avec l'accord express du patient, à d'autres catégories membres de cette équipe, comme les mandataires judiciaires à la protection des majeurs, les assistants de service social, les psychologues, les professionnels de l'aide à la personne… Dans tous les cas, le partage d'information doit être limité à ce qui est strictement nécessaire à la continuité de la prise en charge sanitaire ou sociale.

Comme il est indiqué sur le site internet du DMP www.dmp.gouv.fr, le Dossier médical partagé *permet aux professionnels de santé autorisés d'accéder aux informations utiles à votre prise en charge et de partager avec d'autres professionnels de santé des informations médicales vous concernant : vos antécédents, vos allergies éventuelles, les médicaments que vous prenez, vos comptes-rendus d'hospitalisation et de consultation, vos résultats d'examens (radios, analyses biologiques…), etc. Il s'agit d'un*

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

véritable carnet de santé toujours accessible et sécurisé. Pour être plus pratique, il est informatisé et vous en contrôlez l'accès. À part vous, seuls les professionnels de santé autorisés (médecin, infirmier, pharmacien…) peuvent le consulter.

Dans le cadre de la loi du 26 janvier 2016, le DMP, accessible en ligne (même à partir d'un smartphone) à tous les professionnels de santé et au patient, a vocation à se généraliser. Pourtant, les résistances sont encore nombreuses de la part des professionnels, et risquent même de s'accroître du point de vue des patients, même s'ils peuvent en contrôler l'accès. En effet, les pouvoirs publics tentent de les convaincre des bienfaits de ce « carnet de santé numérique » et jusqu'à décembre 2016, le « P » signifiait « personnel » et non « partagé ». Il fallut donc attendre la toute fin de l'année 2016 pour que le site officiel soit mis à jour, le décret mentionnant bien « partagé » et non « personnel ».

En janvier 2018, les pouvoirs publics issus des élections présidentielles et législatives de l'année précédente décidèrent de mettre en pratique la généralisation du DMP, jusqu'alors décrétée, mais vraiment appliquée[24]. Les ARS et l'assurance maladie furent priées de mobiliser les établissements de santé avec pour obligation de faire remonter les résultats. Même les EHPAD doivent être sensibilisés et collaborer à la généralisation du DMP, par la cartographie de la « DMPcompatibilité » de leurs systèmes d'information, cartographie que le Règlement européen sur la protection des données à caractère rend de toute manière obligatoire, conformément aux dispositions de son article 6[25]. Mais à quoi sert véritablement ce DMP, ce carnet de santé numérique et comment fonctionne-t-il ?

À l'adresse https://www.mon-dmp.fr/fr/document/cgu, où l'on peut accéder aux « conditions générales d'utilisation du service DMP pour les bénéficiaires de l'assurance maladie », les pouvoirs publics tentent de rassurer le patient sur le fait que bien que partagé, ce dossier n'en conserve pas moins sa dimension personnelle, ce qui relève d'un délicat exercice de communication.

Il est notamment indiqué que le patient garde un contrôle total sur son DMP, y compris le droit de le clôturer, et d'attribuer

24 http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2018/04/cir_43291.pdf.
25 http://www.privacy-regulation.eu/fr/30.htm.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

des autorisations d'accès aux professionnels de santé de son choix, sans effet sur les prestations sociales et notamment le remboursement des soins. En revanche, le médecin traitant déclaré par le patient dans son DMP a accès à l'ensemble des données contenues dans le DMP. Il est aussi précisé que *Le DMP ne se substitue pas au dossier que tient chaque professionnel de santé, quel que soit son mode d'exercice, dans le cadre de la prise en charge d'un patient*. Ainsi, le DMP ne remplace pas les autres dossiers médicaux, mais constitue le tronc commun de la prise en charge médicale et paramédicale, les informations étant partagées entre tous professionnels de santé. Un concept délicat à mettre en œuvre.

En somme, le carnet de santé numérique ne mentionne que ce que le patient veut y faire figurer, sauf à l'égard du médecin traitant, qui plus que jamais, est son confident. À ce jour, le partage des informations contenues au DMP est fortement encadré : peu d'informations ont finalement vocation à figurer, car on peut comprendre que le patient souffrant de problèmes psychiatriques n'ait pas forcément envie que son rhumatologue et encore moins son kinésithérapeute ou son opticien, qu'il perçoit davantage comme un vendeur de lunettes que comme un professionnel de santé, en soient informés. On peut donc s'interroger sur la véritable utilité du DMP, au-delà de renseigner un service des urgences sur le groupe sanguin et les allergies d'une victime.

Le 19 septembre 2018, Agnès Buzyn, alors ministre de la Santé, avait annoncé sur les antennes d'une radio qu'à partir de novembre, le DMP serait non seulement généralisé et obligatoire, mais aussi que seul un espace individuel du patient resterait sous son contrôle, lui permettant d'y déposer les informations de son choix. Le reste, donc tout le parcours de santé du patient, serait alimenté directement par les professionnels de santé et par la Sécurité sociale, sans que le patient ne puisse s'y opposer. Sans doute le DMP doit-il être généralisé, et donc obligatoire, pour être véritablement efficace. Mais cela poserait de sérieux problèmes de confidentialité : d'abord, la catégorie des professionnels de santé est plus large qu'on ne l'imagine : médecins, sages-femmes, odontologistes, pharmaciens, infirmiers, masseurs-kinésithérapeutes, pédicures-podologues, ergothérapeutes et psychomotriciens, orthophonistes et orthoptistes,

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

techniciens de laboratoire médical, audioprothésistes, opticiens-lunetiers, prothésistes et orthésistes, diététiciens, aides-soignants, auxiliaires de puériculture, ambulanciers… tous sont considérés par le Code de la santé publique comme des professionnels de santé. Le patient d'un psychiatre ou d'un addictologue se réjouira-t-il que son pharmacien et même son opticien, davantage perçu comme un commerçant que comme un auxiliaire médical, soit informé de ses pathologies et des traitements qui lui sont prodigués ? On pourrait même s'interroger sur la conformité de ce partage généralisé au Règlement européen sur la protection des données personnelles, mais nous avons déjà eu l'occasion de souligner que le fameux RGPD n'offrait au citoyen qu'une protection très relative.

Ensuite, ce mécanisme pourrait conduire à une forme de médecine des riches et une médecine des pauvres : en échange de la confidentialité, et donc, de l'absence d'inscription d'une consultation ou d'un traitement dans le DMP, le patient renoncerait à la prise en charge par l'assurance maladie. Le prix de la consultation serait alors totalement libre, le médecin intervenant comme un prestataire de services désireux de satisfaire son client (autant que de soigner son patient).

Finalement, le DMP imaginé par Agnès Buzyn est, pour le moment, resté dans les cartons. Le patient en conserve le contrôle, y compris le droit de le clôturer, et d'attribuer des autorisations d'accès aux professionnels de santé de son choix, sans effet sur les prestations sociales et notamment le remboursement des soins. En revanche, le médecin traitant déclaré par le patient dans son DMP a accès à l'ensemble de son contenu. À terme, il serait difficile, voire impossible, de concilier des objectifs contradictoires : d'une part, optimiser la prise en charge du patient et maîtriser les dépenses de santé. D'autre part, lui garantir une parfaite confidentialité, en particulier à l'égard des financeurs, les assurances-santé publiques et privées.

Les enjeux de responsabilité liés à l'intelligence artificielle en secteur sanitaire

Aussi longtemps que le médecin utilisera l'intelligence artificielle pour l'aider à établir son diagnostic et à déterminer le traitement adéquat, il demeurera responsable de ses

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger
Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

décisions. Néanmoins, si l'assistant numérique l'induit en erreur, le médecin ne se privera pas de faire valoir la responsabilité du matériel ou de l'éditeur des logiciels incriminés. Mais à l'image d'un pilote de ligne qui s'en remet presque aveuglément aux instruments de bord, sauf dysfonctionnement manifeste (et encore, puisque la plupart des crashs d'avion résultent d'une défaillance humaine ou d'une mauvaise réaction à la suite de la survenance d'une panne technique), le médecin finira par admettre la supériorité de l'intelligence artificielle, et entériner son analyse hors erreur flagrante, relevant presque du bug informatique. L'étape suivante, dont on veut aujourd'hui nous promettre qu'elle n'existera jamais, consistera à se passer totalement du médecin au stade du diagnostic et de préconisation qui en résulte, avant que la chirurgie ne soit elle-même confiée à un robot, plus précis, plus rapide et moins sujet à l'erreur que le meilleur des chirurgiens. L'analogie peut être faite avec les voitures autonomes : certes, certaines d'entre elles sont impliquées dans des accidents de la route, mais rapidement, elles s'avéreront bien plus sûres que les véhicules conduits par des conducteurs en chair et en os. Comme des accidents se produiront fatalement de temps à autre, a fortiori si les véhicules autonomes coexistent avec leurs homologues traditionnels sur un réseau routier mixte, des questions de responsabilité ne manqueront pas de se poser. Mais les batailles juridiques et judiciaires du futur auront comme principale toile de fond la responsabilité et la réparation d'un préjudice résultant d'un dysfonctionnement ou d'une insuffisance de l'intelligence artificielle.

Il ne fait aucun doute que des avocats de chacun des acteurs de l'intelligence artificielle planchent déjà sur des clauses exonérant leur client de toute responsabilité. Si la machine se trompe, ce serait la faute à pas de chance ! Ces concepteurs et les éditeurs de logiciels s'affranchiraient ainsi de toute obligation de résultat, au bénéfice d'une obligation de moyen : *Mais oui, madame ou le monsieur le juge, nous avons procédé à des milliers d'essais, avons embauché les meilleurs spécialistes, avons tout fait, à chaque étape du développement et de la réalisation de nos outils, pour ce ceux-ci fonctionnent parfaitement, et ne pouvons par conséquent être tenus pour responsables d'un impondérable qui nous échappe…* Comme pour la réparation du préjudice du patient décédé sur la table

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

d'opération, où l'aléa thérapeutique est pris en charge par la collectivité en l'absence de faute du praticien, la défaillance de l'IA serait indemnisée sur fonds publics ou par un régime assurantiel obligatoire. Il est cependant peu vraisemblable que le législateur laisse les professionnels se dédouaner contractuellement de toute responsabilité. Une telle clause serait sans doute jugée abusive par les tribunaux.

Si la responsabilité contractuelle ne parvient pas à répondre au nouveau défit juridique de l'intelligence artificielle, en l'espèce appliquée à la e santé, il semble tout aussi délicat de chercher une solution dans la responsabilité civile, ou responsabilité extracontractuelle, dont le socle juridique est précisé aux articles 1240 et suivants du Code civil[26].

L'article 1240 dispose, depuis Napoléon, que *tout fait quelconque de l'homme, qui cause à autrui un dommage, oblige celui par la faute duquel il est arrivé à le réparer* et l'article 1241 que *Chacun est responsable du dommage qu'il a causé non seulement par son fait, mais encore par sa négligence ou par son imprudence*. En outre, l'article 1242 alinéa 1er dispose que *On est responsable non seulement du dommage que l'on cause par son propre fait, mais encore de celui qui est causé par le fait des personnes dont on doit répondre, ou des choses que l'on a sous sa garde*.

En l'espèce, la chose est la machine intelligente, qui est nécessairement sous la garde d'un humain, sans quoi le Code civil ne pourrait s'appliquer. Mais l'homme reste-t-il réellement gardien d'une machine autonome ? Appliquée à la santé et plus particulièrement à l'analyse, au diagnostic de la pathologie et à la préconisation d'un traitement, l'IA ne prend pas la forme d'un robot qui échapperait au contrôle du médecin, sauf à retomber dans les méandres de la fiction ou de l'anticipation. Le médecin actionne la machine et évalue son diagnostic. Si celui-ci est erroné, sa responsabilité ne pourrait être engagée que si l'erreur était détectable, car suffisamment flagrante. Il est le gardien de la machine, mais pas le garant, du moins pas le seul garant, de son bon fonctionnement. Même en établissant une règle juridique basée sur la responsabilité sans faute, assortie

26 https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=ABAB46AF81946FACA119D0B6B7A7A534.tplgfr35s_3?idSectionTA=LEGISCTA000032021488&cidTexte=LEGITEXT000006070721&dateTexte=20180716.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

d'une obligation de résultat assurant une indemnisation systématique à la victime, les batailles juridiques ne manqueront pas de s'engager pour « trouver le coupable » : fabriquant du logiciel, du matériel, médecin, chef de service, interne d'un hôpital, administration, service informatique n'ayant pas effectué une mise à jour, réseau électrique en cas de coupure de courant, responsable de la maintenance n'ayant pas installé ou entretenu le bloc électrogène, fournisseur d'accès à internet en cas de coupure ayant entraîné un dysfonctionnement… La liste des protagonistes est longue. Qui va payer ? Personne ne veut payer !

S'en remettre à l'intelligence artificielle s'apparente à une délégation de pouvoir, sauf que ce mécanisme traditionnel du droit des sociétés, et dont la portée est principalement de nature pénale, ne peut s'appliquer à l'IA, car on ne va pas traduire l'ordinateur devant un juge. À ce jour, l'intelligence artificielle autonome n'est pas utilisée en e santé. En revanche, elle commence à l'être en matière de véhicule autonome, avec les premiers procès en cours à la suite de quelques accidents. Il semblerait que l'on s'oriente vers une responsabilité sans faute, d'ailleurs anticipée par les constructeurs qui ont annoncé assumer toute responsabilité en cas d'accident. Tant que ceux-ci sont très peu nombreux, ils y ont fortement intérêt, mais la donne pourrait changer lorsque les véhicules autonomes se seront généralisés. Nul doute que les véhicules enregistreront les données de bord comme le font les avions avec leur boîte noire, car la responsabilité peut fort bien incomber au conducteur d'un véhicule tiers, qu'il soit autonome ou conduit par un humain, ou un cas de force majeure que l'IA n'a su éviter, comme la chute d'un arbre ou une flaque d'huile sur la chaussée (pour le verglas, la nature imprévisible de sa survenue fera débat). Si le constructeur est par définition responsable, à charge pour lui de se retourner contre ses sous-traitants, sans pouvoir se dédouaner à l'égard des victimes. Qui assumerait la position du constructeur automobile en matière d'IA appliquée à la santé ? Le gardien de la machine, vraisemblablement, et plus pragmatiquement sa compagnie d'assurances. Le débat reste ouvert, et même, il ne vient que de s'ouvrir. Il atteindra un degré de complexité supplémentaire lorsque sera mise en œuvre la responsabilité d'un homme augmenté, dans l'hypothèse où cette évolution transhumaniste

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

affecterait des fonctions cognitives. Nous avions relaté le faux procès du transhumanisme que la Cour d'appel de Paris avait organisé en 2017. Les victimes étaient des « fonctionnaires augmentés » équipés d'un dispositif leur permettant d'analyser rapidement les documents qu'ils lisaient. Imaginons que l'analyse soit erronée et occasionne un préjudice à des administrés et/ou à l'administration. Quelle serait alors la chaîne des responsabilités ?

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Épilogue
« Science sans conscience n'est que ruine de l'âme »

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Cette expression, extraite de *Pantagruel*, le chef-d'œuvre de Rabelais publié en 1532, illustre l'impérieuse obligation de faire progresser la science sans jamais oublier sa finalité humaniste, sans quoi c'est une autre citation, cette fois d'Albert Einstein, qui risquerait de se concrétiser au détriment de l'homme : *Le progrès technique est comme une hache qu'on aurait mise dans les mains d'un psychopathe*. Nous sommes en effet dans une phase particulière de l'évolution de l'humanité, où la connaissance croît à vitesse exponentielle alors que l'espèce humaine, en tant qu'entité biologique, n'évolue quasiment pas. Dans son livre « Sapiens », Yuval Noah Harari explique parfaitement comment la révolution agricole avait déjà, il y a environ 12 000 ans, pris de cours une espèce humaine dont le mode de vie n'avait guère évolué en 2,5 millions d'années. Aujourd'hui, la fiction d'hier, celle d'il y a quelques dizaines d'années à peine, est en passe d'être rattrapée par la science, et ce d'autant plus que cette course dont on espère qu'elle ne soit dépourvue de conscience, est alimentée par des flux financiers impressionnants. Les entreprises les plus puissantes, en particulier aux États-Unis et en Chine, investissent massivement dans l'intelligence artificielle, tout particulièrement au service de la e santé. L'homme est de mieux en mieux *réparé* avec parfois la tentation de l'améliorer, de l'augmenter. Peu importe après tout, de savoir quelle technique l'emportera : la mécanique, l'informatique, la biologie… Qu'un organe artificiel soit fabriqué par une imprimante 3D à partir de tissus humains mis en culture, ou qu'il soit un assemblage de résine et de boulons est en définitive une question secondaire. On répare, on remplace, on augmente. Et lorsque le cerveau pourra aussi être réparé, remplacé, augmenté, il importera peu que notre matière grise soit un superordinateur quantique ou une plante biotechnologique dont la graine serait une cellule-souche. Réparer, remplacer, augmenter… sans fin et sans limites. N'oublions jamais Rabelais et Einstein, ayons

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

toujours à l'esprit que la conscience et l'éthique doivent guider la science, que le politique ne peut tout céder à l'économique et que le droit est son instrument pour dresser des barrières protectrices autour du citoyen. Le politique doit gérer un délicat paradoxe, car le mouvement du progrès est irréversible et universel. Si nous Français, nous Européens, rations le train de l'intelligence artificielle et de la e santé, il progresserait sans nous, et nous serions d'autant moins capables de le contrôler. Nous ne pourrions que subir. Ce train ne peut avoir le profit comme unique carburant et les GAFAM américains et BATX chinois comme seuls conducteurs. Nous devons décider où ce train doit nous amener.

Réparer et remplacer, mais aussi contrôler. Aujourd'hui déjà, la numérisation accélérée de toute la société pose d'immenses problèmes de respect de la vie privée. La santé connectée permet la circulation permanente de nos données dont l'exploitation peut avoir d'autres desseins que notre santé et notre bien-être. Le jour où votre compagnie d'assurance vous offrira un magnifique bracelet connecté, interrogez-vous sur la véritable finalité de ce cadeau !

Qu'on se place sur le terrain de la recherche scientifique dans ses différentes branches ou sur celui des sciences humaines comme le droit, l'éthique ou la politique, la e santé est une page fascinante de l'histoire humaine dont l'écriture a tout juste débuté. On entrevoit ses possibilités fabuleuses et se méfie de ses possibles dérives monstrueuses. Associée à l'intelligence artificielle, la e santé promet le meilleur et laisse craindre le pire. C'est notre vigilance qui déterminera son avenir, et par voie de conséquence, le nôtre.

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Table des matières

Préface 5
Première partie : Imaginons demain 13
Fiction ou anticipation ? 15
Scénario 1 : Big brother is watching you… 19
Scénario 2 : Tuer l'humanité en voulant terrasser la mort 23
2e partie : Aujourd'hui 45
La santé connectée en pratique 47
Parlons gros sous ! 48
Docteur, je suis prêt à vous recevoir 54
Connecté par ci, connecté par là, si pas connecté, tu ne passeras pas 59
La télémédecine : une réponse partielle aux déserts médicaux, et plus encore 72
L'intelligence artificielle au service de la e santé 79
Pour qu'intelligence artificielle ne rime pas avec bêtise humaine 79
Big Data + Super calculateur = diagnostics précis et fulgurants 82
Les organes artificiels 87
Au cœur (artificiel) de la e santé… en 3D 87
La folle épopée des prothèses 90
Éthique et droit 105
Le droit de ne pas savoir 105
La volonté (des marchands) de savoir 108
Le principe du consentement et ses exceptions dans le RGPD 110
Vos données contre mon service 113
Votre consentement ? Inutile, puisqu'il est de mon intérêt légitime de traiter vos données ! 114

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

La confidentialité des relations entre le médecin et son patient 117
Le Dossier médical partagé (DMP), au service de la continuité de la prise en charge sanitaire : vers la fin de la confidentialité ? 121
Les enjeux de responsabilité liés à l'intelligence artificielle en secteur sanitaire 124
Épilogue : « Science sans conscience n'est que ruine de l'âme » 129

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour protéger

Copyright - Editions Maïa - Merci de ne pas diffuser pour