TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

LES FOCUS
TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

E-SANTÉ : A QUOI RESSEMBLERA LE DOCTEUR 4.0 ?

janvier / 2017

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2

INTRODUCTION 3

E-SANTÉ : QUAND LE NUMÉRIQUE CHANGE LA DONNE MÉDICALE 4

- MÉDECINE : L'ÈRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET DES ROBOTS 4
- LEVER LES FREINS LIÉS À LA TÉLÉMÉDECINE ! 6
- LE BOOM DE L'AUTODIAGNOSTIC ET DE L'E-SANTÉ 7

SANTÉ DU FUTUR : ENTRE OPPORTUNITÉS ET DANGERS 10

- LES DONNÉES LIÉES À LA SANTÉ : UNE SÉCURITÉ TRÈS SENSIBLE 10
- DEMAIN, VIVRONS-NOUS 1000 ANS ? 12
- BIG DATA ET AMÉLIORATION DU SYSTÈME DE SANTÉ 15

INNOVATION ET SANTÉ : C'EST DÉJÀ DEMAIN 16

- UN BANDEAU CONNECTÉ POUR AMÉLIORER VOTRE SOMMEIL 16
- DES SCIENTIFIQUES DESSINENT UNE NOUVELLE CARTE DU CERVEAU 17
- IMPLANTS, PROTHÈSES, ORGANES ARTIFICIELS... JUSQU'OÙ RÉPARER LE CORPS ? 19

INTRODUCTION

L'e-santé regroupe les pratiques innovantes liées au mariage des nouvelles technologies avec la médecine : robotique chirurgicale, données de santé, autodiagnostic, télémédecine... Les acteurs de cette évolution doivent subtilement jongler entre ce qui est une véritable révolution et les contraintes liées aux changements de pratiques chez les utilisateurs.

E-SANTÉ : QUAND LE NUMÉRIQUE CHANGE LA DONNE MÉDICALE

MÉDECINE : L'ÈRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET DES ROBOTS

Le deep learning et la robotique ouvrent une nouvelle ère pour la médecine. L'intelligence artificielle va révolutionner le diagnostic médical, les robots la prise en charge et l'opération des patients.

Le futur du diagnostic est en construction. L'intelligence artificielle (IA) Watson, développée par **IBM**, a des applications dans un vaste champ d'applications. En médecine, elle permet d'améliorer la précision des diagnostics médicaux. Fin octobre, Watson a signé une performance historique. Lors d'une expérience menée à l'école de médecine de l'Université de Caroline du Nord, cette IA a confirmé 99% des traitements prescrits par des cancérologues concernant 1 000 cas de cancer. Mais elle a surtout trouvé 30% d'options thérapeutiques de plus que les médecins.

Cette prouesse provient du deep learning (apprentissage statistique profond). Watson analyse et apprend des milliers d'études publiées chaque année en cancérologie. Il peut ainsi prendre en compte toutes les recherches ou essais cliniques, chose que ne peut pas faire même le meilleur médecin. Par ailleurs, il peut intégrer l'ensemble des données contenues dans le dossier d'un patient pour un diagnostic personnalisé et déterminer les options de traitement les plus adaptées. Le déploiement à grande échelle d'une telle intelligence artificielle permettrait de réduire les erreurs de diagnostics et de recentrer le rôle du médecin sur la prise de décision et la relation avec le patient.

Plus proche du grand public, tout le monde connait Siri, l'intelligence artificielle disponible sur iPhone. Désormais, vous allez découvrir **MedWhat**, l'intelligence artificielle développée par des médecins de l'université californienne

de Stanford. Disponible sur Internet, elle répond à toutes les questions portant sur la santé des utilisateurs, via un robot conversationnel.

Des robots dans tous les hôpitaux ?

Le futur de la médecine passe aussi par la robotique. Robots chirurgiens et infirmiers se développent. Le marché des robots spécialisés dans la chirurgie est aujourd'hui dominé par le pionnier Intuitive Surgical et son robot **Da Vinci**. Piloté par le chirurgien, il offre un outil d'une extrême précision doté d'une caméra endoscopique et de 3 bras manipulant des instruments chirurgicaux. Plus de 3.600 robots Da Vinci ont été vendus dans le monde. Mais il y a aussi le robot Rosa de **Medtech** pour la chirurgie du cerveau et de la colonne vertébrale, le robot miniature de **Virtual Incision** pour les chirurgies abdominales, ou encore le futur robot de **Verb Surgical**...

Reuters relate qu'une intervention chirurgicale sur trois serait réalisée par des robots aux Etats-Unis dans 5 ans. Soit deux fois plus qu'en 2016. Les entreprises développeront aussi leurs ventes en Europe, Inde et Chine. Mais les chirurgiens ne disparaîtront pas pour autant. Ils s'installeront de plus en plus aux commandes d'un ordinateur. Ils guideront alors des bras robotisés qui manipuleront avec une précision micrométrique les instruments chirurgicaux.

Du côté de l'aide aux infirmiers à l'hôpital, Panasonic a créé le robot **Hospi**, un transporteur de médicaments autonome et sécurisé. Il peut transporter jusqu'à 20 kg de produits, documents et instruments. D'une autonomie d'environ 9 heures, il se déplace jusqu'à 3,6 km/h. Avec sa tête d'ours, **Robear** est un robot qui aide les personnes invalides et âgées à se déplacer. Il y a aussi le robot **Terapio**, en développement au Japon, qui suivra les infirmières partout dans l'hôpital et les assistera dans leurs tâches quotidiennes.

Ces robots coûtent encore très cher. Par exemple, Da Vinci est vendu près de 1.5 millions de dollars. Mais les nouveaux robots sont déjà plus abordables : Robear tourne autour de 200.000 dollars, Hospi près de 100.000 dollars. Les développeurs de la prochaine vague de robots redoublent d'efforts pour développer rapidement des solutions abordables, plus agiles et capables d'exécuter plus de types de procédures. Pour faire que bientôt, robots, médecins et infirmiers travaillent main dans la main.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

14/12/2016

LEVER LES FREINS LIÉS À LA TÉLÉMÉDECINE !

Téléconsultation, téléexpertise et télésurveillance se développent lentement en France. La Fédération hospitalière de France incite le Gouvernement à parier sur ces nouveaux modèles pour développer la médecine de demain.

Depuis juillet 2016, la Fédération hospitalière de France (FHF) mène la campagne « *Déverrouillons la télémédecine* » pour mettre en lumière les projets pilotes de médecine exercée à distance. Son objectif : que le projet de loi de financement de la Sécurité sociale (PLFSS) pour 2017 prévoit la rémunération des actes de télémédecine « *à l'activité* », comme pour les actes classiques. Mais avec la présentation du budget 20107, le changement d'échelle n'est toujours pas à l'ordre du jour.

Simplement, l'article 47 du PLFSS 2017 prévoit que la phase d'expérimentation impulsée par l'article 36 du PLFSS 2014 soit prolongée d'un an, jusqu'en 2018. Ce programme se déroule actuellement dans 9 régions françaises et analyse l'impact et l'intérêt de la télémédecine sur le système de soins. Le PLFSS 2017 prévoit l'extension du dispositif à l'ensemble des régions françaises. Si cet article va dans le bon sens, il ne fait que pousser plus loin les expérimentations au lieu de généraliser à grande échelle le recours à la télémédecine.

Les expérimentations portent sur une liste prédéterminée très segmentée et partielle de spécialités. Celles-ci sont listées dans le PLFSS 2014. Il s'agit particulièrement du suivi à distance, grâce à des caméras, de cicatrisations ou de maladies chroniques (insuffisance cardiaque ou rénale), et de téléexpertise dans les établissements médicaux-sociaux.

Des freins avant tout financiers

La FHF a recensé plus de 100 projets pilotes et analysé les freins au développement de la télémédecine. Et ces freins sont principalement financiers. « *Les aides sont majoritairement forfaitaires, sous forme de subventions, sur certains territoires et sur certaines spécialités, sur décision des Agences régionales de santé*, assure David Gruson, délégué général de la FHF. *Cela empêche les établissements d'avoir des stratégies de substitution de la télémédecine à de l'hospitalisation complète* ». « *On propose de généraliser le recours à la télémédecine pour la médecine générale, de rembourser les actes à l'activité et de suivre les gains d'efficience », complète-t-il.*

Car selon les retours d'expériences, la télémédecine engendre de réels gains économiques et organisationnels grâce à **une meilleure coordination entre les centres médicaux locaux et les grands centres hospitaliers**. Par exemple, la télésurveillance permettrait de ramener la durée de séjour à l'hôpital des malades atteints d'insuffisance cardiaque d'une moyenne annuelle de 13 à 6 jours. Soit une réduction des dépenses de l'ordre de 1 milliard d'euros à l'échelle nationale. La FHF estime par ailleurs que la généralisation de la télémédecine pourrait engendrer la création de 12.500 emplois directs en France à horizon 2020.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

14/12/2016

LE BOOM DE L'AUTODIAGNOSTIC ET DE L'E-SANTÉ

Des kits vendus en pharmacie ou envoyés par des laboratoires d'analyses médicales permettent un diagnostic en quelques minutes : allergies, carences, cholestérol, fertilité... Et de plus en plus d'applications permettent de suivre sa santé. Demain, serons-nous tous apprentis-infirmiers ?

Vous avez des doutes sur une pathologie, mais ne pouvez ou ne voulez pas vous rendre dans un laboratoire médical ? Le test de grossesse n'est plus le seul kit vendu en pharmacie permettant l'autodiagnostic. Aujourd'hui, il est possible de trouver de nombreux kits en pharmacie ou de se les faire envoyer à domicile pour réaliser soi-même des autotests. Infection urinaire, ménopause, détection de cannabis, tétanos, intolérance au gluten, carence en fer, niveau de cholestérol... Voici un panorama de tests réalisables chez soi grâce à une simple goutte de sang ou d'urine. Il est même possible de mesurer la concentration en spermatozoïdes dans une goutte de sperme pour vérifier sa fertilité. Le résultat, sous forme de bandes colorées, vous est délivré en quelques minutes.

Ces autotests se développent et s'attaquent aux pandémies. Depuis septembre 2015, l'autotest BioSURE HIV Self Test, disponible dans un certain nombre de pays développés, permet ainsi d'identifier l'infection par le virus du sida en 15 minutes. Plus récemment, des chercheurs britanniques ont mis au point une clé USB capable de détecter le taux de présence du VIH dans une goutte de sang. Encore à l'état de prototype, cette clé USB donne des résultats fiables à 95% en seulement 30 minutes. Les chercheurs expliquent dans la revue Scientific Reports qu'ils espèrent développer ce dispositif pour les pays pauvres et l'étendre à d'autres virus, comme celui de l'hépatite. Dans quelques années, on peut donc imaginer qu'il sera aussi facile d'autodiagnostiquer un certain nombre de maladies ou même de cancers.

Pour des résultats plus poussés sur les maladies chroniques, les laboratoires d'analyses médicales pourraient rapidement emboîter le pas. La start-up américaine Everlywell envoie ainsi des kits à ses clients pour mesurer le taux de testostérone ou de cholestérol, la pollution par les métaux lourds, identifier des allergies... Les clients prélèvent eux-même les échantillons et les envoient à un laboratoire partenaire. Les résultats sont ensuite disponibles en ligne en moins d'une semaine. En France, les kits de prélèvement fournis par Kudzu Science vont aussi loin. A partir d'une mèche de cheveux, l'entreprise analyse votre exposition aux pesticides, au bisphénol A, aux PCB, aux métaux lourds, au mercure, au plomb, aux perturbateurs endocriniens... Mais elle permet aussi de faire un bilan de sa consommation d'alcool ou de tabac.

Des applications de santé connectée

Au-delà des auto-tests, les applications de suivi avec l'aide d'objets connectés fleurissent sur smartphones. Elles permettent de suivre son poids, son alimentation, son sommeil, son activité sportive, sa tension, son pouls, sa empérature... Et même sa vision ou son audition.

Les chercheurs commencent à s'intéresser à ces objets. Si dans la majorité des cas, il ne s'agit pas de dispositifs médicaux, ils peuvent avoir un intérêt médical en prévention de maladies ou chez des personnes souffrant de maladies chroniques. L'objectif des chercheurs est donc de définir les populations pouvant en bénéficier réellement et dans quelles conditions d'utilisation.Cette question était au centre du premier congrès international e-Health Research organisé par l'Inserm à Paris en octobre 2016. Dans un article de Ticsanté, Elisabete Weiderpass, présidente du comité scientifique du congrès, souligne l'intérêt de ces nouvelles applications. La population des pays développés étant vieillissante, le nombre de personnes atteintes de

maladies chroniques augmente sans cesse. Compte tenu des coûts élevés de suivi de ces patients, il faut développer des méthodes alternatives de suivi. « On avance à petits pas, mais dans l'avenir les patients devront avoir plus d'autonomie pour gérer leur santé, avec l'aide non seulement de médecins mais aussi d'infirmières spécialisées, voire de systèmes informatiques", et l'e-santé deviendra centrale », juge-t-elle. De quoi imaginer rapidement le développement massif des auto-tests, des auto-prélèvements et des applications de suivi.

Par Matthieu Combe, journaliste scientifique

14/12/2016

SANTÉ DU FUTUR : ENTRE OPPORTUNITÉS ET DANGERS

LES DONNÉES LIÉES À LA SANTÉ : UNE SÉCURITÉ TRÈS SENSIBLE

La protection des données à caractère personnel représente un enjeu majeur pour les particuliers et les entreprises travaillant dans ce domaine.

Mais cette problématique complexe oblige tous les acteurs à renforcer la sécurité des infrastructures et des échanges d'informations. Car le principal enjeu est d'assurer la mise à disposition des données pour les professionnels de santé tout en garantissant la sécurité et la confidentialité.

Comme toutes les entreprises, les établissements hospitaliers et les laboratoires peuvent être en effet touchés par une attaque informatique. Et ces risques devraient être encore plus élevés dans les prochaines années avec la multiplication des objets connectés. Guillaume Poupard, Directeur Général de l'ANSSI ('Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information), considère que les attaques sur le système de santé vont se multiplier et pourrait même engendrer des morts ! « Quand on voit la quantité d'informations récoltées, quand on voit l'action que tout cela peut avoir sur les patients, il y aura des morts demain », estime-t-il. Il ne s'agira pas nécessairement d'assassinats ciblés, mais plutôt de dégâts collatéraux, dans la mesure où « ces appareils vont se faire polluer par des attaques qui ne leur étaient pas destinées ».

Lors de la conférence Ruxcon Breakpoint, à Melbourne fin 2012, Barnaby Jack, expert en solution de sécurité, avait expliqué qu'une faille dans la programmation des émetteurs sans fil pouvait être utilisée pour envoyer des instructions aux stimulateurs cardiaques (pacemakers) et aux défibrillateurs. Cette faille avait en effet permis à ce spécialiste d'obtenir le numéro de série et le modèle du dispositif, lui permettant ainsi de reconfigurer le firmware de l'émetteur. De quoi inquiéter les quelque 400 000 français porteurs de stimulateurs cardiaques. Un chiffre en progression constante depuis 20 ans. 60 000 patients se font poser chaque année ces appareils

Cette situation délétère a été rappelée lors de la 39ème conférence organisée par le CyberCercle en février. Cette édition a réuni Gérard Bapt, Député de Haute-Garonne et Pierre Morange, Député des Yvelines, tous les deux membres de la Commission des affaires sociales, et Philippe Loudenot, FSSI (fonctionnaire de sécurité des systèmes d'information) des Affaires Sociale, de la Santé et des Droits des femmes. Selon Philippe Loudenot, les enjeux du monde la santé peut être classés en trois catégories : les attributions des remboursements avec les enjeux des fraudes, les organismes des prestations sociales qui donnent lieu à des fraudes en particulier du phishing avec l'envoi d'emails informant de problèmes sur des remboursements et enfin les d'attaques à buts destructeurs visant par exemple les établissements de santé comme ceux du sang.

Lors de cette conférence, Gérard Bapt a par exemple déclaré que des pannes informatiques avaient été à l'origine d'incidents graves entraînant même la fermeture d'établissements hospitaliers comme dans la région bordelaise. Toujours en France, en mars 2015, le laboratoire de biologie médicale Labio avait été victime d'un piratage de 40 000 identifiants et de centaines de bilans médicaux. Les pirates avaient exigé une rançon de 20 000 € pour que ces données ne se retrouvent pas sur Internet.

Il y a quelques années, des hôpitaux français et britanniques avaient été touchés par un code malveillant (virus Conficker). Quelques 8 000 ordinateurs avaient été infectés dans ces services hospitaliers.

Philippe Loudenot a rappelé que « la sécurité n'est pas un problème de moyens mais de gouvernance, de compétences et d'appropriation ». De nombreuses failles proviennent d'un manque de formation et d'information du

personnel, par exemple concernant la gestion des mots de passe (prêts de mots de passe, sessions restées ouvertes, post-it collés près de l'écran), ou du matériel (périphériques ou objets connectés non protégés, obsolescence des logiciels…). Or, 20% de mesures adéquates règlent 80% des problèmes…

Philippe Richard

15/02/2016

DEMAIN, VIVRONS-NOUS 1000 ANS ?

L'homme a une durée de vie que certains jugent trop courte. Parmi eux, on retrouve des personnes très influentes et talentueuses, Larry Page (Google) , Ray Kurzwell (Calico), Peter Diamandis (multi-entrepreneur), Mark Zuckerberg (Facebook) entre autres, prêts à investir temps et capital pour remédier à ce mal.

Les transhumanistes espèrent et prévoient un avenir libéré des maladies. Dans cet idéal, l'homme vivrait plus longtemps puisque son corps ne serait plus entravé par le vieillissement de ses cellules et ses capacités physiques et cérébrales seraient bien plus poussées qu'aujourd'hui. Les spéculations vont bon train sur le sujet. Le transhumaniste Aubrey de Grey, dans une interview accordée à 01net, déclarait comme possible l'allongement de la vie à 1000 ans. D'autres ont estimé qu'il était plus probable que la durée de vie s'allonge de 20 à 30 d'ici quelques décennies. Tous, en tout cas, ont argué le fait que l'évolution de l'homme était continue, et que du fait des améliorations technologiques, elle irait sûrement de plus en plus vite. Après tout, la loi de Moore n'a toujours montré de signes de faiblesse, alors pourquoi pas ? Et puis, nous assistons à un bouleversement en médecine, grâce à l'émergence de nouvelles technologies. Selon Jean-Michel Besnier, philosophe à l'université Paris-Sorbonne, "nous sommes passés d'une médecine qui soigne à une médecine qui répare, la mort étant la panne ultime qui résiste. Dans le futur le docteur sera remplacé par une sorte d'ingénieur expert en données".

La bio-impression 3D au service de la médecine régénérativeLe développement fulgurant de cette technologie ces dernières années offre de belles perspectives dans bien des domaines. Des objets en plastique, en métal, en bois, des textiles, et même des aliments sont déjà produits par des imprimantes 3D. L'innovation à présent se situe autour de l'impression de tissus et d'organes humains, ce que l'on appelle la bio-impression 3D. Là encore, les projets se multiplient. Une équipe de l'université de Harvard s'est par exemple servi de cellules vivantes pour élaborer des tissus cellulaires, allant même jusqu'à recréer un réseau de vais-

seaux sanguins pour le transport de l'oxygène et des nutriments. L'Oréal, en partenariat avec la start-up américaine Organovo, projetterait la fabrication de peau humaine pour tester ses nouveaux produits. Toutefois, des limitations scientifiques demeurent encore. Il n'est pas, à ce jour, possible d'imprimer un organe entier à cause de sa complexité. Ce le sera peut-être dans une trentaine d'années, voir davantage, a avancé avec précaution Fabien Guillemot, fondateur de l'entreprise Poietis, spécialisée dans la bio-impression. En attendant, la recherche se concentre sur le développement des briques constituantes des organes, comme les tissus.

La médecine régénérative

La recherche dans le domaine des cellules souches - ces cellules qui ne se sont pas encore différenciées, et qui peuvent encore se transformer en n'importe quelle cellule - et de la médecine régénérative est pleine de promesses. Les cellules souches sont principalement connues pour être utilisées dans des thérapies visant à fournir des traitements pour des maladies cardiaques ou des maladies dégénératives (Parkinson, Alzheimer, etc.) mais elles sont aussi étudiées pour la culture d'organes fonctionnels et de différentes parties du corps. De nombreuses équipes scientifiques, partout dans le monde, basent leurs recherches sur ce point. Comme celle du Riken Center for Developmental Biology à Kobe, qui travaille à la création de glandes pituitaires, à partir de cellules souches embryonnaires humaines, dans l'idée de les transplanter un jour sur l'homme. Ou encore celle du chercheur japonais Shinya Yamanaka, dont les travaux sur les cellules souches pluripotentes induites (IPS), permettant de produite tout type cellulaire, ont été récompensés d'un prix Nobel de médecine en 2012. Beaucoup considèrent ce pan de la recherche scientifique biomédicale comme un moyen d'apporter des améliorations biologiques, qui pourraient un jour mettre fin au processus de vieillissement et, qui sait, à cette fatalité ultime : la mort.

Certains acteurs transhumanistes voient plus loin que la perspective médicinale, et s'imaginent un homme pourvu d'un attirail technologique qui décuplerait ses performances : un homme augmenté. Il serait doté de prothèses ou d'autres éléments, courrait plus vite que la moyenne, verrait la nuit, disposerait d'une force extraordinaire et pourrait effectuer des tâches humainement irréalisables. La technologie servirait à l'homme à surpasser sa condition. Si la nature de cette ambition reste à déterminer - doit-on la classer dans le domaine du fantasme, ou d'une réalité tangible ? - c'est aussi l'aspect éthique qu'il faut considérer. L'innovation au service d'un handicap n'est pas remise en cause. En revanche, si elle n'a plus finalité de guérir ou de réparer mais plutôt d'améliorer l'homme, et donc de le transformer, doit-on fixer des limites ?

Les prothèses

Quoi qu'il en soit, nous n'en sommes pas encore là bien que des technologies existantes remplacent déjà certaines

parties du corps. On recense à ce jour une quantité de plus en plus importante de prothèses bioniques, comme le bras myoélectrique Bebionic, qui permet à son détenteur d'effectuer les mêmes mouvements qu'un bras ordinaire ; à ceci près que le sens du toucher n'est pas encore intégré. Ou encore, la main bionique Handiii, développée par la société japonaise Exiii, fonctionnelle et sensible aux évolutions grâce à sa disponibilité en open source, est actuellement la plus abordable sur le marché. Les technologies bioniques ne cessent de se développer, et les prix, grâce aux efforts collaboratifs et la mise en open source de quelques projets, tendent à se réduire considérablement.

Quel effet l'allongement de la vie aurait dans notre société ? Les années de travail seraient-elles augmentées en conséquence ou les années de retraite peut-être ? Le nombre d'être humain dépasserait-il un seuil critique, en matière de gestion des ressources et des espaces ?

Au-delà des enjeux éthiques derrière l'émergence de ces technologies, d'autres questions sont soulevées. Concernant la crédibilité d'une part, peut-on estimer que « la vieillesse est-elle une maladie comme une autre ? » Est-ce qu'en combinant toutes ces innovations et celles à venir, l'homme pourra défier la mort ou vivre jusqu'à 1000 ans ? À priori, le temps nous le dira, ou le dira aux générations suivantes.

Par **Sébastien Tribot**

31/03/2016

BIG DATA ET AMÉLIORATION DU SYSTÈME DE SANTÉ

Dans un monde submergé par des données -du flot sans fin des tweets et des notifications Facebook aux enregistrements des tests médicaux et génétiques-, il appartient aux informaticiens de donner sens à tout cela. Le Professeur en sciences informatiques à l'Université de Colombie-Britannique (UBC) Raymond Ng s'interroge sur la manière dont les données de masse sont en train de révolutionner la médecine.

Comment les données de masse peuvent améliorer le système de santé ?

"Nous avons de nombreuses nouvelles biotechnologies qui nous permettent d'étudier un patient au niveau moléculaire. Un simple échantillon d'un patient à un instant T peut facilement générer des centaines de milliers de lectures possibles. Si vous avez 1.000 patients et 10 instants t, en une seule prise de données, vous avez plus d'un milliard de nombres à analyser. C'est pourquoi nous avons besoin de méthodes informatiques pour analyser les données individuelles. Tout cela conduit à une médecine personnalisée : pour établir un diagnostic ou une prédiction de l'évolution des conditions de santé d'un patient, vous avez besoin de données très volumineuses sur cet individu".

Quelle en est l'utilisation actuelle en médecine ?

"On en est qu'au début, particulièrement dans les cas de cancer où on essaie de prédire, par exemple, si quelqu'un répondra à une certaine chimiothérapie. Mais on ne voit encore que la partie émergée de l'iceberg. La médecine personnalisée aura beaucoup plus d'applications cliniques dans les 10 à 20 prochaines années.

Un des tests que nous sommes en train de développer à PROOF [Prevention of Organ Failure] est de prélever un échantillon de sang d'un patient souffrant de maladie respiratoire obstructive chronique, au moment où le patient ressent les premiers symptômes pour essayer de prédire si cette personne va présenter un développement rapide de sa maladie ou une attaque pulmonaire dans les deux mois. Si un test comme celui-ci fonctionne, le clinicien pourrait commencer à donner au patient un traitement plus efficace, comme des stéroïdes, avant le déclenchement de l'attaque. Ceci pourrait éviter au patient d'être hospitalisé. En plus d'aider des patients, un tel test sanguin permettrait au système de santé de réaliser une économie substantielle.

Beaucoup de gens soulignent les problèmes concernant l'atteinte à la vie privée dans le recueil de telles données. Dans les recherches de santé, la vie privée des patients est d'une importance capitale. Tout ce travail se fait sous le couvert d'une éthique stricte. Au-delà du contexte de médecine spécialisée, des techniques très puissantes ont été développées, sous la bannière des recherches de données, ou de statistiques informatiques.

Nous avons les technologies pour collecter et analyser les données de masse, et nous devons avoir l'assurance que les structures de gouvernances sont là pour limiter les abus" conclut le Prof. Ng.

Source : bulletins-electroniques

Et aussi dans lesressources documentaires :
• Biomédical pharma
• Technologies de l'information

18/01/2015

INNOVATION ET SANTÉ : C'EST DÉJÀ DEMAIN

UN BANDEAU CONNECTÉ POUR AMÉLIORER VOTRE SOMMEIL

Dreem est un bandeau connecté qui promet d'améliorer la qualité du sommeil. Sa commercialisation est prévue l'an prochain.

Certains objets connectés se proposent d'analyser la qualité du sommeil. Dreem promet de faire mieux, c'est-à-dire d'améliorer la qualité du sommeil. Ce bandeau communicant et lié à une application mobile, via Bluetooth et WiFi, est le premier fruit de la start-up Rythm, née en 2014. Les deux cofondateurs, Hugo Mercier et Quentin Soulet de Brugière, sont en effet passionnés de neurosciences, en plus d'être jeunes polytechniciens. C'est à la suite d'une collaboration avec l'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière qu'ils ont l'idée de créer Dreem. Le projet retient l'attention de plusieurs investisseurs, dont Xavier Niel, qui injectent plus de 10 millions d'euros.

Dans le principe, Dreem s'apparente à un véritable électroencéphalographe tel qu'utilisé en médecine : il mesure l'activité électrique du cerveau, grâce à ses cinq électrodes, trois d'entre elles étant placées à l'avant et les deux restantes à l'arrière. A la différence près que Dreem n'est pas qu'un appareil passif. A l'aide de cet électroencéphalogramme, son logiciel interne examine la «signature électrique » du cerveau et identifie la phase de sommeil dans laquelle le porteur se trouve (léger, profond ou paradoxal).

Ce bandeau produit ensuite des stimulations sonores – des bruits «roses» – qui se propagent par conduction osseuse et sont synchronisés avec l'activité cérébrale. Ainsi le sommeil profond, le plus réparateur, est-il induit. Favoriser l'endormissement est une autre fonction envisagée, ce qui pourrait plaire aux insomniaques. Dreem sera mise à l'épreuve en situation réelle dès cet été, dans un test qui impliquera quelque 500 volontaires. Sa commercialisation est prévue en 2017, à un prix qui n'a pas encore été déterminé.

Frédéric Monflier

18/07/2016

DES SCIENTIFIQUES DESSINENT UNE NOUVELLE CARTE DU CERVEAU

Des chercheurs ont publié une carte très précise du cortex, qui identifie 97 nouvelles régions, pour 180 régions cérébrales désormais cartographiées. Une prouesse réalisée grâce à des algorithmes de Machine Learning.

Des chercheurs américains (neurologues, ingénieurs, spécialistes en informatiques) ont établi une nouvelle cartographie du cerveau humain, avec un degré de précision inédit, en identifiant 97 nouvelles régions cérébrales.

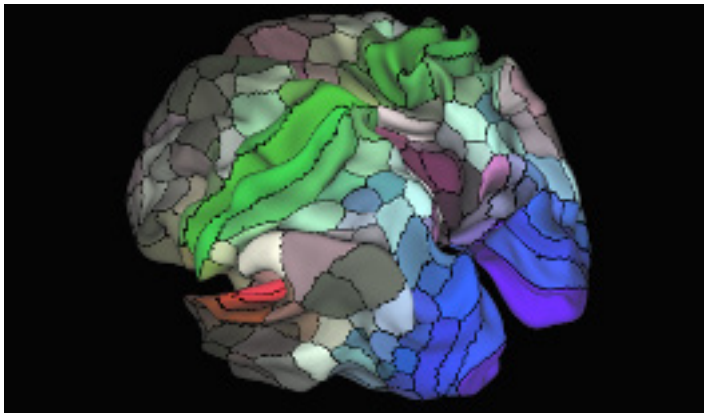
Ce sont ainsi pas moins de 180 régions distinctes du manteau extérieur (le cortex), qui ont désormais été cartographiées - soit plus du double de celles connues jusqu'ici. Ainsi, avant cette étude, les neurologues n'avaient identifié que 83 régions cérébrales… ces identifications remontant à 1909, et aux travaux du neurologue allemand Korbinian Brodmann

Scans IRM et Machine Learning

Pour réaliser leur prouesse, les chercheurs ont analysé des données issues de scans IRM du cerveau de 210 personnes, recueillies dans le cadre du projet "Human Connectome", qui consiste à cartographier les connexions cérébrales de milliers de volontaires, afin de dresser un inventaire complet des connexions du cerveau.

Un logiciel et des algorithmes de Machine Learning ont permis aux scientifiques américains, non seulement d'identifier de nouvelle zones, mais aussi de générer des cartographies individuelles, afin de comparer les zones étudiées au sein du groupe de 210 personnes, lors de la réalisation de tâches précises (notamment cognitives), permettant d'activer différentes régions corticales.

"La situation est comparable à l'astronomie où les télescopes basés sur terre produisaient des images floues du

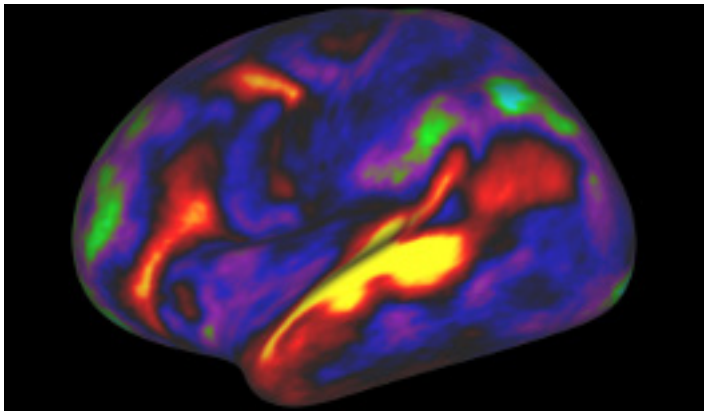


ciel, avant l'arrivée d'optiques adaptatives et de télescopes spatiaux", selon Matthew Glasser, neuroscientifique à l'Université Washington de Saint-Louis, directeur de l'équipe de recherche.

Sur la nouvelle cartographie obtenue, différentes aires du cerveau sont associées à un code couleur : le bleu correspond à la vision, le rouge correspond à l'audition, le vert correspond aux capacités motrices et sensorielles. Et déjà, des observations peuvent être faites. "Il n'y a pas de frontière nette entre ce qui apparaît en bleu et ce qui apparaît en vert. On observe plutôt des transitions graduelles, ce qui indique qu'il existe un entremêlement et une coordination entre différentes modalités sensorielles et différents domaines cognitifs", remarque ainsi David Van Essen, membre de l'équipe de chercheurs, dans Vice.

Pas un "Google Maps du cerveau"

Pour David Van Essen, qui a publié ses travaux dans la revue Nature, ce travail de cartographie est analogue à celui effectué avec les cartes de la planète Terre. Ainsi, les plis du cerveau peuvent être comparés à la topologie terrestre, et les zones identifiées dans la carte seraient comparables aux "subdivisions politiques à la surface de notre planète" - elles ne sont pas, indique le scientifique, "basées sur les plis du cortex en soi", mais sur la communication, les interactions, et "les connexions complexes entre les milliards de neurones qui composent le cortex cérébral".



Selon David Van Essen, "ces travaux seront utiles à tous", constituant une grande avancée dans le domaine neurologique et médical. Pour les neuroscientifiques, la nouvelle "carte" du cerveau dessinée devrait ainsi constituer un outil précieux pour repérer et identifier les zones du cerveau, dans les domaines de la chirurgie du cerveau et de la neuropathologie notamment. Pour Bruce Cuthbert, directeur de l'Institut américain de la santé mentale, qui a cofinancé les recherches, "ces nouvelles connaissances devraient aussi permettre d'expliquer comment notre cortex a évolué et le rôle de certaines zones".

Mais les chercheurs nuancent vite la portée de leur cartographie du cerveau, loin d'être complète - reconnaissance la présence de zones encore inconnus dans notre crâne. "Notre ambition est de mettre au point les meilleures cartes possibles, mais nous devons rester honnêtes : avec nos connaissances actuelles, il ne s'agit en aucun cas d'une Google Map du cerveau", indique David Van Essen à Vice. Ainsi, selon lui, "nous sommes encore loin de pouvoir explorer le cortex cérébral jusqu'au niveau des neurones individuels."

Voir la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=UHDfvfYCY0U

Par Fabien Soyez

10/10/2016

IMPLANTS, PROTHÈSES, ORGANES ARTIFICIELS… JUSQU'OÙ RÉPARER LE CORPS ?

Grâce aux progrès de la robotique, de la bio-ingénierie et de la médecine, l'homme bionique est déjà une réalité. Il est possible de "réparer" le corps grâce à des implants, des prothèses, ou encore des organes artificiels.

Les progrès de la science liés à la médecine font des bonds de géants. Dans le monde entier, des chercheurs tentent de "réparer" ceux qui en ont besoin, parfois en les transformant en véritables cyborgs.

Aujourd'hui, grâce à la technologie bionique, le corps humain tend à devenir artificiel, fait de prothèses "intelligentes" (pouvant être contrôlées par la pensée), d'implants et d'organes imprimés 3D.

Ce n'est pas de la science-fiction, et ce n'est pas non plus le simple fantasme des adeptes du courant transhumaniste - ces scientifiques et penseurs qui prédisent un futur où l'être humain pourra améliorer ses performances. Les exemples ne manquent pas, qui laissent entrevoir un avenir où (presque) tout pourra être réparé.

Un coeur artificiel

Aujourd'hui, un organe malade ou un membre amputé peuvent être remplacés, telles des pièces détachées. Le pacemaker était déjà une grande avancée, mais bientôt, les personnes souffrant de problèmes cardiaques devraient pouvoir se faire implanter un coeur totalement artificiel.

En France, la société Carmatsa a conçu le premier cœur artificiel bioprothétique. Cet organe "complet" est composé, comme un cœur naturel, de 4 valves, de 2 ventricules et d'un système de régulation. Techniquement, le coeur est

au point. Reste à passer la phase des tests. Objectif, pour Carmat : produire en masse ce cœur artificiel "total", une fois la "salle blanche" (de fabrication) prête.

Voir la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=g1iDScnHul0

Moins sophistiqué que la prothèse française, le cœur artificiel de l'américain Syncardia est alimentée par un système externe de 6 kilos. Il a déjà été posé chez plus de 1300 patients dans le monde (300 en France). Il est "provisoire", car destiné aux malades en attente de greffe - mais des essais sont en cours aux Etats-Unis pour une implantation permanente.

D'autres organes sont susceptibles d'être remplacés par une version "artificielle". Ainsi, au CHU de Montpellier, une équipe de scientifiques planche sur un système utilisant des cellules pancréatiques non humaines, implantées dans une poche en matériaux biocompatibles, et permettant de concevoir un pancréas bio-artificiel, qui "assurerait

la sécrétion d'insuline" - un espoir pour les 10 millions de diabétiques à travers le monde.

Des prothèses intelligentes

Depuis plus de 20 ans, dans les pas des prothèses "intelligentes" conçues par l'armée américaine à destination de ses soldats blessés et amputés, les chercheurs en robotique rivalisent de projets. Finis, les bras en cire inertes. Désormais, les personnes amputées portent des membres "bioniques", munis d'électrodes.

L'exemple le plus emblématique est celui de Jesse Sullivan. En 2005, cet Américain a perdu ses deux bras à la suite d'une électrocution. Aujourd'hui, il porte des prothèses de bras bioniques. Grâce à elles, il peut accomplir de nombreux gestes de la vie quotidienne - comme saisir un verre d'eau. Tout cela… par la pensée.

Pour parvenir à ce résultat, les ingénieurs en biomécanique de l'Université Northwestern et du Centre pour la médecine bionique de Chicago ont "relié" la prothèse au cerveau, grâce à des électrodes, qu'ils ont placés au niveau des terminaisons nerveuses du membre disparu. Depuis les nerfs, un "signal" est transmis à un micro-ordinateur, situé dans le bras bionique.

Voir la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=aL-DC2c26RE

Les prothèses myoélectriques restent chères (environ 10 à 15 000 euros pour les modèles d'Otto Bock, de Touch Bionics et de RSLSteeper, leaders du marché). Mais les mains et les bras low cost se développent peu à peu - le plus souvent en open source.

Ainsi, la main bionique Handiii, mise à disposition des inter-

nautes par le japonais Exiii, est imprimable en 3D, pour un coût de 179 euros. Le système est moins sophistiqué que celui animant les bras de Jesse Sullivan : il s'agit d'un petit capteur, placé sur le bras, et qui s'active via un smartphone, lors de la contraction d'un muscle.

Voir la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=vZvCXYsJzFk

Lève-toi et marche

Plus fort encore : désormais, des exosquelettes, des prothèses et des implants permettent aux paraplégiques de remarcher. En 2012, Claire Lomas, paralysée suite à un accident de cheval, a parcouru plus de 40 km à pied lors du marathon de Londres, grâce à des jambes bioniques.

Conçu par le japonais Cyberdyne, l'exosquelette robotique HAL (Hybrid Assisted Limb) se porte comme une combinaison. Il utilise les signaux émis par le cerveau de son porteur (handicapé, le plus souvent paraplégique), afin de le faire marcher.

La plupart des exosquelettes déjà disponibles sur le marché, comme HAL ou Ekso, nécessitent toutefois l'utilisation de béquilles pour se stabiliser. Pour remédier à ce problème, la startup française Wandercraft conçoit un exosquelette qui utilise l'équilibre dynamique de l'utilisateur afin de le stabiliser et de lui permettre de commander ses déplacements. Il permet ainsi aux paraplégiques ou aux myopathes de marcher à nouveau, sans béquilles. Sa commercialisation auprès des établissements de soin est prévue pour 2017.

Imprime ton organe

Les prothèses de bras, de mains ou de jambes ne sont plus les seules "pièces" du corps humain susceptibles d'être conçues via une imprimante 3D. En février 2016, l'équipe du docteur Ralph Mobs a réalisé la greffe d'une vertèbre artificielle (en titane), imprimée en 3D.

En 2014, des chirurgiens néerlandais ont de leur côté utilisé une imprimante 3D... pour implanter un crâne artificiel, en polymère. "Pour fabriquer l'implant, il fallait d'abord créer un modèle en 3D du crâne de la patiente. Un scanner a été réalisé pour obtenir une image de sa forme optimale. Après l'impression d'une copie tridimensionnelle à partir du fichier numérique, l'opération a ensuite consisté à enlever le crâne malade et à le remplacer par l'artificiel", explique Sciences et Avenir.

Enfin, last but not least, l'impression de vaisseaux sanguins. Grâce à une imprimante 3D, des chercheurs de l'Université de Sydney, de Harvard, de Stanford et du MIT, ont mis au point un "réseau vasculaire artificiel". Il imite le système de circulation du sang dans le corps humain, et permet d'alimenter des cellules humaines en nutriments essentiels, ainsi qu'en sang. Une avancée technologique qui devrait permettre, un jour, d'aller plus loin que la fabrication de tissus imprimés simples, pour créer des structures vascularisées - et imprimer de véritables organes. Pourquoi pas un cœur artificiel, comme le prévoient depuis 2013 des scientifiques de l'université de Louisville ?

Par **Fabien Soyez**

31/03/2016