

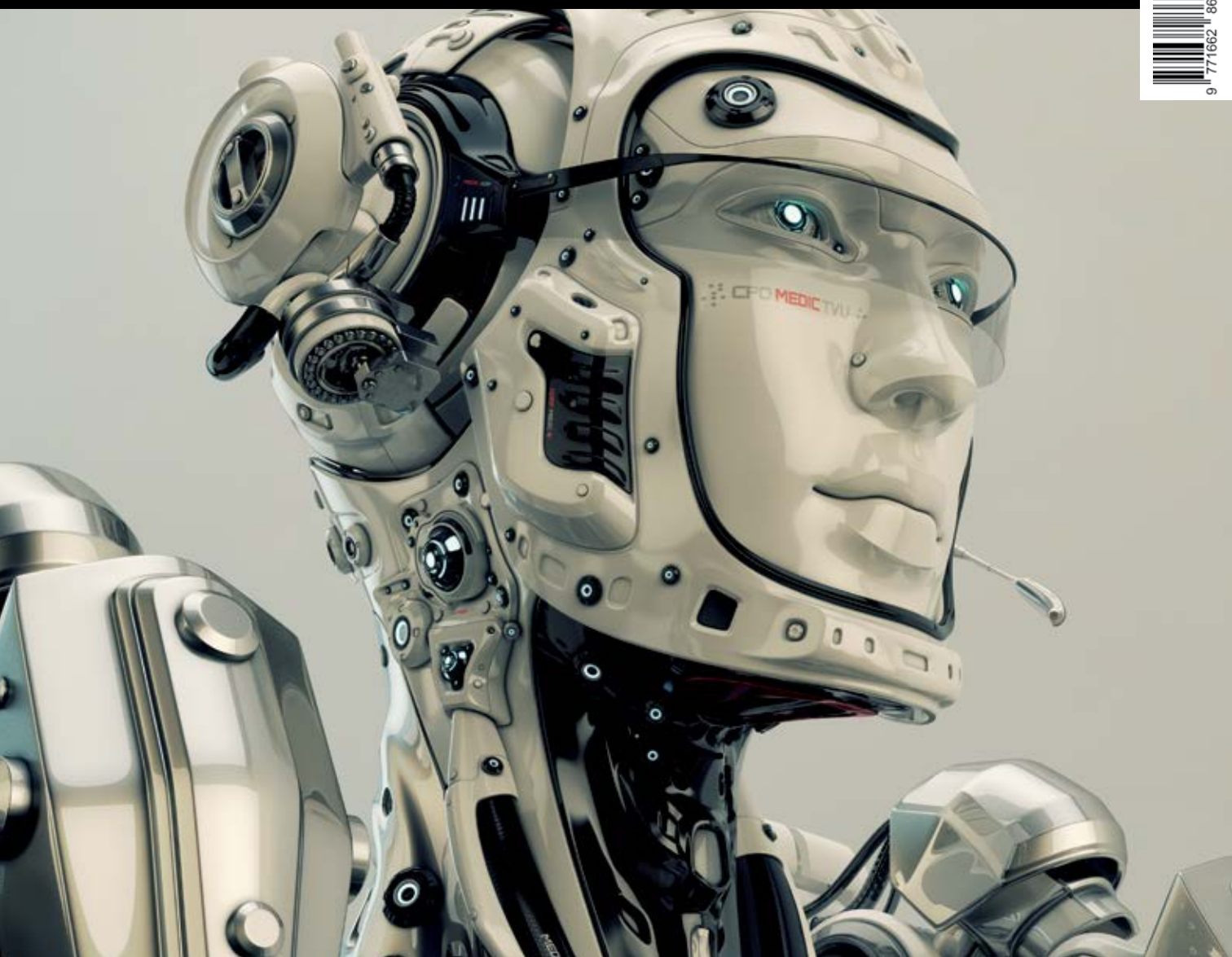
planète santé

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : LA MÉDECINE EN MUTATION

HORS-SÉRIE # 7 - DÉCEMBRE 2015

CHF 4.50

Des prothèses dirigées par la pensée • Un cœur artificiel pour prolonger la vie • L'imprimante 3D en médecine • Des mannequins high-tech au service des étudiants • Nanomédecine : où en est-on ? • Des implants cochléaires pour retrouver l'audition • Les robots remplaceront-ils les médecins ?



planète
santé

Ma maladie, mon amour

Cancer, une approche vers soi

www.planetesante.ch

Alia El May Azmeh

CHF 12.- / EURO 9.-

ISBN 978-2-88491-002-6

.....

À la fois journal de bord et confident de ses rêves, ce livre joliment illustré témoigne du parcours médical et de l'évolution psychologique de l'auteure après la découverte de son cancer, de sa confiance en ses proches et en la médecine, de ses peurs et de sa combativité. Par des descriptions objectives et techniques autant que par des réflexions poétiques, Alia El May partage son expérience et sa force pour nous faire part d'une conséquence inattendue: la maladie, qu'elle a fini par accueillir avec amour, lui a permis de se redécouvrir. En témoignant des blessures de son corps, sa «maison», elle nous fait découvrir, à travers son parcours dans la maladie, un voyage initiatique au bout de soi. Elle devait s'«ouvrir le corps sans doute pour ressentir son âme».



Je commande :

..... ex. Ma maladie, mon amour

CHF 12.- / EURO 9.-

Frais de port: Suisse CHF 3.- / Etranger 5 €

En ligne : www.medhyg.ch/boutique, e-mail : livres@medhyg.ch

Tél. 022 702 93 11, fax 022 702 93 55

ou retourner ce coupon à :

Editions Médecine & Hygiène - CP 475 - 1225 Chêne-Bourg

Vous trouverez également cet ouvrage chez votre libraire.

Timbre/Nom et adresse

.....
.....

Date et signature

.....

Je désire une facture :

Je règle par carte bancaire: VISA Eurocard/Mastercard

Carte N°

Date d'expiration:

RÉDACTEUR EN CHEF
MICHAEL BALAVOINE
RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE
ELODIE LAVIGNE
RÉDACTEURS
PATRICIA BERNHEIM
ELISABETH GORDON
LAETITIA GRIMALDI
BENOÎT PERRIER

CONCEPTION GRAPHIQUE
GIGANTO.CH

PHOTOGRAPHIE
DR

EDITION
JOANNA SZYMANSKI

ÉDITEUR
EDITIONS MÉDECINE & HYGIÈNE
CHEMIN DE LA MOUSSE 46
1225 CHÊNE-BOURG
PLANETESANTE@MEDHYG.CH
TÉL : +41 22 702 93 11
FAX : +41 22 702 93 55

FICHE TECHNIQUE
ISSN : 1662-8608
TIRAGE : 10 000 EXEMPLAIRES
5 FOIS PAR AN

PUBLICITÉ
MÉDECINE & HYGIÈNE PUBLICITÉ
MICHAELA KIRSCHNER
IVAN KÜTTEL
CHEMIN DE LA MOUSSE 46
1225 CHÊNE-BOURG
PUB@MEDHYG.CH
TÉL : +41 22 702 93 41
FAX : +41 22 702 93 55

ABONNEMENTS
VERSION ÉLECTRONIQUE : GRATUITE
ABONNEMENT PAPIER : CHF 12/AN
TÉL : +41 22 702 93 11
FAX : +41 22 702 93 55
ABONNEMENTS@MEDHYG.CH
WWW.PLANETESANTE.CH

PLANÈTE SANTÉ
EST SOUTENU PAR

- LA SOCIÉTÉ VAUDOISE DE MÉDECINE
- LA SOCIÉTÉ MÉDICALE DU VALAIS
- L'ASSOCIATION DES MÉDECINS DU CANTON DE GENÈVE
- LA SOCIÉTÉ NEUCHÂTELOISE DE MÉDECINE
- LA SOCIÉTÉ MÉDICALE DU CANTON DU JURA

COMITÉ DE RÉDACTION
DR PIERRE-YVES BILAT
DR HENRI-KIM DE HELLER
DR MARC-HENRI GAUCHAT
DR BERTRAND KIEFER
DR MICHEL MATTER
DR MONIQUE LEKY HAGEN
DR REMO OSTERWALDER
M. PIERRE-ANDRÉ REPOND
PR BERNARD ROSSIER
M. PAUL-OLIVIER VALLOTTON
DR VÉRONIQUE MONNIER-CORNUZ
DR WALTER GUSMINI

COUVERTURE
© SHUTTERSTOCK/OCIACIA



Michael Balavoine
rédacteur en chef
Planète Santé

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DU MÉDECIN ?

Un million de gigabits. Voilà, selon IBM, l'énorme quantité de données qu'une personne pourra produire et accumuler sur sa santé au cours de sa vie, via son téléphone et ses autres objets connectés. Et l'individu n'est pas l'unique source de la croissance exponentielle des informations qui touchent le domaine médical et la vie du patient. La littérature scientifique et les données cliniques explosent elles aussi. A tel point que ce flot quasi ininterrompu d'informations devient quasiment inintelligible pour le cerveau humain. Séparer l'utile de l'inutile, trier, organiser voire même simplement suivre l'évolution d'une pathologie particulière devient de plus en plus complexe.

Pour faire face à ces nouveaux défis, les concepteurs de la santé de demain n'ont plus qu'un mot à la bouche : l'intelligence artificielle. Mais attention, pas n'importe laquelle. Il ne s'agit plus, comme au temps du super-ordinateur Deep Blue qui avait battu en 1996 Kasparov au jeu d'échecs, de prouver que la machine est capable de calculer très rapidement un ensemble fini de parties possibles. L'heure est maintenant au « cognitive computing ». Les techniciens ont en effet réussi à mettre sur pied des machines capables de comprendre de façon autonome le langage naturel humain, de l'interpréter et de l'assimiler. Autrement dit, ces appareils « pensent » grâce à une intelligence artificielle basée sur des algorithmes mais qui imite la déduction humaine.

En 2011, c'est IBM qui a créé le premier de ces « cognitive computers ». Baptisée Watson, cette machine peut lire 200

millions de pages de texte - par exemple d'articles scientifiques - en trois secondes, et les interpréter sans que les éléments présentés soient structurés. En avril 2015, l'entreprise américaine a lancé une version santé de Watson en s'alliant notamment à Apple. Selon ses concepteurs, l'ordinateur permet d'aider les médecins, qui n'arrivent plus à suivre l'évolution scientifique d'une pathologie tant ils sont submergés par les données, à poser un diagnostic.

L'arrivée de ces ordinateurs suscite évidemment de nombreuses craintes. Va-t-on assister, comme certains le prédisent, au remplacement des médecins par des machines ? Certaines tâches vont peut-être effectivement disparaître. Mais la fascination pour les capacités de ces machines ne doit pas nous faire oublier un point essentiel. A savoir que soigner ne se résume pas seulement à produire du savoir, ni à l'accumuler, ni à le perfectionner. Il s'agit en fait plus fondamentalement d'humaniser des options thérapeutiques devenues multiples et complexes. Ce qui suppose de traduire des connaissances pour qu'un individu puisse choisir librement et en toute conscience un traitement adapté et personnalisé. Des systèmes comme Watson vont très probablement permettre de révolutionner la manière d'approcher les statistiques en médecine. Mais il est probable que l'humain, avec ses valeurs et ses attitudes irrationnelles, résistera à une informatisation complète de sa prise en charge. Ce qu'annonce Watson, c'est plutôt une nouvelle forme de dialogue entre l'homme et la machine, et non la disparition de l'un au profit de l'autre. ●

44



30



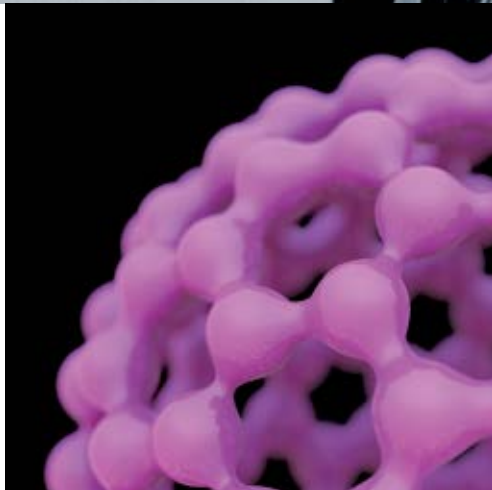
18



6



22



INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : LA MÉDECINE EN MUTATION

- Pr Guy Vallancien: « La technologie va libérer le médecin et lui permettre de revenir à une médecine plus humaniste »
 - Pr Reto Meuli: « L'intelligence artificielle: on y pense, on en rêve, mais elle n'est pas encore là »
-

- | | | | | | |
|-------------|----|---|-------------------------------|----|---|
| E-DOCTEUR | 16 | Allô, docteur robot ? | IMAGERIE | 30 | La radio du dos, version 2.0 |
| CERVEAU | 18 | Diriger une prothèse par la pensée | MACHINE | 36 | Impression 3D: quelles utilisations en médecine ? |
| INFOGRAPHIE | 20 | Un cœur artificiel high-tech pour prolonger la vie | FICHE MALADIE | 38 | La cataracte |
| THÉRAPIES | 22 | Nanomédecine, où en est-on ? | INFOGRAPHIE | 42 | Une main artificielle redonne le sens du toucher |
| FORMATION | 24 | Simuler pour apprendre à soigner | INTERVIEW : PR MARCEL SALATHÉ | 44 | « Notre téléphone en saura bientôt plus sur nous que notre propre médecin » |
| INFOGRAPHIE | 28 | Implant cochléaire: un dispositif pour contrer la surdité | INDUSTRIE | 48 | Des start-up préparent la médecine de demain |





DOSSIER

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : LA MÉDECINE EN MUTATION

Transports, secteurs militaire, bancaire, médical, logistique, robotique... : l'intelligence artificielle (IA) progresse aujourd'hui sur tous les fronts. Bientôt, cette intelligence capable de mimer l'intelligence humaine bouleversera la pratique médicale, en obligeant les médecins et les soignants à repenser leur profession et amenant les patients à se faire soigner autrement. La santé est en effet l'un des domaines d'application phares de Watson, ce super logiciel informatique développé par la firme IBM et chef de file de l'IA.

TEXTE ÉLODIE LAVIGNE

- Pr Guy Vallancien : « La technologie va libérer le médecin et lui permettre de revenir à une médecine plus humaniste »
- Pr Reto Meuli : « L'intelligence artificielle : on y pense, on en rêve, mais elle n'est pas encore là »

Watson s'est fait connaître du grand public grâce à ses incroyables performances au jeu télévisé américain *Jeopardy* (voir p. 10). La machine a en effet réussi à battre les champions en titre du jeu qui consiste à deviner la question à partir de la réponse. Pour y arriver, Watson a fait preuve de capacités d'apprentissage hors normes, réussissant à intégrer une quantité massive d'informations de toutes sortes. Il a montré qu'il pouvait comprendre le langage naturel - celui qui nous permet de communiquer entre humains -, émettre des hypothèses et les faire valider. Ses capacités analytiques lui ont permis d'apprendre de ses erreurs, de décoder les ambiguïtés, les jeux de mots et l'ironie de certaines propositions, mais aussi d'argumenter ses réponses. Un fonctionnement complexe, semblable au fonctionnement humain, mais doté d'une puissance et d'une rapidité extraordinaires.

L'ère du Big Data

L'arrivée d'un programme comme Watson est liée au développement accéléré des nouvelles technologies, à l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs, mais aussi à la production toujours plus grande d'informations et de

mesures ainsi qu'à leur informatisation. L'humain ne peut plus faire face seul à ce qu'on appelle aujourd'hui le *Big Data*. Il a besoin de la machine pour pouvoir traiter et accéder à cette masse gigantesque de données.

Les médecins sont directement confrontés à ce problème, notamment par l'abondance des publications scientifiques. « Rien que dans la base de données PubMed, qui regroupe les articles de médecine et de biologie, environ 3 000 nouveaux articles sont indexés chaque jour. Un expert, s'il réussit à lire

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, C'EST QUOI ?

L'intelligence artificielle désigne un ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de fabriquer des machines capables de simuler l'intelligence humaine. L'ambition de créer des machines dont le fonctionnement est semblable à l'esprit humain est née au milieu

des années 50. Les activités mentales qu'on cherche à mimer sont de l'ordre de la compréhension, de la perception et de la décision. En plein essor, l'intelligence artificielle, même si elle soulève des questions fondamentales, a produit et continue de produire des réalisations spectaculaires notamment dans les domaines de la reconnaissance des formes ou de la voix, de l'aide à la décision ou de la robotique.

un article par jour, ne lira qu'un millième de ce qui est publié», explique le professeur Christian Lovis, médecin chef du département des Sciences de l'information médicale aux Hôpitaux universitaires de Genève (HUG). Plus aucun humain ne peut lire, comprendre, inférer et résumer tout cela. Seul un outil aussi puissant que Watson peut l'y aider. « Capable de reconnaissance de langage, il peut analyser un corpus, des statistiques et scanner tout l'internet. Avec cet outil, on dépasse des barrières que l'on croyait infranchissables », confirme le professeur

propre et qu'il recrée sans cesse, il est capable d'apprendre et de résoudre des problèmes avec beaucoup de bon sens : « sa force est de pouvoir, à partir d'un stimulus, créer des réseaux de neurones complexes et profonds, et produire une réponse adaptée », poursuit le professeur Geissbuhler.

Un outil d'aide à la décision

Concrètement, en médecine, Watson peut analyser toutes les données d'un patient : ses symptômes, les consultations médicales, ses antécédents familiaux, ses résultats d'examen, ses données comportementales, etc. Et appliquer le savoir scientifique à un individu particulier. « Il peut ainsi engager avec le professionnel une discussion collaborative dans le but de déterminer le diagnostic le plus vraisemblable et les options de traitement », déclare la firme IBM. Et surtout, aller au-delà de cela, et comparer un patient particulier, sa situation, et son pronostic en fonction de l'effet de tous les traitements déjà appliqués à tous les patients similaires avant lui. C'est l'avènement d'une nouvelle ère, « le data driven medicine », précise le Pr Lovis.

Le potentiel de Watson est déjà exploité en oncologie, un champ d'application prototypique pour cette technologie, explique Antoine Geissbuhler. « C'est un domaine très pointu où les avancées scientifiques tant en génétique qu'en pharmacologie vont très vite. Watson a déjà fait ses preuves en se montrant

“AVEC WATSON, ON DÉPASSE DES BARRIÈRES QUE L'ON CROYAIT INFRANCHISSABLES,,

Antoine Geissbuhler, médecin chef du Service de cybersanté et de télé-médecine des HUG.

Avec Watson, on va en effet plus loin. Avant lui, on a connu l'ordinateur capable de battre le champion du monde d'échecs Kasparov. On avait enseigné à la machine les règles du jeu ainsi qu'une quantité immense de parties d'échecs. Watson nous emmène plus loin. Au contraire de ses prédécesseurs, il n'est pas une somme de connaissances ou de règles, préalablement inculquées. Grâce à une méthodologie qui lui est

meilleur qu'un groupe d'experts». Ce haut niveau de performance résulte de sa capacité à compiler une masse gigantesque de données, à comparer des images radiologiques avec des millions d'autres, et à émettre des hypothèses diagnostiques et thérapeutiques. Pour le médecin, il est une aide à la décision. Tous les domaines où il s'agit de traiter des informations complexes et changeantes sont prometteurs, comme la radiologie ou la génomique par exemple, mais aussi pour les patients qui souffrent de plusieurs maladies.

Une médecine plus humaine

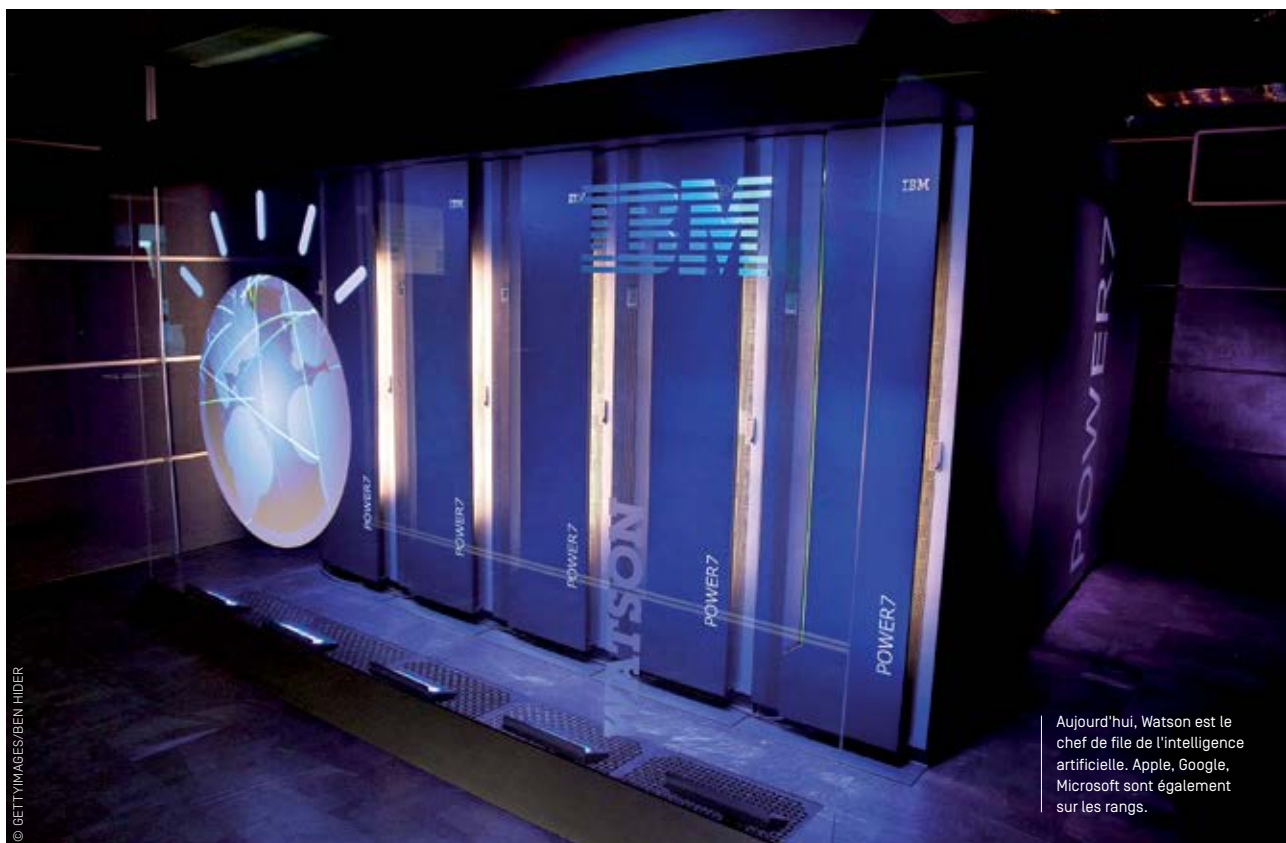
Si l'ordinateur avance des diagnostics et propose des traitements, quel rôle reste-t-il à jouer pour le médecin? «Le médecin est un passeur de savoir. Il connaît la médecine, le patient et sa maladie. Cela ne va pas changer», rassure Christian Lovis. Le médecin sera là pour aider son patient à comprendre ce que peut apporter un tel outil dans les

prises de décision sur sa santé et sur les soins. L'ordinateur ne prendra pas de décision à la place du patient, mais proposera des pistes qui seront discutées avec le médecin. Le rôle du médecin comme conseiller et coordinateur des soins sera d'autant plus renforcé, et ses compétences humaines d'autant plus valorisées: écoute, confiance, conseil, empathie, prise en compte du contexte de vie global du patient, de ses valeurs, de sa vision de la vie. En revanche, certaines disciplines médicales deviennent obsolètes selon Antoine Geissbuhler: «Les professions médicales basées avant tout sur l'analyse de signaux telles que la radiologie, la pathologie (images microscopiques, données génétiques) voire la dermatologie pourraient être largement automatisées.»

Comme avec n'importe quelle nouvelle technologie, le risque de dérives inquiète. Faut-il se fier à la machine? Le problème avec Watson, c'est qu'il est une boîte noire: «On ne peut expliquer ni comment

Une médecine plus dynamique

Aujourd'hui, la mise sur le marché d'un médicament, l'acceptation à large échelle d'une technique ou d'un traitement sont le fruit d'un long processus. Des études cliniques randomisées doivent être réalisées et des résultats significatifs obtenus. C'est ce qu'on appelle l'*evidence-based medicine*, la médecine basée sur les preuves. «Grâce à des outils comme Watson et au Big Data, nous pourrions voir ce qu'il se passe en temps réel pour les patients. Nous ne serons plus obligés d'attendre des années ou des morts pour découvrir des effets secondaires graves et inattendus», affirme Christian Lovis, médecin chef du département des Sciences de l'information médicale aux HUG. Nous nous dirigeons vers une médecine plus dynamique et peut-être plus sûre.



Aujourd'hui, Watson est le chef de file de l'intelligence artificielle. Apple, Google, Microsoft sont également sur les rangs.



Watson s'est imposé à Jeopardy, en gagnant contre les champions en titre du fameux jeu télévisé.

il fait ses corrélations ni comment il arrive à telle ou telle conclusion. Comment être confiant lorsqu'on doit prendre une grave décision si la réponse proposée n'est pas la même que la nôtre et qu'on n'en connaît pas les arguments ? », s'interroge Antoine Geissbuhler.

Les risques

De surcroît, le risque d'erreur n'est pas nul. Pour preuve, l'échec de Google Flu Trends, un outil développé par la firme américaine destiné à suivre en temps réel l'évolution de l'épidémie de grippe sur la base des requêtes des citoyens dans le moteur de recherches. De nouvelles études ont montré que le taux d'activité grippale était surestimé et que les prédictions de Google n'étaient pas fiables. « Il est très important de savoir qu'une vérité mathématique n'est qu'une statistique, autrement dit une construction virtuelle de la réalité et non la réalité elle-même », prévient Christian Lovis. Pour éviter les dégâts, il va falloir apprendre à utiliser ces nouveaux outils, à connaître leurs limites et leurs dangers. Pour l'heure, ils sont encore imparfaits. « Nous ne devons ni être inquiets, ni naïfs, poursuit le spécialiste. Nous devons revoir la notion d'erreur et considérer que les modèles auxquels nous nous fions sont avant tout prédictifs ». Toutefois, précise Antoine

Geissbuhler, « on sait depuis plus de 25 ans que les systèmes d'aide à la décision (alertes, prescriptions automatisées) permettent d'améliorer la qualité des décisions médico-soignantes et que, couplés à des systèmes de documentation et de traçabilité, on peut aussi améliorer la sécurité des soins ».

Comme souvent, les technologies devancent les questions sociétales. Il faut

néanmoins s'interroger non seulement sur la fiabilité de Watson et consorts - Apple, Google et Microsoft sont naturellement sur les rangs - mais aussi sur les questions éthiques que leur utilisation suppose (secret médical, transmission des données, délimitation de la sphère privée) et la nécessité de garde-fous, car la révolution est en marche, et on ne l'arrêtera pas. ●

Vers une plus grande autonomie du patient

Les nouvelles technologies, sans cesse en mouvement, vont permettre aux patients de devenir plus autonomes dans la prise en charge de leur santé. Un plus selon Antoine Geissbuhler, médecin chef du Service de cybersanté et de télé-médecine des HUG, car « les patients ont un intérêt direct, et souvent plus de temps que leurs soignants pour suivre et analyser les informations qui les concernent ». Il existe aujourd'hui de nombreuses applications sur les smartphones et les tablettes qui permettent aux patients de vérifier des interactions médicamenteuses, de suivre les

guides de bonnes pratiques pour la prise en charge de certaines maladies, d'évaluer leurs paramètres personnels (le taux de sucre et la quantité d'insuline à injecter pour les diabétiques, suivi du poids et de la tension artérielle chez les insuffisants cardiaques, du peak flow chez les asthmatiques, etc.), d'accéder à des algorithmes diagnostiques permettant de vérifier leurs symptômes ou carrément à des outils diagnostiques (tests de la vision, du champ visuel, de l'audition). Sans compter les « serious games », ces « jeux sérieux » qui, de façon ludique en reprenant les codes des jeux vidéo, permettent aux patients de s'informer sur leur maladie et de participer plus efficacement à leur prise en charge.

PR GUY VALLANCIEN

« La technologie va libérer le médecin et lui permettre de revenir à une médecine plus humaniste »

L'évolution accélérée des technologies bouleverse la médecine et le système de santé. Guy Vallancien*, Professeur d'urologie à l'Université Paris Descartes, a rédigé un ouvrage sur le sujet. Il évoque avec nous ce qu'il décrit comme étant une vraie « mutation » du monde de la santé.

PROPOS RECUEILLIS PAR ELODIE LAVIGNE



* PR GUY VALLANCIEN

Auteur de nombreuses publications scientifiques ainsi que de plusieurs ouvrages grand public, Guy Vallancien est aussi, entre autres, Officier de la Légion d'Honneur. Il est l'auteur de *La médecine sans médecin ? Le numérique au service du malade*, paru aux éditions Gallimard en avril 2015.

P.S. : L'intelligence artificielle va-t-elle révolutionner la médecine ?

G.V. : Oui, totalement. Premièrement, chacun pourra se faire séquencer son ADN pour quelques dizaines de dollars seulement. Les gens voudront connaître leurs risques personnels. La machine (Watson par exemple) pourra analyser des bases de données riches de trois milliards de génomes. Cela va aider les médecins à faire les bons choix et à proposer des traitements plus ciblés. On va vers une mutation de la médecine.

Vers une plus grande personnalisation des soins aussi ?

Oui, exactement. Avant la consultation avec son médecin, le malade lui aura au préalable envoyé ses symptômes par e-mail pour un pré-diagnostic. L'ordinateur travaillera en parallèle pour proposer des hypothèses diagnostiques qui seront discutées lors de la consultation avec le patient.

« La médecine sans médecin ? » est le titre de votre dernier livre. Le médecin va-t-il céder sa place au profit de la machine dotée d'une intelligence artificielle ?

Non, au contraire. Le médecin va retrouver son vrai rôle. La technologie va le libérer et lui permettre de revenir à l'essentiel, c'est-à-dire à un suivi personnel du patient et à une médecine plus humaniste. Le patient est perdu face à la masse d'informations qui circulent sur la santé. Le médecin, tel un maître d'œuvre, va l'aider à remettre de l'ordre dans tout ça. A l'écoute, il sera là pour le conseiller, lui expliquer, lui proposer des solutions, comme son « coach santé » ou son « bio-conseiller ».

Quelle image avez-vous du soignant aujourd'hui ?

Nos métiers sont de plus en plus balisés, normés et encadrés par les recommandations sanitaires. Demain, le rôle du



© BETTY IMAGES/MARIO TAMIA

Des machines comme Watson pourront analyser des bases de données riches de trois milliards de génomes.

médecin sera de transgresser ces règles pour mieux adapter la prise en charge en fonction des valeurs et de la personnalité uniques de son patient. 10 à 15 % des malades ne rentrent pas dans le moule. Nous allons vers plus d'individualisation.

Les robots vont-ils réaliser des gestes médicaux également ?

Oui, pour la plupart des tâches. Aux Etats-Unis, le robot anesthésiste ou le robot infirmier, capable de réaliser une prise de sang, existent déjà. Le robot est plus fiable que l'homme. Il ne tremble pas, n'est jamais saoul, n'est jamais fatigué. De plus, le robot a une laxité incroyable que la main humaine n'a pas.

Elle ne peut pas tourner à 360°, alors que la main du robot peut s'attaquer à des tumeurs de plus en plus petites. Dans un tout autre domaine, la Google Car (*ndlr* la voiture autonome développée par Google) est très fiable. Elle n'a eu qu'un accident, dont elle n'était pas responsable.

Faut-il s'inquiéter du pouvoir toujours plus grand de la machine ?

Attention, la machine fait mieux que nous un certain nombre de tâches, mais sous notre contrôle. Le jour où l'intelligence artificielle arrivera à créer une machine qui aura honte, l'homme sera en danger. Mais nous n'en sommes qu'aux prémices

de l'intelligence artificielle. Elle va très vite, beaucoup plus que l'intelligence humaine, mais avant de réussir à créer une intelligence aussi plastique que la nôtre, nous avons le temps. Cela n'arrivera peut-être jamais. Je ne suis pas inquiet pour ça.

Le médecin va-t-il continuer à toucher son patient, à le palper, à le regarder, à le sentir ?

L'examen clinique sera de moins en moins utile car les maladies à l'avenir seront de plus en plus muettes. On n'attendra pas l'éclosion des symptômes pour s'en occuper. Aujourd'hui déjà, on détecte les maladies de plus en plus tôt.

On se fie à des images (mammographies, scanners, etc.), à des taux (le PSA, par exemple) qui sont des valeurs plus objectives que des sensations éprouvées par la main de l'homme. Tous ces résultats vont de plus en plus participer au diagnostic, au détriment de la clinique.

Quelles pourraient être les dérives à cela, le surdiagnostic ?

Le surdiagnostic n'existe pas. Si une tumeur est détectée, c'est qu'elle est présente dans le corps. A la limite, il faudrait plutôt parler du risque de surtraitement. Mais pour moi, ce n'en est pas un. Pour ne prendre que l'exemple du cancer de la prostate, nous évitons de plus en plus les ablations totales pour privilégier des traitements plus ciblés. Les diagnostics seront certes de plus en plus précoces, mais les thérapies moins agressives.

Watson est capable de gérer des quantités infinies de données. Se dirige-t-on vers une globalisation de la médecine ?

Les maladies neuro-dégénératives, comme la maladie de Parkinson. Grâce à l'imagerie, on pourra implanter de petites électrodes dans le cerveau afin de diminuer les tremblements. Les objets connectés de manière générale seront utiles pour aider les malades chroniques à gérer de façon autonome leur maladie. Pour le diabète, on peut imaginer des appareils implantables délivrant de l'insuline avant que la personne ne fasse un malaise. On passe progressivement de l'homme réparé à l'homme augmenté.

Watson est capable de gérer des quantités infinies de données. Se dirige-t-on vers une globalisation de la médecine ?

Oui. On va rompre avec la solidarité qui existe aujourd'hui entre les malades et les bien portants. Il va y avoir une globalisation des maladies. C'est le côté planétaire qui va primer. Si on prend l'exemple du diabète, chaque malade va investir dans sa propre maladie, à l'échelle mondiale. La notion même de pays va exploser. Nous serons à la fois connectés au global, mais rattachés aux régions, qui vont se renforcer. Car grâce à Watson, on pourra compiler des données médicales

plus locales, où on tient compte de la culture, de l'environnement et des habitudes du patient.

Y a-t-il aussi des enjeux sur le plan pharmaceutique ?

Oui. Les relations entre l'industrie du médicament, du matériel et le patient vont changer. On va même assister à l'explosion du système de la pharmaceutique. Pour la première fois, la Food and Drug Administration (FDA) aux Etats-Unis a autorisé l'impression 3D d'un médicament antiépileptique directement par le pharmacien qui va le créer en fonction

comprendre que ce n'est pas seulement le médecin qui les prend en charge, mais toute une chaîne. La machine intervient comme une aide à l'humain, qui demeure présent pour conseiller, rassurer et qui engage sa responsabilité. La consultation avec le médecin lui-même s'en trouve plus intense et plus resserrée. Les gens ont par ailleurs l'habitude d'être confrontés à des machines au quotidien. Quand vous téléphonez et que vous devez taper « 1 » ou « 2 », vous parlez à un ordinateur, il n'y a personne au bout du fil.

“ON PASSE PROGRESSIVEMENT DE L'HOMME RÉPARÉ À L'HOMME AUGMENTÉ,,

d'un patient particulier, de son poids, du dosage prescrit, etc. A terme, le patient recevra le principe actif sous forme de poudre et pourra imprimer sa pilule à domicile. Des pans entiers de spécialités vont disparaître. Les biologistes deviendront inutiles, les laboratoires deviendront de grandes usines à traiter des résultats. L'échographe, le stéthoscope du XXI^e siècle, seront de la taille d'un smartphone.

Comment réagit le monde médical aux visions que vous nous présentez ?

Il y a 10 ans, je me faisais siffler. Mais comme ce que je décris touche désormais tous les domaines, les gens commencent à y croire. Les étudiants en médecine sont très connectés aujourd'hui, et sont donc très ouverts. Nous avons par contre un grand travail à mener auprès des politiques à qui nous devons expliquer comment tout va changer.

Sera-t-il difficile d'intégrer ces nouvelles technologies dans l'univers des patients ?

Non. Les patients sont très ouverts, par exemple dans la délégation de certaines tâches du médecin aux infirmières. Ils

Quelles questions éthiques le recours à l'intelligence artificielle et aux immenses bases de données soulève-t-il ?

Nous sommes effectivement confrontés à de nouvelles questions, sur la diffusion des données médicales du patient, sur le maintien du secret médical, sur la possibilité non plus seulement de réparer l'homme, mais de pouvoir l'« augmenter ».

Peut-on attendre un impact positif sur les coûts de la santé ?

C'est une question très compliquée. Les innovations ont un coût très élevé jusqu'à ce qu'elles deviennent une tradition. Les coûts baissent au fur et à mesure de l'industrialisation et de la concurrence. Mais on est des pays riches, on trouvera des financements. Si nos pays ont du mal à décrocher de leur histoire, les pays émergents vont directement passer à ces technologies. ●

PR RETO MEULI

« L'intelligence artificielle : on y pense, on en rêve, mais elle n'est pas encore là »

Chef du service de radiologie du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) à Lausanne, le Pr Reto Meuli* a vu les ordinateurs s'installer en salle d'examen et les planches de radiographie argentiques se muer en pièces jointes téléchargeables. L'intelligence artificielle ? Il l'attend ! Interview.

PROPOS RECUEILLIS PAR LAETITIA GRIMALDI



© PHILIPPE DE TAZ, DEMCAY-CHUV

*PR RETO MEULI

Chef du service de radiologie du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) à Lausanne.

P.S. : L'intelligence artificielle a-t-elle déjà infiltré le domaine de l'imagerie ?

R.M. : Une première étape s'est produite il y a une vingtaine d'années quand nous avons commencé à travailler avec des ordinateurs. Le fait que les clichés

sur films deviennent des images numériques a tout changé. Des logiciels ont été conçus pour nous aider à repérer les éléments considérés comme anormaux. Aujourd'hui, les micro-calculifications dans les mammographies ou les nodules sur les clichés pulmonaires sont ainsi signalés par ordinateur. De tels outils sont en cours de développement pour d'autres domaines, comme l'imagerie cérébrale. Mais ces évolutions sont très lentes, beaucoup plus en tout cas que ce que j'aurais imaginé il y a quelques années. Nous n'en sommes vraiment qu'aux prémices de l'intelligence artificielle.

Quelle en serait l'étape suivante ?

En imagerie, ce serait que le repérage d'éléments anormaux soit accompagné d'un diagnostic et d'une proposition de traitement. Là nous pourrions vraiment parler d'une forme d'intelligence. Il faudrait pour cela que la machine puisse confronter une image, radiographique par exemple, à une gigantesque base de données rassemblant clichés et diagnostics d'une multitude d'autres cas. Le tout serait couplé aux connaissances

sans cesse actualisées de la littérature scientifique que la machine aurait également engrangée. Ce que fait l'homme en somme, mais ce serait là à une échelle démultipliée par la puissance informatique.

Vous semblez voir cette potentielle évolution d'un très bon œil...

Bien sûr, puisque cette forme d'intelligence artificielle peut être une aide au diagnostic extrêmement précieuse, permettant de soutenir l'œil humain dans des observations parfois complexes ou fastidieuses. Je ne crains pas dans ce domaine une déshumanisation, mais entrevois à l'inverse des conséquences qui ne peuvent être que positives sur la fiabilité de la détection et sur le diagnostic. C'est pourquoi, en imagerie, cette intelligence artificielle qui semble aujourd'hui relever de la science-fiction, on y pense, on en rêve, mais elle n'est pas encore là.

Quels sont les freins ?

Les ordinateurs surpuissants capables d'assimiler d'énormes quantités d'infor-



Le "Robot", l'homme mécanique qui parle, déclame, chante, baise la main aux dames, serre les mains des hommes, mange, boit, s'exhibe sur la scène d'un grand musci-hall à Paris, France en janvier 1930.

mations existent. Des images, supports de bases de données, nous en avons, car des campagnes de recherche sont régulièrement organisées pour les récolter. Selon moi, le premier blocage est d'ordre financier. Le travail de conception et de développement pour de tels systèmes implique des coûts très élevés. Et comme lors de tout investissement important, il faut qu'un retour sur financement soit possible. Or, dans un

tel domaine, les bénéfices financiers ne seront pas forcément immédiats. Dès lors, ces développements utiliseront-ils de l'argent public, d'entreprises privées? La question reste entière. Le second frein actuel est bien sûr la validation des systèmes dont la fiabilité doit être totale. Il n'y a pas aujourd'hui de consensus sur ces questions, même si elles font l'objet de discussions dans de hautes instances internationales.

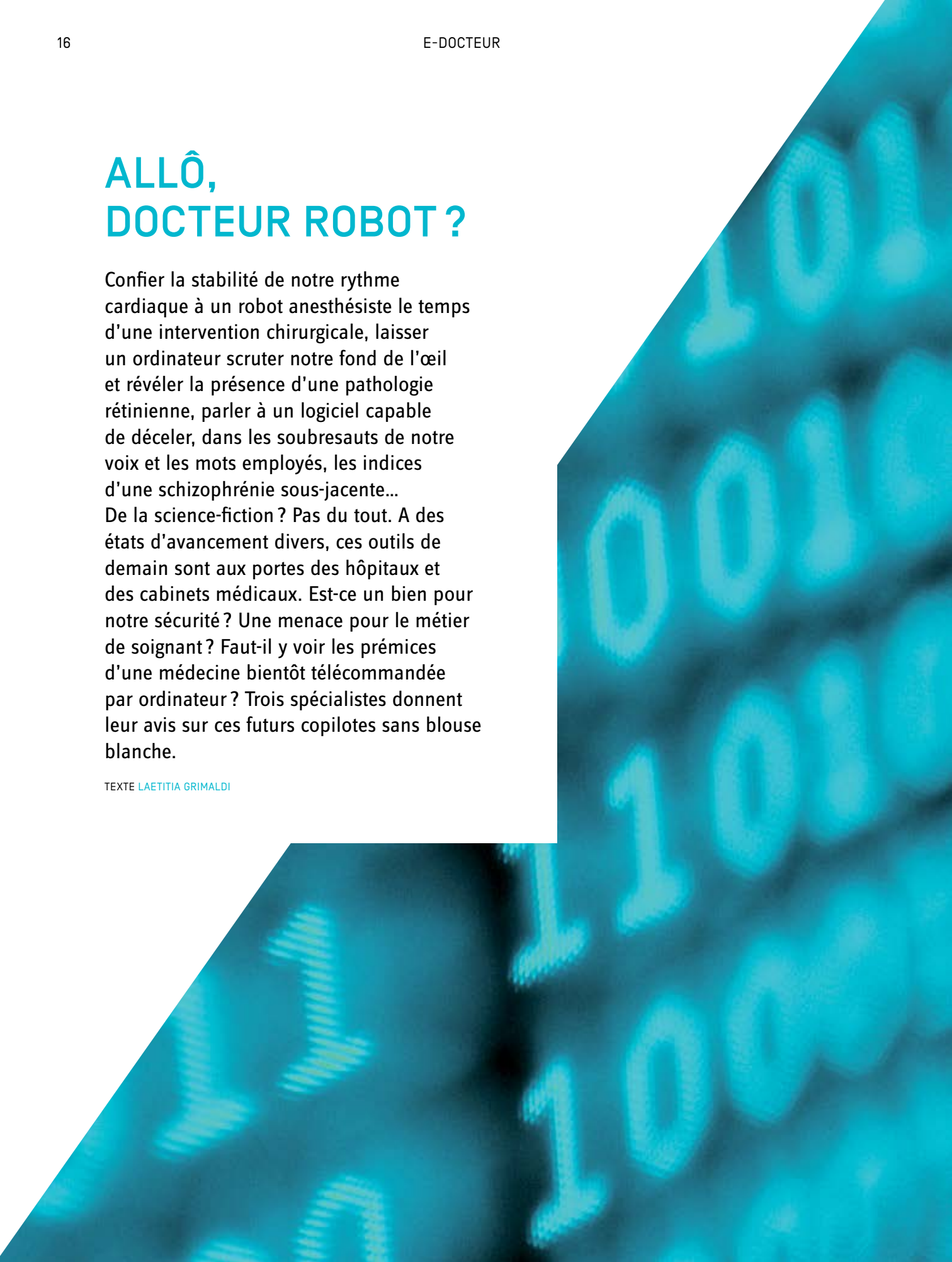
Comment voyez-vous la levée de ces blocages?

Je ne m'attends pas à un déblocage brutal, comme cela a pu être le cas avec des technologies comme les téléphones portables qui ont inondé le marché en quelques années seulement, mais plutôt à un travail de fond des universitaires pour valider ces systèmes et les faire entrer dans les mœurs. Les questions de financement devraient finir par suivre... ●

ALLÔ, DOCTEUR ROBOT ?

Confier la stabilité de notre rythme cardiaque à un robot anesthésiste le temps d'une intervention chirurgicale, laisser un ordinateur scruter notre fond de l'œil et révéler la présence d'une pathologie rétinienne, parler à un logiciel capable de déceler, dans les soubresauts de notre voix et les mots employés, les indices d'une schizophrénie sous-jacente... De la science-fiction ? Pas du tout. A des états d'avancement divers, ces outils de demain sont aux portes des hôpitaux et des cabinets médicaux. Est-ce un bien pour notre sécurité ? Une menace pour le métier de soignant ? Faut-il y voir les prémices d'une médecine bientôt télécommandée par ordinateur ? Trois spécialistes donnent leur avis sur ces futurs copilotes sans blouse blanche.

TEXTE LAETITIA GRIMALDI



I-ANESTHÉSISTE AU BLOC

La salle d'opération est déjà le lieu d'une cohabitation de haut vol où robots opérateurs et respirateurs artificiels assistent sans ciller les médecins sur les corps des patients inconscients. L'innovation sous le feu des projecteurs aujourd'hui? L'anesthésie elle-même. « Les produits de sédation sont désormais délivrés par des pousse seringues préprogrammés, explique le Pr Christian Kern, chef du service d'anesthésie du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV). Mais ce qui va arriver sous peu, ce sont des systèmes capables de réajuster eux-mêmes à tout moment la quantité de produits anesthésiants et analgésiques injectés par intraveineuse s'ils détectent que le malade souffre, s'éveille ou respire mal. » Jusqu'à rendre facultative la présence de l'anesthésiste en salle d'opération? « Aucun risque, estime le spécialiste. Ces automates nous libèrent de certaines tâches, mais l'humain reste le maître à bord et le seul à ce jour à pouvoir pallier les imprévus inhérents à une opération délicate. »

BIENTÔT DES SELFIES DU FOND DE L'ŒIL

Un ordinateur gonflé d'algorithmes surentraînés capables de poser un diagnostic de rétinopathie diabétique. Un kit pour smartphone permettant d'assurer une quasi-consultation ophtalmologique. Cela existe, ça y est. Fruit d'un challenge proposé par la California Health Care Foundation pour le premier, dispositif britannique baptisé « Peek Retina » pour le second, ces innovations ont de quoi surprendre, mais devront parcourir encore un long chemin avant d'ouvrir leur propre consultation. Parmi les questions soulevées: le diagnostic. « Ce que nous observons dans le fond de l'œil doit être rapporté à ce qui se passe dans le corps tout entier, soulève le Dr Michel Matter, ophtalmologue à Genève. Une décision médicale n'est pas uniquement le fait de chiffres et de normes! Et puis, quel suivi thérapeutique, quelle implication du patient face au verdict d'une machine? Alors, envisager de telles options pour des patients non transportables ou vivant trop loin d'un centre de soins, pourquoi pas, mais de nombreux garde-fous doivent être posés. »

SCHIZOPHRÉNIE DIAGNOSTIQUÉE PAR ORDINATEUR

C'est avec un taux de réussite de 100 % qu'un logiciel du géant américain de l'informatique IBM a su prédire la survenue d'un épisode schizophrénique chez des personnes considérées à risque deux ans et demi plus tôt. Son secret? Une analyse du langage passant au crible le degré d'incohérence sémantique et les anomalies de la structure grammaticale. Parue dans la revue *NPJ Schizophrenia* en août dernier, l'étude a impressionné la Dresse Alessandra Solida-Tozzi, psychiatre au Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV): « La méthode employée permet une analyse très raffinée du langage qui vise à décrire avec des paramètres objectifs la désorganisation d'un discours, ce qui est habituellement évalué qualitativement (entre autres choses) lors de l'entretien psychiatrique. Mais les biais de cette étude sont nombreux: le nombre restreint de patients étudiés par exemple (34, *ndlr*) et surtout le fait que rien ne permet aujourd'hui de dire que certaines anomalies du langage sont "spécifiques" à la schizophrénie ». Une piste intéressante malgré tout? « Si des logiciels aident à mieux décrire la complexité du psychisme, oui! répond la psychiatre. Ce qu'il ne faudrait pas, c'est qu'ils contribuent à la réduire. »

Diriger une prothèse par la pensée

A l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), des chercheurs proposent un mécanisme inédit pour manipuler des prothèses par la pensée. La piste semble prometteuse.

TEXTE [BENOÎT PERRIER](#)



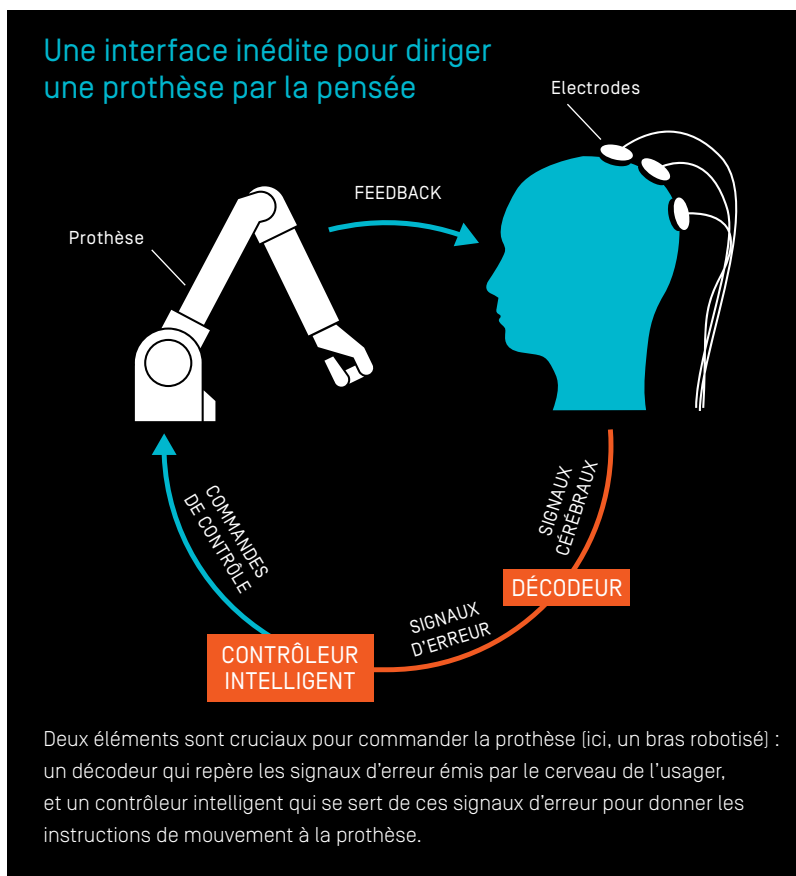
Contrôler une prothèse par la pensée, c'est déjà possible. Mais de manière plutôt rudimentaire, explique le professeur José del R. Millán, directeur du laboratoire d'interface cerveau-machine de l'EPFL. Pour la commander, il faut apprendre à moduler l'activité électrique de son cerveau, à penser au mouvement que l'on veut faire. Des dispositifs - par exemple un électroencéphalogramme (EEG) - enregistrent et décodent alors ces «schémas d'activités». Telle configuration correspondra ainsi à une commande - diriger un bras robotique vers la gauche, par exemple -, telle autre à une autre commande - diriger le bras vers le haut. On peut générer des trajectoires en conjuguant les schémas: aller vers le haut et la droite, par exemple.

Cette approche a néanmoins une faiblesse: plus on demande un mouvement subtil à la prothèse, plus fins et complexes doivent être les signaux émis par le cerveau. Il semble qu'obtenir un tel raffinement soit possible. Toutefois, avec le déclin naturel des fonctions cognitives de l'utilisateur au cours de sa vie, «la performance du système va tôt ou tard diminuer», prédit le spécialiste.

L'erreur comme signal

Le Pr Millán et son équipe proposent donc une alternative. Elle se base sur un constat: «Il y a des tâches que nous avons tellement répétées - comme dessiner la forme d'une lettre quand nous écrivons - que notre cerveau n'a plus besoin d'y réfléchir en détail. Vous pensez à ce que vous voulez écrire et vous laissez faire votre main.» La suite de mouvements est mémorisée dans notre système nerveux, notamment dans la moelle épinière.

Le cerveau se contente donc d'initier l'action, mais il n'est pas inactif pour autant: il vérifie en effet que les mouvements résultants correspondent à son intention. Si ce n'est pas le cas, il produit alors un signal d'erreur qui indique que la séquence d'actions doit être modifiée. «Imaginons un jeu très simple: je vous montre des cartes et vous devez lever un bras selon la couleur de la carte, illustre



le Pr Millán. Si l'on va très vite, vous allez finir par vous tromper. En 80 millisecondes - vous avez à peine commencé à lever la main -, vous réalisez que ce n'est pas le bon bras et le signal d'erreur apparaît. Vous ralentissez et vous commencez ce qui serait le mouvement correct.»

Sécuriser la technique

Détecter ces signaux d'erreur pour guider une prothèse, c'est ce qu'est parvenue à faire l'équipe de l'EPFL. Les chercheurs ont décrit leur expérience cet été dans la revue *Nature Scientific Reports*. Grâce à un «décodeur» de signaux d'erreur qui interprétait les informations fournies par un EEG, des personnes ont pu diriger un bras robotisé et lui faire atteindre des cibles précises.

«Au départ, la prothèse fait des mouvements aléatoires, décrit le scientifique. Elle reçoit ensuite des informations du cerveau de la personne et adapte son action selon que ses mouvements s'approchent ou non de l'objectif. Elle

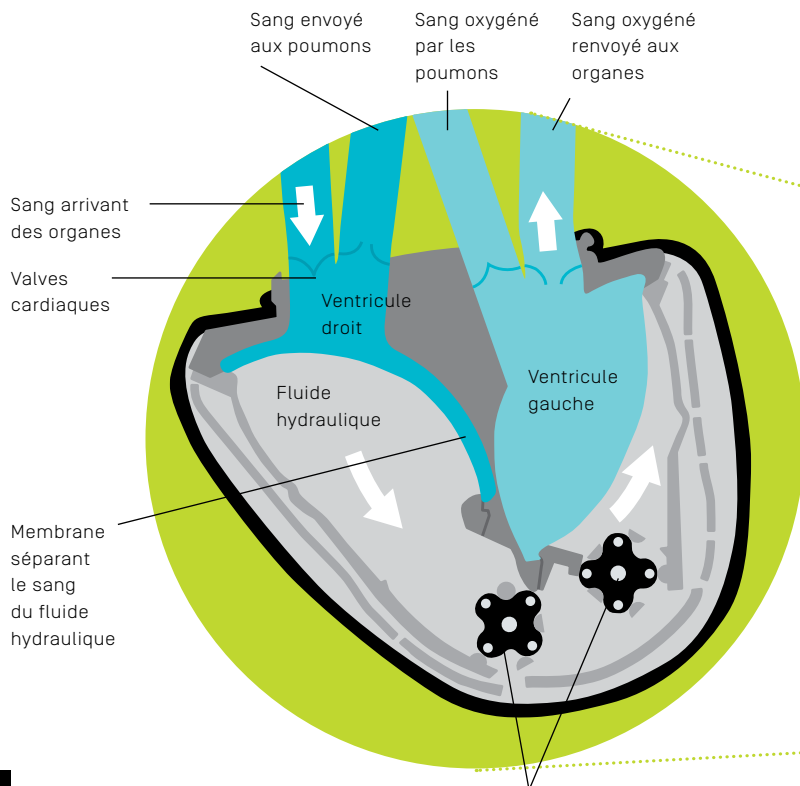
"apprend" également avec un algorithme: si, dans une situation donnée, elle a effectué un mouvement considéré comme correct par la personne, elle le reproduira la prochaine fois qu'elle sera dans des circonstances analogues.» Le système est très efficace: après quelques essais, la prothèse atteint sa cible presque à tous les coups.

Pour autant, on ne va pas voir tout de suite dans la rue des prothèses de ce type. «Il faut les tester et les développer pour qu'elles soient efficaces dans des circonstances très variées, prévient le Pr Millán. Dès lors qu'il y a une interaction physique entre la prothèse et l'environnement, il faut de plus absolument garantir la sécurité de ces dispositifs.» Les premières applications de cette technologie pourraient concerner des cas où une petite erreur d'interprétation ne met pas en danger la personne: un système où l'on contrôlerait un ordinateur par la pensée plutôt qu'avec une souris et un clavier, par exemple. ●

UN CŒUR ARTIFICIEL HIGH-TECH POUR PROLONGER LA VIE

Le Pr Alain Carpentier, chirurgien cardiaque français, a développé un cœur artificiel high-tech visant à offrir une alternative thérapeutique aux malades souffrant d'insuffisance cardiaque terminale, pour lesquels aucune autre possibilité de traitement n'est envisageable. Baptisé « Cœur Carmat » (tel est le nom de la société créée par le chirurgien pour développer ce projet), ce bijou de technologie reproduit la structure d'un cœur humain. La première phase d'essais cliniques, qui a débuté fin 2013, est encore en cours.

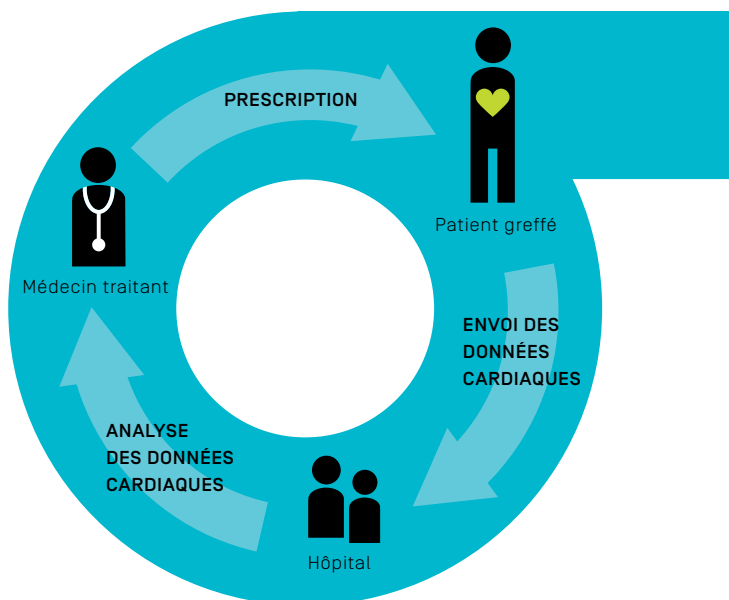
SOURCE CARMAT

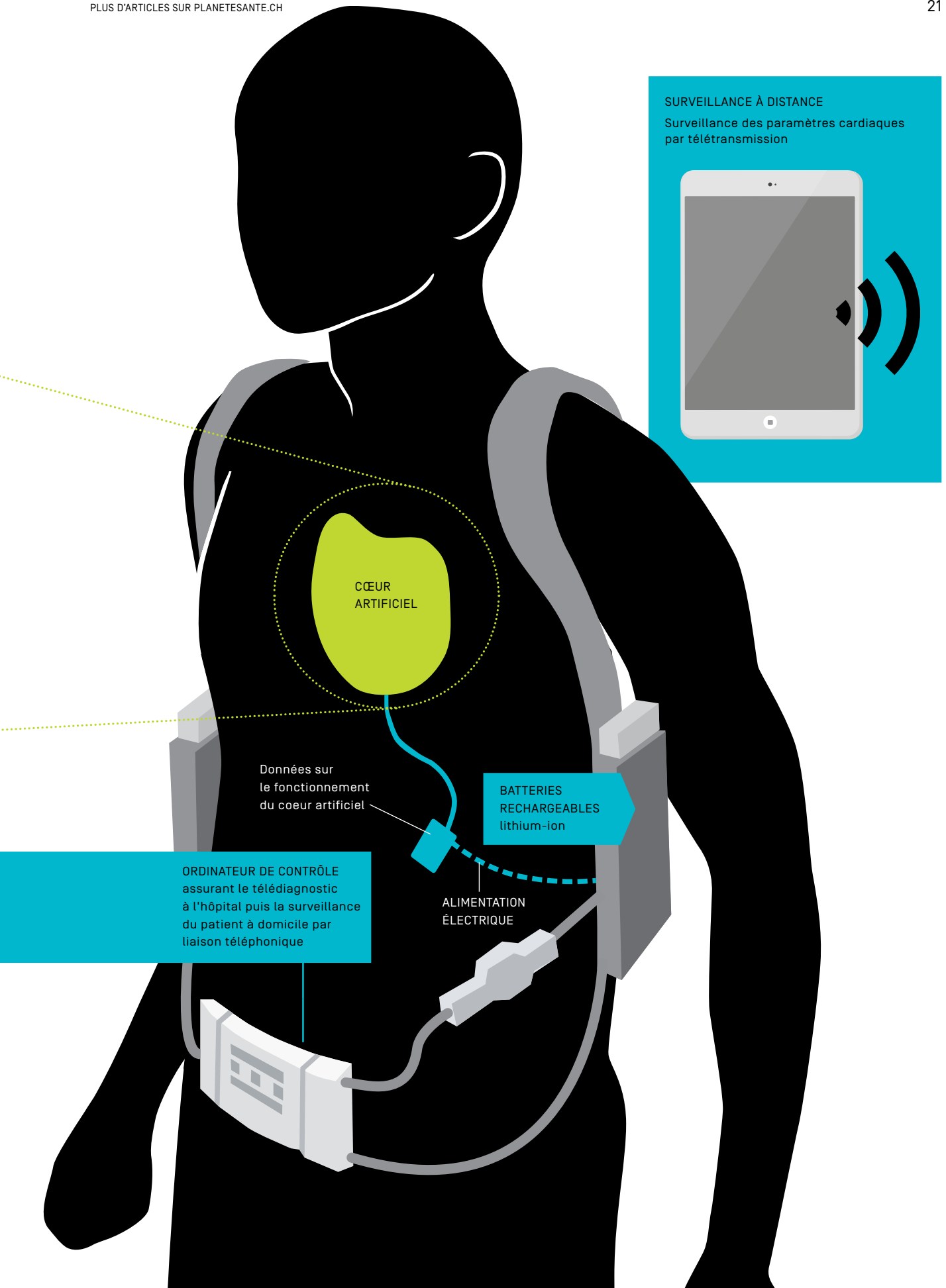


Couple moteur/pompe dans chaque ventricule pour faire circuler le fluide hydraulique qui va remplir et vider alternativement les ventricules

BON A SAVOIR

- Des capteurs adaptent le fonctionnement du cœur artificiel aux besoins du patient (effort physique, etc.).
- Le poids du cœur (900 g) est légèrement supérieur à celui d'un cœur en insuffisance terminale, qui se situe souvent aux environs de 600 g.
- Des matériaux bio-synthétiques sont utilisés pour éviter le rejet.
- Le cœur Carmat reproduit la structure d'un cœur humain. Ses surfaces sont recouvertes de tissu cardiaque d'origine bovine pour minimiser le risque de formation de caillots sanguins.





SURVEILLANCE À DISTANCE

Surveillance des paramètres cardiaques par télétransmission



CŒUR
ARTIFICIEL

Données sur
le fonctionnement
du coeur artificiel

BATTERIES
RECHARGEABLES
lithium-ion

ORDINATEUR DE CONTRÔLE
assurant le télédiagnostic
à l'hôpital puis la surveillance
du patient à domicile par
liaison téléphonique

ALIMENTATION
ÉLECTRIQUE

Nanomédecine, où en est-on ?

L'infiniment petit offre quantité de nouvelles applications, en particulier dans le domaine de la santé. Certains nanomédicaments sont déjà utilisés dans le cadre du cancer, une multitude d'autres font l'objet de recherches.

TEXTE [PATRICIA BERNHEIM](#)

La nanotechnologie s'intéresse à l'étude et la fabrication de nano-objets, dont les dimensions sont comprises entre 1 et 1000 nanomètres (nm).



Présentés comme une révolution il y a quelques années, les nanomédicaments font aujourd'hui l'objet de nombreuses études et essais cliniques. « Les nanoparticules représentent un champ de recherche immense dans le cadre de presque toutes les maladies, comme le cancer, Alzheimer, Parkinson et même l'acné », confirme le Professeur Francesco Stellacci, directeur du Laboratoire des nanomatériaux supramoléculaires et interfaces de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Sur le plan international, de nombreux groupes de chercheurs ont déjà obtenu des résultats réjouissants, notamment pour les tumeurs au cerveau et les cancers du foie, grâce à des nanoparticules. Si la nanotechnologie représente un potentiel énorme, c'est parce que de nombreuses maladies commencent à un niveau nano. L'idée est donc d'agir contre la maladie à ce stade nano, tant au moment du diagnostic que de la thérapie, de manière à éviter les traitements lourds utilisés lorsque la maladie s'est déjà bien développée. L'avantage des nanomédicaments sur l'arsenal médicamenteux traditionnel devrait aussi être de permettre de réduire la toxicité des molécules thérapeutiques,

qui peut être particulièrement importante, sur les cellules non atteintes de l'organisme. Encapsulée, la substance active n'est délivrée que là où elle est utile, réduisant ainsi les effets secondaires.

Plusieurs obstacles

Totalement innovante, la nanomédecine se heurte néanmoins à différents obstacles. Ainsi, « moins de 10 % des médi-

très faible dose », souligne le chercheur. L'autre frein au développement de la nanomédecine, c'est la difficulté à développer de nouveaux médicaments. « Aujourd'hui, nous utilisons des médicaments déjà existants et il n'est pas toujours évident que leur effet en version nano soit aussi bon qu'en version traditionnelle. Parallèlement, il est extrêmement difficile de faire approuver de

“LES NANOPARTICULES REPRÉSENTENT UN CHAMP DE RECHERCHE IMMENSE DANS LE CADRE DE PRESQUE TOUTES LES MALADIES,,

caments existants sont pensés dans l'optique nano, alors que la dose de composé actif transportée dans les nanovecteurs est souvent très faible. Cette technologie ne fonctionne donc qu'avec des molécules très actives, qui ont un effet à

nouveaux médicaments. On est dans la situation du chat qui court après sa queue pour essayer de l'attraper... », poursuit le spécialiste.

Enfin, pour prouver que les effets attendus d'un médicament sont bien présents et imaginer une entrée possible sur le marché, on doit pouvoir modéliser les études en grand. Or les nanomédicaments sont extrêmement chers à concevoir, si bien que l'industrie pharmaceutique hésite encore à investir vraiment le domaine.

Un espoir pour les pays émergents

Depuis quatre ans, les recherches du Pr Francesco Stellacci, directeur du Laboratoire des nanomatériaux supramoléculaires et interfaces de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), et de son équipe portent sur l'application des nanomédicaments dans le cadre de virus du type Ebola, fièvre dengue et dysenterie, des maladies très communes en Afrique où des milliers de personnes en meurent chaque jour. En collaboration avec deux virologues, les chercheurs espèrent trouver une solution simple et bon marché contre les virus et les bactéries, non seu-

lement en termes de principe actif mais aussi de nanovecteur permettant d'apporter le nanomédicament là où il est nécessaire pour en augmenter l'efficacité.

La difficulté principale du projet réside dans la validation de médicaments différents de ceux déjà existants. « L'argent de la recherche va vers les maladies des pays riches, celles que l'on développe et qui sont la conséquence de notre mode de vie, et non celles des pays pauvres, consécutives à des infections virales ou bactériennes. On peine à obtenir des fonds, alors que 2600 enfants meurent chaque jour de dysenterie », déplore le spécialiste.

Une technologie survenue

Il y a une dizaine d'années, la nanomédecine était considérée comme une révolution. Aujourd'hui, le Pr Stellacci nuance: « Le terme de révolution est trop fort. Ce n'est pas comparable aux travaux sur les vaccins ou à ceux de Pasteur sur la pénicilline! Il faut être réaliste: les nanomédicaments ont été survenus. Mais il est important de savoir que cette approche peut aider la médecine à devenir plus technologique, à atteindre un niveau encore plus haut, et que les nanomédicaments seront un élément supplémentaire dans la prise en charge des patients. » ●

Simuler pour apprendre à soigner

Pour s'exercer aux gestes médicaux techniques, les étudiants en médecine disposent de mannequins de toutes sortes. Certains, ultra-perfectionnés et bardés d'électronique, sont très réalistes.

TEXTE PATRICIA BERNHEIM

Contractions, expulsion, hémorragie maternelle ou mauvaise présentation de l'enfant : la simulation de l'accouchement permet de se préparer aux situations critiques.





Les mannequins sont pilotés par un technicien de simulation en santé qui peut faire varier les constantes vitales et l'état clinique.

© ROMAIN GRAF

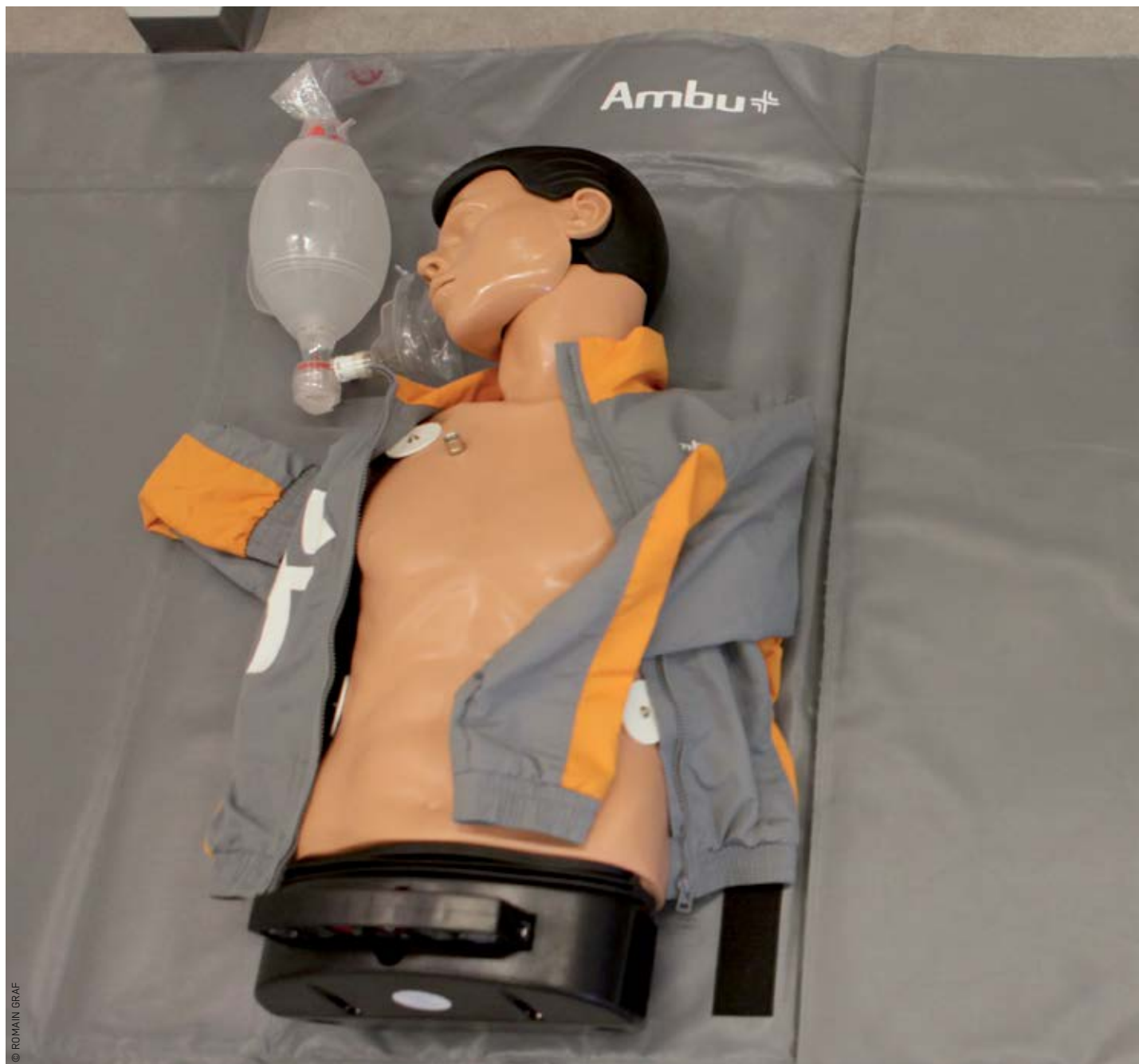
Intuber, perfuser, ponctionner: pour apprendre à maîtriser ces actes, les futurs professionnels commencent par les pratiquer sans restriction, et surtout sans risque, sur différentes catégories de mannequins ou parties de mannequins. « Les dispositifs les plus simples représentent des bras sur lesquels on peut s'entraîner à faire des injections et des prises de sang, des dispositifs pour apprendre à placer une sonde urinaire ou encore des mannequins pour la réanimation cardio-pulmonaire que l'on peut défibriller », décrit la doctoresse Elisabeth Van Gessel, directrice du Centre interprofessionnel de simulation (CIS) à Genève.

Le nec plus ultra, en matière de mannequins, ce sont les simulateurs dits de haute-fidélité qui représentent un corps entier. Le Centre de simulation dispose

d'une vingtaine de mannequins différents dont deux, une femme et un nourrisson, ressemblent en tout point au corps humain. Ils doivent être pilotés par un technicien de simulation en santé qui peut faire varier les constantes vitales, l'état clinique et interagir directement avec les participants: la poitrine des mannequins se soulève au rythme de leur respiration, leur pouls est sensible au cou, au pli du coude et à l'aîne. Ils peuvent aussi parler, s'inquiéter, tousser, gémir, faire un arrêt cardiaque. Un mannequin d'obstétrique, une femme enceinte, permet de simuler des accouchements: contractions, expulsion, complications pour la mère avec une hémorragie ou pour l'enfant qui se présente mal.

Tout ou presque peut être simulé. « Les mannequins peuvent être adaptés à toutes les situations en fonction des

“LES
MANNEQUINS
PEUVENT
PARLER,
S'INQUIÉTER,
TOUSSER, GÉMIR
ET FAIRE
UN ARRÊT
CARDIAQUE,,



© ROMAIN GRAF

besoins des étudiants et ils peuvent tous subir des gestes d'urgence tels que la mise en place d'un drain, un massage cardiaque ou encore une trachéotomie», explique la directrice. Les futurs médecins s'entraînent ainsi à pratiquer et peuvent apprendre de leurs erreurs sans risque de faire souffrir ou de tuer leur patient suite à une erreur de manipulation.

Situations critiques

L'exercice peut sembler ludique mais il n'en est rien. «Travailler sur un mannequin n'a de sens que dans le cadre d'un scénario et d'un objectif à atteindre en matière d'enseignement. Il faut que cela entre dans un contexte de soins, de situations médicales critiques ou rares». Ainsi, les exercices se déroulent dans une

salle d'urgence ou de soins et les situations cliniques vécues sont extrêmement proches de la réalité. «Ce qui est important, c'est d'accompagner les étudiants dans l'enchaînement des petits gestes et conduire à une pratique réflexive en leur donnant un feed-back». Dans ce cadre, les interventions sont donc filmées et suivies d'un débriefing.



Le recours aux mannequins permet une approche plus sereine avec les vrais patients.

S'il manque à ces mannequins l'essentiel, à savoir être de vrais patients avec une histoire et des émotions, reste que ces simulateurs sont incontournables dans la formation. « Ils sont là pour que les futurs professionnels se sentent à l'aise dans leur pratique. C'est une manière de mieux les préparer à une première rencontre avec un patient. Avec

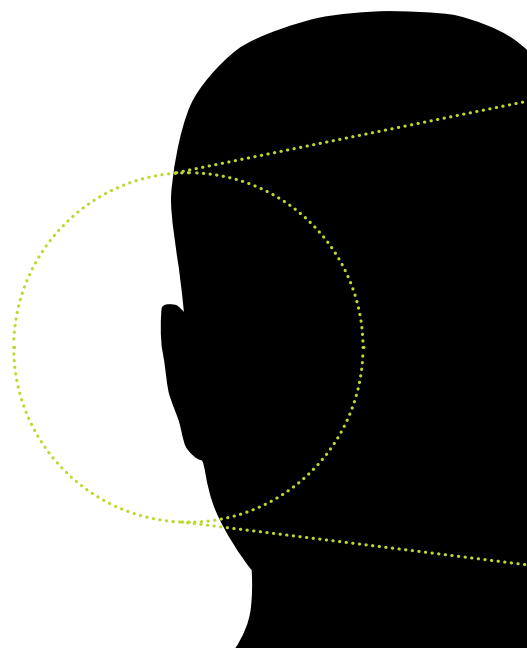
une meilleure expérience du déroulement de ce type d'actes, les jeunes médecins pourraient notamment éviter une bonne partie du stress qui accompagne les premiers contacts délicats avec des patients », conclut Elisabeth van Gessel. ●

OPTIMISER LE TRAVAIL EN ÉQUIPE

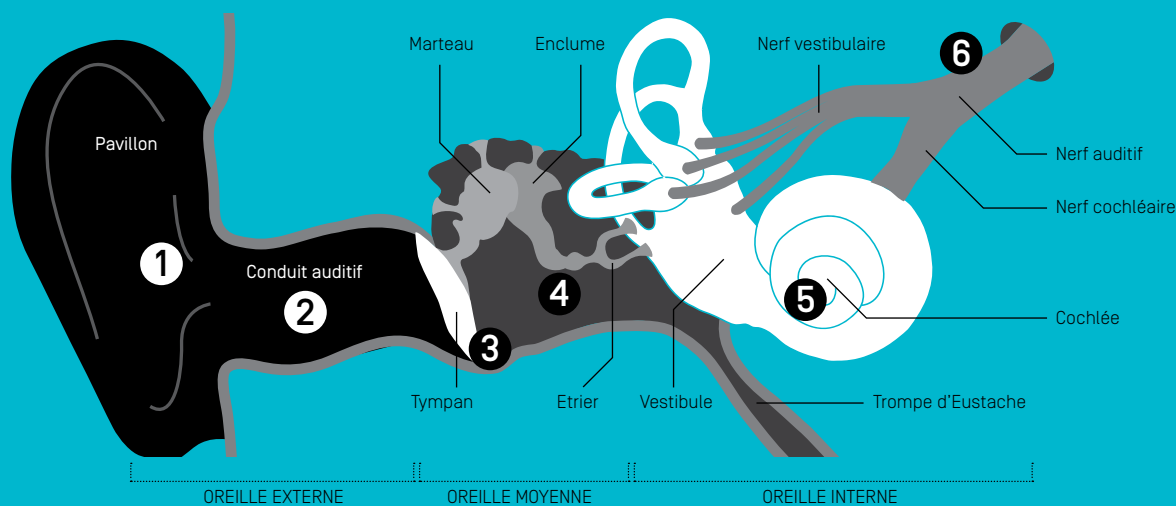
Unique en Suisse, le centre de Genève est aussi l'un des rares centres interprofessionnels de simulation en Europe. En plus de permettre aux étudiants de répéter les protocoles opératoires et de s'entraîner techniquement à certains actes médicaux, c'est surtout l'apprentissage du travail en équipe et son optimisation que le CIS vise. Faire travailler en équipe les personnels médicaux et paramédicaux permet de mieux appréhender la gestion de situations de crise, d'acquérir des connaissances, des compétences et des comportements dans le but final d'améliorer la prise en charge des patients. « La communication entre les professionnels intervenants, et donc entre les métiers qu'ils représentent, est importante, de même que la coordination et la synchronisation entre eux. Il faut savoir en effet que les erreurs médicales lors d'une prise en charge médicale aiguë sont souvent dues à une mauvaise communication entre les professionnels », souligne Elisabeth Van Gessel, directrice du Centre de Genève.

IMPLANT COCHLÉAIRE : UN DISPOSITIF POUR CONTRENER LA SURDITÉ

Un implant cochléaire est une petite prothèse auditive électronique qui permet de redonner partiellement l'ouïe à des personnes atteintes de surdité. Un concentré de technologie qui a révolutionné la prise en charge médicale et la vie de nombreux enfants et adultes dits « sourds profonds » - ne pouvant pas ou plus suivre ni comprendre une conversation sans lecture labiale.



SYSTÈME AUDITIF : COMMENT ÇA MARCHE ?



1

L'oreille externe capte les sons.

2

Le son traverse le conduit auditif.

3

Sous la pression des ondes sonores, la membrane du tympan entre en vibration.

4

Les osselets de l'oreille moyenne [marteau, enclume et étrier] transmettent le son à l'oreille interne.

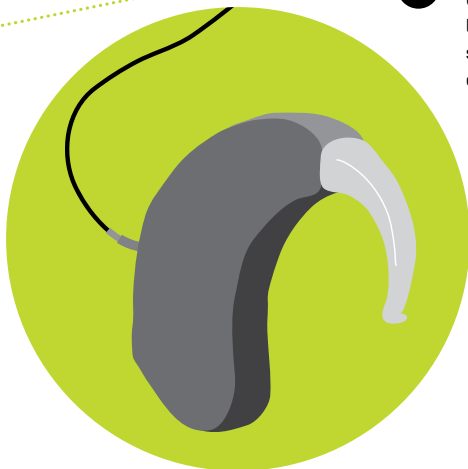
5

La cochlée [qui contient 23 000 cellules ciliées permettant de différencier les différents sons] transforme les vibrations mécaniques en impulsions neuro-électriques.

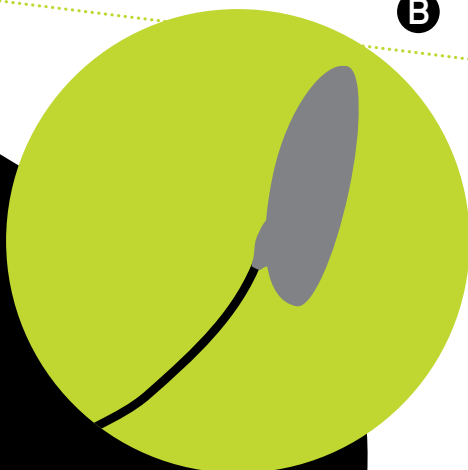
6

Le nerf auditif conduit le signal jusqu'au cortex auditif qui interprète le son.

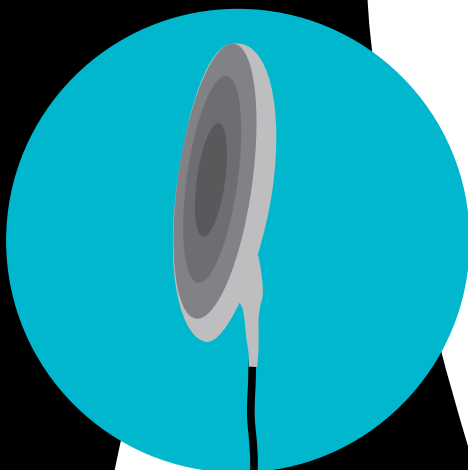
A PROCESSEUR
Un micro placé derrière l'oreille capte les signaux sonores et les transforme en informations digitales.



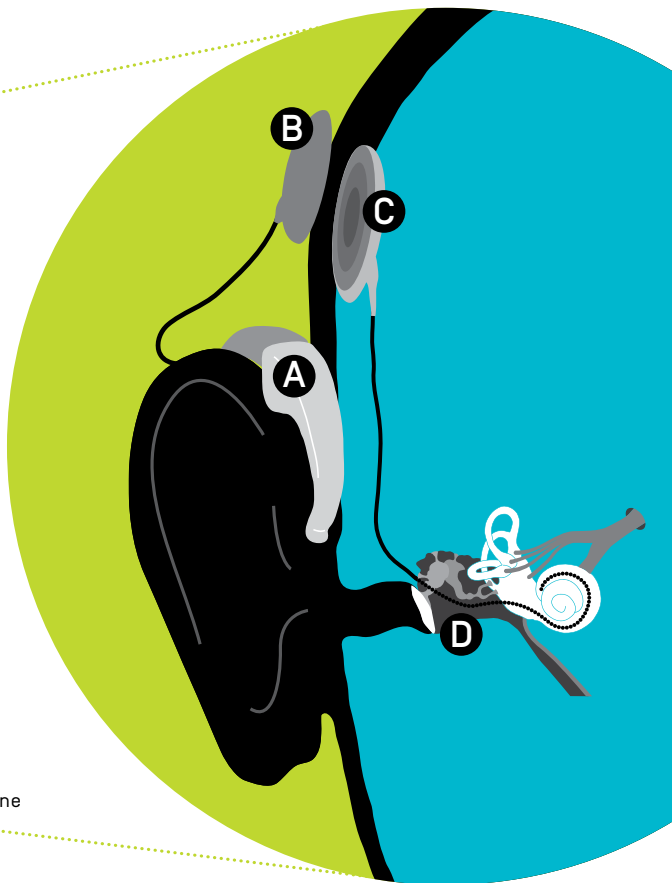
B ANTENNE
Le son est transmis à un implant sous-cutané par une antenne émettrice placée sur le cuir chevelu.



C IMPLANT
L'implant, qui est muni d'une antenne réceptrice, envoie des signaux électriques vers les électrodes qui se trouvent dans la cochlée.



D ELECTRODES
Un porte-électrodes enroulé dans l'oreille interne interprète les signaux transmis par l'implant et les transfère au nerf auditif qui les transmet au cerveau où ces informations sont interprétées.



La radio du dos, version 2.0

En vingt secondes, l'EOS, un nouvel appareil d'imagerie, prend deux radios hyperprécises de toute votre personne grâce à l'informatique et à ses détecteurs ultrasensibles. Fait inédit : il le fait alors que vous êtes debout.

TEXTE BENOÎT PERRIER

Un outil précieux pour comprendre et soigner les maux de dos, c'est ce qu'offre l'EOS, un appareil d'imagerie installé à la clinique de La Source à Lausanne depuis le printemps 2015. La technique ? La radiographie classique à rayons X, mais dopée par l'informatique et des détecteurs ultraperfectionnés. L'EOS se présente comme une cabine où l'on se tient debout. Deux émetteurs de rayons X, montés sur des rails verticaux, sont cachés dans ses parois. Ils sont disposés à angle droit, ce qui permet de prendre simultanément des images de

face et de profil. En face d'eux, toujours dans les parois, on trouve les détecteurs, mais au lieu de plaques photographiques que viendraient frapper les rayons X, l'appareil utilise des chambres à fil, un dispositif hyperprécis inventé par le prix Nobel Georges Charpak (1924-2010) et utilisé à l'origine en physique des particules.

«Au signal, ne plus bouger...» En 20 à 25 secondes, les images sont produites. Elles présentent plusieurs avantages. Elles sont d'abord plus précises qu'une radio du dos classique. Pourquoi ?

Parce qu'une radio classique de toute la colonne est en fait l'addition de trois clichés différents que l'on « scotche » ensemble. Or, ce processus induit des imprécisions importantes. Dans l'EOS, au contraire, on réalise quelques dizaines de clichés, tous aussi précis les uns que les autres, que l'ordinateur va ensuite reconstituer en une seule image. L'EOS, malgré cela, expose à 10 à 100 fois moins de radiations que la radiographie classique car ses détecteurs sont beaucoup plus sensibles. Une caractéristique très importante, en particulier pour le suivi



L'EOS permet de scanner tout le corps en position debout.



de scoliozes chez les enfants qu'il faut éviter d'irradier inutilement.

Mais l'EOS présente aussi des avantages par rapport à l'IRM et au scanner, explique Duccio Boscherini, neurochirurgien à La Source. Ces deux dispositifs fournissent en effet des images de la colonne, mais pas du reste du corps, contrairement à l'EOS. Or, les genoux ou les hanches peuvent être la cause de déséquilibres créant des maux de dos. De même, scanner et IRM sont réalisés quand la personne est couchée. « Ils fournissent donc des images restreintes de l'anatomie, dans une position statique et non physiologique. » Par opposition, l'EOS montre toute la personne en position debout.

Définir la normalité

Les médecins se rendent compte que les maux de dos doivent être évalués de manière globale, qu'ils sont le résultat d'une interaction subtile entre la posture

de la personne, sa musculature et des caractéristiques anatomiques qui lui sont propres. « Il existe un cône d'économie en position debout, relate le chirurgien, un ensemble de postures possibles où la musculature est sollicitée au minimum. »

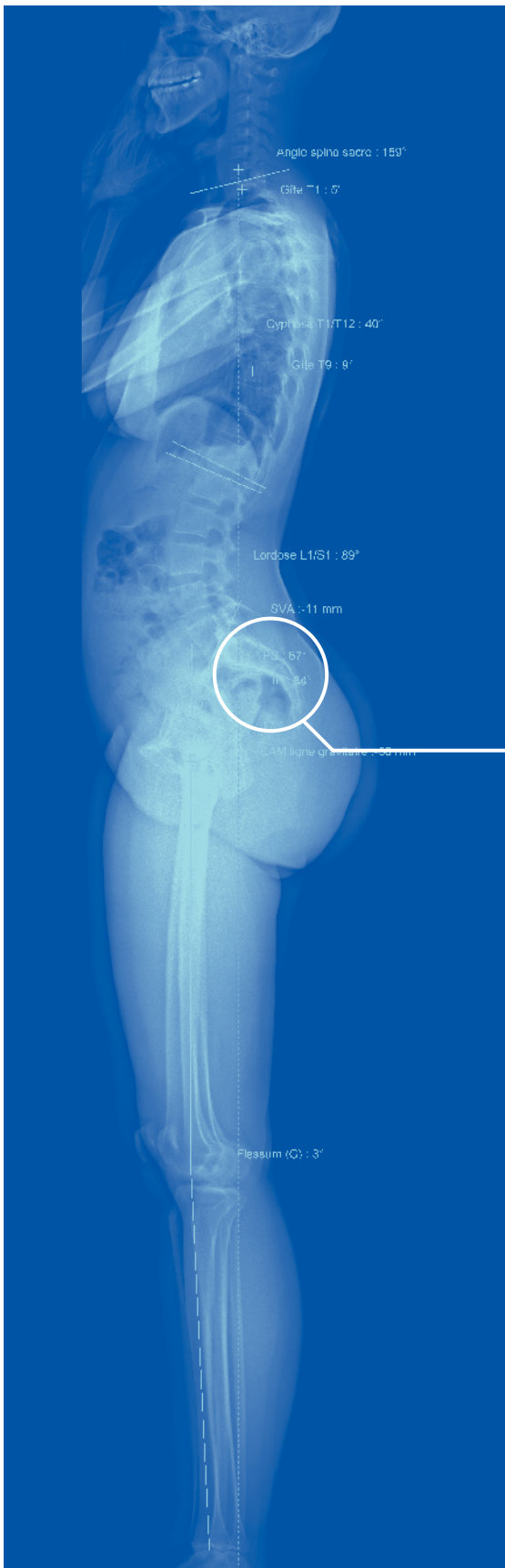
des maux de dos. Telle patiente, par exemple, a un sacrum presque à l'horizontale, illustre le spécialiste : c'est très rare et cela cause naturellement une cambrure exagérée qui explique ses maux de dos.

“ON A DÉSORMAIS IDENTIFIÉ DES PARAMÈTRES QUI PRÉDISENT LE RISQUE DE MAUX DE DOS,,

Quand on s'en écarte, celle-ci doit travailler davantage, ce qui augmente le risque de maux de dos.

On a désormais identifié des paramètres normaux, poursuit le chirurgien, des angles (de cambrure par exemple) ou des mesures (l'emplacement du centre de gravité) qui permettent de prédire si une personne risque davantage de connaître

Ces valeurs, l'EOS les calcule aisément et les fournit rapidement. Une fois munis de ces données, les spécialistes comprennent mieux l'origine des maux de dos. Ces mesures sont également précieuses pour déterminer où opérer pour être le plus efficace, de même que pour évaluer comment la colonne s'est repositionnée après une opération.

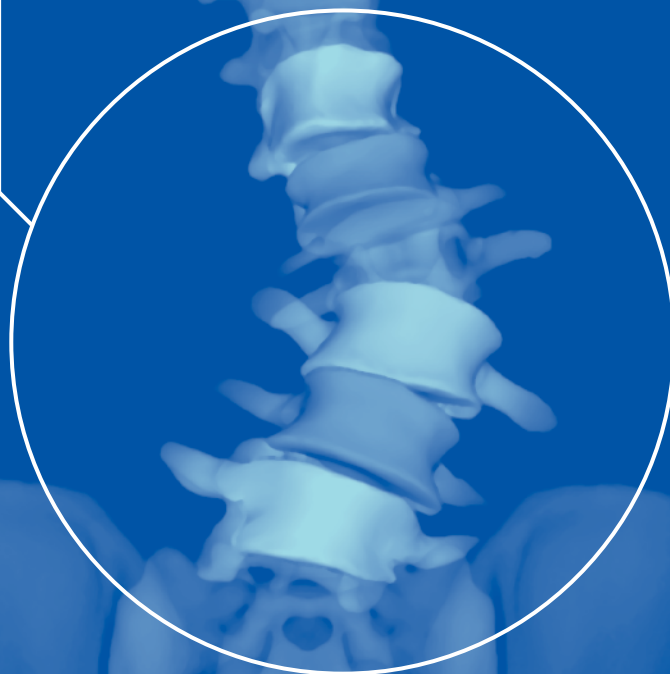


1/

Prise en position debout, cette image montre que le sacrum de cette personne débute presque à l'horizontale. L'extrême cambrure de la patiente est la source de ses maux de dos invalidants.

2/

Grâce à une reconstitution en 3D de la colonne, on voit ici une forte scoliose (colonne vertébrale anormalement incurvée) qui cause au patient des douleurs dans le bas du dos.



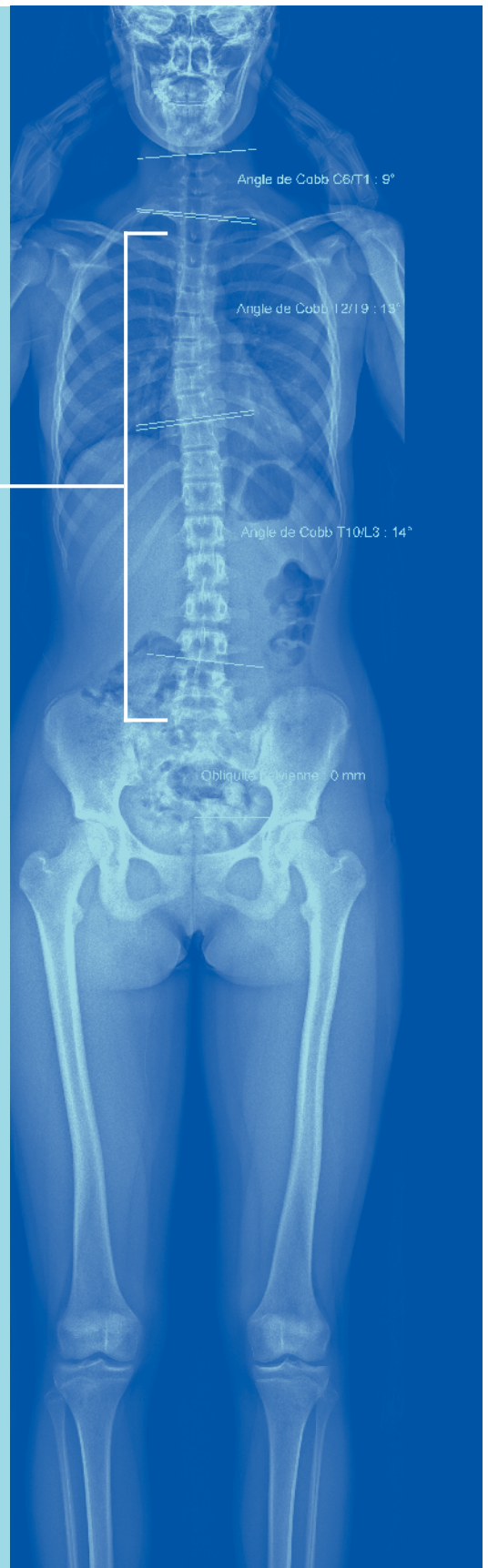


3/

Les radiographies sont aussi utiles pour évaluer la réussite d'une opération du dos. Cette personne a un dos très plat et il a fallu la réopérer pour modifier sa cambrure, et donc son centre de gravité.

4/

On voit sur cette image une légère scoliose chez une personne jeune. Des images de radiographie permettent un suivi régulier de cette affection.



IMPRESSION 3D : QUELLES UTILISATIONS EN MÉDECINE ?

Imprimer en 3D ? Si le concept est curieux, il n'en est pas moins réel. Au lieu de disposer de l'encre sur le papier, les imprimantes 3D chauffent des petites bobines de plastique qu'elles disposent selon le modèle qu'on leur a fourni. Couche après couche, l'imprimante 3D produit ainsi un volume. L'usage de cette technique va se généraliser en médecine, explique le Dr Martin Broome, chirurgien maxillo-facial au Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV). D'une part, parce qu'elle permet une certaine personnalisation : imprimée en 3D, une pièce peut être réalisée sur mesure et parfaitement adaptée à un individu donné. D'autre part, car elle garantit un haut degré de précision, jusqu'à 32 microns pour les pièces imprimées au CHUV. Quelques exemples d'emplois.

TEXTE [BENOÎT PERRIER](#)



UN CHABLON POUR DÉCOUPER

On recourt fréquemment à l'impression 3D pour créer des instruments utilisés ensuite durant les opérations. Dans la chirurgie de certains cancers, explique le Dr Broome, on produit ainsi un chablon de la tumeur qui permet à l'opérateur de savoir précisément quel volume retirer: ni trop, ni trop peu, tout en préservant les structures environnantes. De même, en cas de prélèvement pour une greffe d'os, on peut imprimer des guides opératoires qui indiquent au millimètre près combien de matière osseuse il faut retirer.

UN MODÈLE POUR SIMULER OU EXPLIQUER

Les chirurgiens emploient l'impression 3D pour reproduire les parties du corps sur lesquelles ils vont intervenir. « Nous l'utilisons pour simuler une opération complexe, détaille le Dr Broome. Cela permet de visualiser les zones où nous allons couper et les mouvements qui seront nécessaires. » Ces modèles sont aussi utilisés dans l'enseignement entre médecins. « Mais c'est chez les patients que nous avons vu le plus gros impact de ces modèles, se réjouit le spécialiste. Expliquer une opération, montrer par où nous passons, à quoi nous souhaitons accéder, est toujours difficile. Ces impressions 3D permettent aux patients de visualiser le traitement: ils comprennent mieux nos préoccupations et nous comprenons mieux les leurs. Nous faisons mieux équipe et ils connaissent moins de complications. »

UN IMPLANT OSSEUX QUI SE DISSOUT

Imprimer en 3D de l'« os résorbable » devrait être rapidement possible selon le Dr Broome. L'idée est d'exploiter le potentiel de régénération de l'os. On implantera ainsi sur l'os des pièces qui stimulent la croissance des cellules osseuses. En parallèle, l'implant se dégradera de lui-même. Au bout du compte, on obtiendrait donc un os régénéré et sans implant.

DEMAIN, DES PROTHÈSES

On « imprime » d'ores et déjà des prothèses de hanche ou de genou sur mesure mais avec une technique qui est le contraire de l'impression 3D: au lieu de construire une pièce couche après couche, on « creuse » un bloc de matière, par exemple de titane. Les plastiques utilisés pour l'impression 3D n'ont pas encore une rigidité suffisante pour une telle utilisation à large échelle.

APRÈS-DEMAIN, DES TISSUS

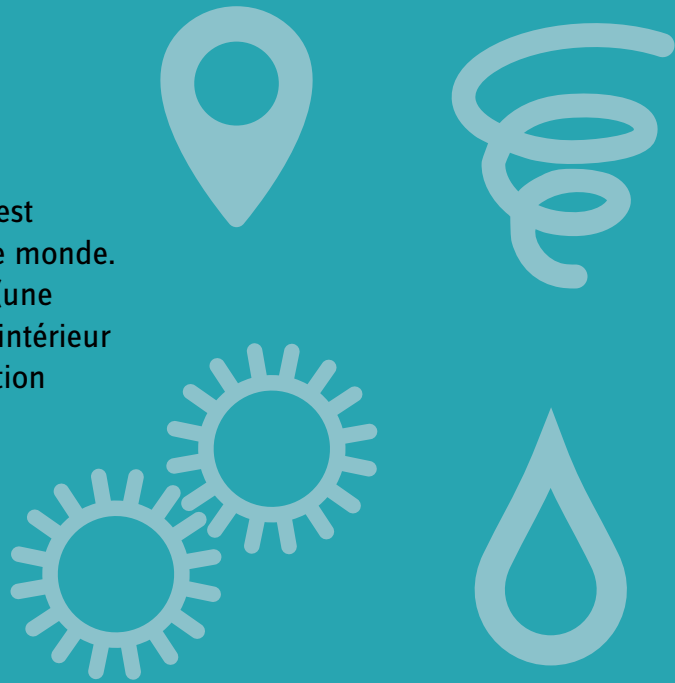
C'est encore la musique d'un avenir lointain. Demain, on pourra peut-être imprimer des tissus à l'aide de cellules souches qui formeraient une sorte d'encre biologique. De tels procédés seront d'abord utilisés en recherche pour tester des médicaments ou étudier des maladies. « Mais avant qu'on puisse employer cette technique chez l'homme, il faudra des années de développement et de validation », prévient le Dr Broome.

FICHE MALADIE

LA CATARACTE

La cataracte est très fréquente. Elle est la principale cause de cécité dans le monde. Il s'agit d'une maladie du cristallin (une lentille transparente se trouvant à l'intérieur de l'œil) qui conduit à une dégradation progressive de la vision.

EXPERT DR HANA ABOU ZEID



La fonction normale du cristallin est de concentrer les rayons lumineux sur la rétine, une membrane qui tapisse le fond de l'œil et qui contient les cellules sensorielles de la vision. Ces cellules sont liées au nerf optique chargé de transmettre ensuite au cerveau les informations captées par l'œil. En cas de cataracte, le cristallin devient partiellement ou entièrement opaque et il ne peut plus assurer correctement sa fonction. Ainsi, au lieu d'être concentrée de manière précise sur la rétine, la lumière est diffractée et projetée dans plusieurs directions. La vision se détériore : la personne voit flou ou parfois double.

Diverses zones du cristallin peuvent être touchées par la cataracte. Sans traitement, la maladie peut s'aggraver et lorsque le cristallin a entièrement perdu sa transparence, la personne devient aveugle. Parfois, la cataracte provoque ou aggrave un glaucome (maladie qui atteint le nerf optique). Quand elle apparaît tôt (avant 60 ans) ou très tôt dans la vie (à la naissance), on la considère véritablement comme une maladie mais, en général, c'est une conséquence normale du vieillissement. La cataracte peut donc toucher l'ensemble des individus, mais à des degrés divers et à des âges très différents selon la sensibilité génétique et les facteurs de risque éventuels.

Le traitement est chirurgical et relativement simple. Il consiste à remplacer le cristallin opacifié par une lentille transparente. En Suisse, 25 000 opérations sont réalisées par année et une personne sur cinq de 65 ans ou plus est concernée.

Symptômes



De manière générale, une personne dont le cristallin s'opacifie voit moins bien. Sa vision est moins nette et sa perception des couleurs peut être affectée (la vision tend à tirer sur le rouge).

La lumière peut devenir gênante et, de nuit, les personnes ayant une cataracte voient des halos autour des phares de voiture par exemple.

La vision peut également se dédoubler et les patients se plaignent fréquemment d'une sensation de voile devant les yeux.

Les symptômes diffèrent selon la partie du cristallin qui perd sa transparence :

- Lorsque la partie intérieure (le noyau) est touchée, la personne devient myope et se plaint généralement de ne plus pouvoir conduire de nuit, de moins bien voir de loin, mais de mieux lire sans lunettes.
- Lorsque l'enveloppe à l'arrière du cristallin (la capsule postérieure) devient opaque, la personne devient hypermétrope et se plaint surtout d'avoir du mal à lire, mais aussi de moins bien voir de loin.

En fonction notamment de leur mode de vie, les personnes affectées supportent différemment les symptômes. Ainsi, une personne qui conduit se rendra sans doute compte plus tôt des

changements de sa vision. A contrario, le diagnostic sera posé plus tard chez une personne dont la cataracte apparaît à un âge plus avancé et qui s'accommode des changements de sa vue. La question du moment auquel effectuer le traitement se posera donc différemment selon les individus.

Causes



Dans la quasi-totalité des cas, la cataracte est due au processus de vieillissement. Deux mécanismes sont à l'origine de la perte progressive de transparence des cellules du cristallin : les cellules perdent l'organisation très stricte qui leur permet d'être transparentes et/ou des protéines contenues dans ces cellules se dégradent.

Les autres causes possibles de la cataracte sont :

- La prise prolongée de certains médicaments, principalement la cortisone.
- Les anomalies génétiques : certaines anomalies sont responsables de l'apparition d'une cataracte à la naissance. D'autres gènes sont impliqués dans son apparition relativement tôt dans la vie (avant 60 ans).
- L'uvéïte, un type grave d'inflammation de l'œil.
- Les traumatismes : tout objet pénétrant dans l'œil et touchant directement le cristallin peut causer une cataracte. De même, mais plus rarement, il est possible qu'un coup reçu sur l'œil ou à proximité de l'œil provoque indirectement une cataracte.
- Le diabète (une cause fréquente de cécité par ailleurs) : en raison du niveau élevé de sucre dans le sang, du glucose accumulé dans le cristallin (et la rétine) est transformé en sorbitol, un autre sucre qui semble induire la cataracte.
- L'exposition au rayonnement ultraviolet (lors d'activités à l'extérieur) ou à d'autres rayonnements de haute énergie (rayons X, etc.).

Facteurs de risque



L'âge est le principal facteur de risque de la cataracte.

D'autres facteurs de risque sont :

- L'exposition aux rayons ultraviolets, d'où l'importance de protéger les yeux du soleil, particulièrement en été ou lors d'activités à l'extérieur en hiver (ski par exemple).
- Une très forte myopie.
- La prise de certains médicaments (cortisone).
- Certains traitements tels que la radiothérapie.

Traitements



Il n'existe pas de médicaments pour soigner la cataracte. Le traitement est chirurgical. En général, l'opération est réalisée en une vingtaine de minutes, sous anesthésie locale. Il s'agit de remplacer le cristallin opaque de l'œil par une lentille artificielle transparente.

Une fois l'œil anesthésié, l'intervention du chirurgien ophtalmologue se déroule en quatre étapes :

- Incision de la cornée de quelques millimètres.
- Ouverture de la capsule (enveloppe) du cristallin.
- Dissolution du cristallin à l'aide d'ultrasons.
- Introduction de la lentille artificielle.

La première opération de ce type a été réalisée en 1967. Après l'opération, le patient quitte l'hôpital ou la clinique le jour même, sans pansement, mais il doit porter une coque protectrice sur l'œil pendant une semaine durant la nuit. Il doit également mettre des gouttes dans l'œil opéré au moins quatre fois par jour.

L'opération de la cataracte est aussi l'occasion de corriger certains défauts de vision. La lentille implantée a en effet une certaine puissance, comme un verre de lunettes ou une lentille de contact, ce qui permet d'améliorer la vision en cas de myopie, d'hypermétropie, d'astigmatisme, voire de presbytie.

Evolution et complications possibles



Sans traitement, la cataracte peut s'aggraver jusqu'à mener à la cécité.

Après une opération de la cataracte (en l'absence de problème oculaire, de maladie préexistante telle que le diabète par exemple ou de complication liée à l'opération elle-même), les

chances que l'œil opéré ait à nouveau une vision de 50 % ou plus sont très grandes [95 à 99 %]. En d'autres termes, l'œil opéré voit nettement mieux.

Exceptionnellement, un très faible astigmatisme (anomalie de la vision due à des inégalités de la courbure de la cornée) peut apparaître après l'opération. Il arrive aussi que le cristallin ou la lentille se déplacent à l'intérieur de l'œil (luxation).

Dans 1 à 2 % des opérations, on observe des complications plus ou moins graves : un œdème (gonflement) de la cornée qui peut parfois nécessiter une greffe de la cornée, ou un décollement de rétine qui peut également être opéré. Ces complications peuvent entraîner la perception de halos, une tendance à l'éblouissement, une réduction de l'acuité visuelle même avec la correction, une gêne de la vision nocturne, une vision dédoublée, une déformation des images.

Les complications graves sont très rares [1 cas sur 10 000 ou 15 000, ce qui correspond à 0,01 ou 0,02 %]. Il peut s'agir d'une hémorragie ou d'une infection de l'œil par exemple. Ces complications sont parfois responsables de la perte de la vision.

La chirurgie de la cataracte peut également provoquer ou aggraver

des symptômes de sécheresse oculaire, généralement de manière transitoire. Les symptômes diminuent ou disparaissent après quelques semaines.

Prévention



Pour prévenir la cataracte, on peut :

- Limiter l'exposition aux rayons ultraviolets par le port de lunettes de soleil à l'extérieur.
- Porter des lunettes de protection pour le bricolage et le jardinage ou toute autre activité comportant un risque de projection dans l'œil ou de traumatisme.

Quand contacter le médecin ?



Une consultation chez l'ophtalmologue est nécessaire lorsque :

- Apparemment, la vue baisse.
- Les phares de voiture éblouissent la nuit, la conduite de nuit ou de jour devient difficile.

Au-delà de 40 ans, un contrôle chez l'ophtalmologue tous les deux ans est recommandé. Après 60 ans, les personnes qui conduisent devraient avoir un contrôle de la vue tous les deux ans. En effet, la législation fixe des seuils de vision minimaux pour conduire : 60 % d'un œil et 10 % de l'autre si l'on voit des deux yeux, 80 % si l'on ne voit que d'un œil.

Informations utiles au médecin



Le médecin (ophtalmologue) se renseignera à propos d'une éventuelle prise de cortisone ou d'autres médicaments pendant une longue période et de la présence d'un diabète. Il cherchera également à savoir si d'autres membres de la famille ont eu une cataracte, et si oui, à quel âge.

Examens



Pour préciser le degré de cataracte, l'ophtalmologue teste la vision et examine les yeux après avoir dilaté les pupilles (à l'aide de gouttes).

Avant une éventuelle opération, l'ophtalmologue mesurera les dimensions de l'œil et estimera la puissance de la lentille à implanter, selon le besoin éventuel de corriger également un défaut visuel.

Références

Pour en savoir plus

La vue pour les nuls, D.-A. Lebuissou, First Editions, 2013.

Références scientifiques

- « Ophthalmologie. Nouvelles tendances dans la chirurgie de la cataracte », Abouzeid H., Rev Med Suisse 2011;128-132.
- « Cataracte », Labbé A, Boureau C., La Revue du Praticien 2007;17:1929-34.

Nouvelles couches d'incontinence ID Expert (anciennement Euron)



Remboursées par les caisses maladies selon prescription médicale. De toute première qualité destinées tant aux professionnels qu'aux privés.

Offre spéciale : Livraison gratuite pour les privés.

Demandez des échantillons gratuits en nous retournant ce talon dûment coché

Nos atouts :

- Testées dermatologiquement, sans Latex
- Sa forme anatomique et son aspect cotonneux vous garantissent une protection efficace contre les fuites
- Contient un gel anti-odeur qui prend également soin du PH de votre peau

Distri-Hygienics Sàrl • Rte d'Hermance 218A • 1246 Corsier / Ge • Tél. 078/763.28.61
Claudine D'hondt • Directrice Commerciale • distri.hygienics@bluewin.ch



ID Micro Homme
Taille unique



ID Micro Femme
Taille unique



ID Form
S M L XL



ID Pants
S M L XL

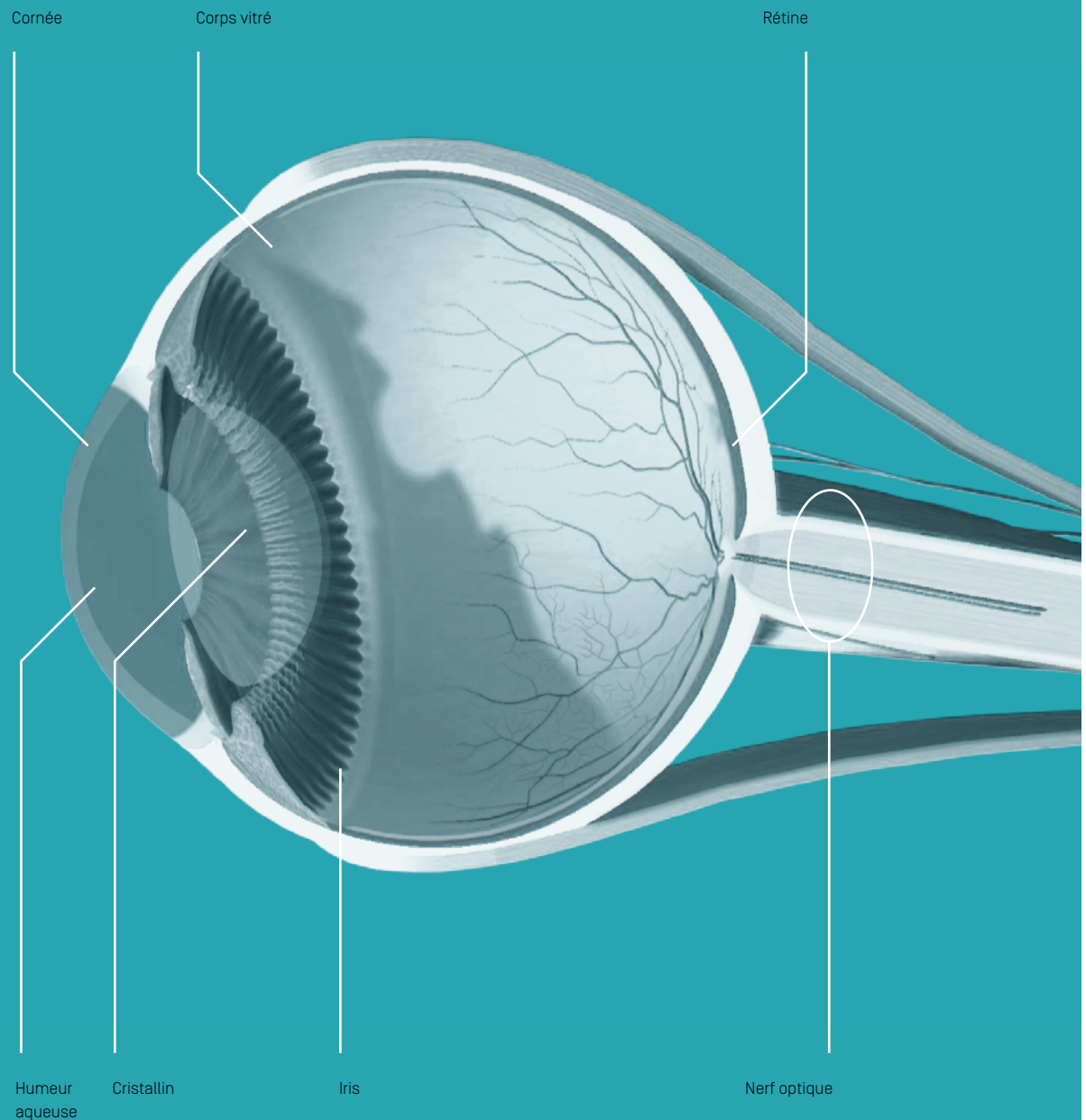


ID Slip
S M L XL



ID Belt
S M L XL

L'ŒIL ET SES COMPOSANTS



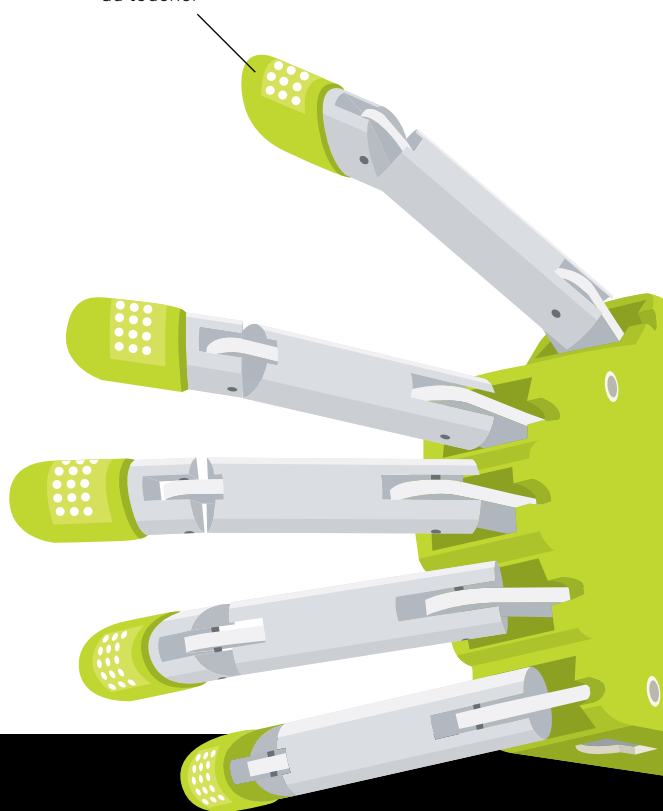
La cornée et le cristallin fonctionnent comme deux lentilles optiques : ils concentrent les rayons lumineux qui forment l'image sur la rétine. En cas de cataracte, on observe une opacification progressive du cristallin, normalement clair et transparent, qui gêne la vision. Pour y remédier, le chirurgien remplace le cristallin opacifié par une lentille artificielle transparente.

UNE MAIN ARTIFICIELLE REDONNE LE SENS DU TOUCHER

Un prototype de prothèse de main conçu dans le cadre du projet européen LifeHand2 a permis, en 2013, à un amputé de retrouver le sens du toucher. Dennis Aabo Sørensen avait ainsi pu sentir si tel ou tel objet était doux ou dur, ou s'il avait affaire à un cylindre ou à une balle. Il est devenu la première personne au monde à retrouver avec une grande finesse et en temps réel le sens du toucher. Au bout d'un mois, conformément à la législation européenne pour ce type d'essais, le prototype avait été déconnecté, et les micro-électrodes extraites du bras du patient. De nouveaux tests de grande envergure devraient débuter en cette fin d'année, ce qui pourrait apporter un lot de nouveautés très prometteuses.

CAPTEURS

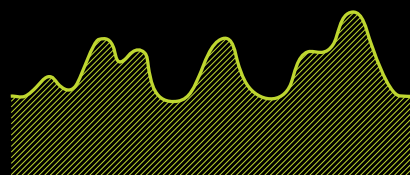
Main bionique équipée de capteurs réagissant au toucher



COMMENT ÇA MARCHE

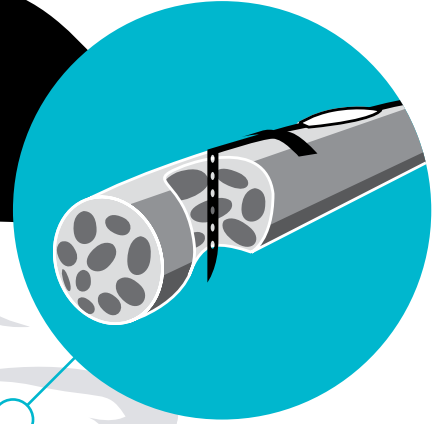
Les capteurs placés au bout des doigts artificiels réagissent à la tension de tendons métalliques implantés dans la prothèse. Le système transforme alors ces informations en courant électrique puis en langage similaire à des impulsions nerveuses par le biais d'une série d'algorithmes. Ainsi traduits, les signaux parviennent aux électrodes greffées dans les nerfs périphériques et fument vers le cerveau.

1 SIGNAL ÉLECTRIQUE DU CAPTEUR
Le système nerveux ne peut pas encore l'interpréter.



— Isolement visuel et auditif
du patient pour évaluer
objectivement ses sensations

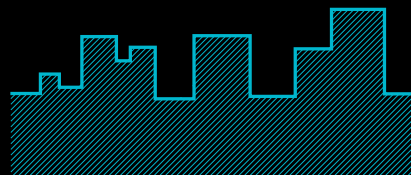
ELECTRODES
Electrodes implantées sur
les nerfs du haut du bras



2 TRAITEMENT DU SIGNAL
Traduction du signal en impulsions
analogues à l'influx nerveux.



3 INFLUX NERVEUX ARTIFICIEL
Traité informatiquement, le signal peut être
envoyé au système nerveux via des électrodes.



PR MARCEL SALATHÉ

« Notre téléphone en saura bientôt plus sur nous que notre propre médecin »

D'un parcours en biologie qui aurait pu le conduire à étudier l'humain l'œil rivé sur un microscope, Marcel Salathé a choisi la sphère Internet et les tweets qui crépitent par milliards pour décrypter l'évolution des maladies à l'échelle de l'humanité. Sa profession : épidémiologiste numérique. De retour à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) après huit ans passés aux Etats-Unis, ce professeur en sciences de la vie nous donne sa vision de la révolution qui est en passe de métamorphoser la santé.

PROPOS RECUEILLIS PAR LAETITIA GRIMALDI

P.S. : Vous êtes épidémiologiste numérique, une discipline née il y a quelques années seulement. En quoi cela consiste ?

M.S. : Les buts sont les mêmes que pour l'épidémiologie classique, à savoir étudier les populations, l'évolution des maladies et relayer ces informations aux institutions de santé publique en charge d'élaborer des campagnes de prévention. La différence réside principalement dans la nature des données que nous utilisons. Il ne s'agit plus de se baser sur des éléments recueillis sur le terrain ou dans les structures de soins, mais d'explorer la mine d'informations que constituent les données émises à chaque seconde ou presque par les individus au travers de leurs tweets, de leurs smartphones et autres objets connectés.

Ces informations « nouvelle génération » sont-elles plus riches d'enseignement ? Elles sont surtout démultipliées. Jusque-là, en dehors des études

spécifiques menées sur telle ou telle population, la plupart des données utiles pour cerner des phénomènes tels que les épidémies ou la participation aux campagnes de vaccination provenaient d'informations transmises par les patients à leurs médecins, qui les relayaient ensuite aux institutions de référence. Sauf qu'à l'échelle de la planète, les gens ont parfois plus facilement accès à un smartphone qu'à un médecin ou à un hôpital. Seuls les problèmes importants entrent dans ce recueil d'informations, et les médecins ne transmettent pas tout des pathologies, effets secondaires, ressentis ou encore complications qu'ils traitent dans le cadre de leurs consultations.

A l'inverse, vous faites donc face à une masse d'informations vertigineuse et venant de tous azimuts. Comment faites-vous le tri ?

Prenons un sujet donné : la vaccination contre la grippe. Twitter par exemple est un outil exceptionnel pour suivre

la position des gens sur une question comme celle-ci. Envie ou refus de se faire vacciner, effets secondaires ressentis, survenue ou non de la grippe suite à la vaccination, tous ces aspects sont abordés très librement et à une telle échelle qu'ils deviennent une base de travail exceptionnelle. Notre mission consiste à recueillir le contenu de ces discussions grâce à des mots clés et à mettre en place des outils informatiques pour en sortir des éléments objectifs fiables.

Pour autant, tout le monde ne tweete pas. N'y a-t-il pas là un biais au niveau de la population représentée ?

C'est ce que nous avons cherché à savoir en comparant nos résultats sur un sujet donné - par exemple les effets secondaires des médicaments prescrits aux personnes souffrant du VIH - avec les connaissances déjà répertoriées. Résultat : des conclusions identiques sur l'ensemble des aspects abordés (troubles hépatiques, sommeil, libido,



état émotionnel, appétit, etc.). Alors c'est vrai, tout le monde ne s'exprime pas sur Internet sur ses soucis de santé, mais nous constatons que les millions de tweets échangés apportent, de par leur nombre et les algorithmes mis en place, des résultats significatifs.

Vous avez développé des modèles prédictifs innovants sur la propagation des maladies infectieuses. Pouvez-vous nous en parler ?

L'une des meilleures façons de comprendre le monde est de mener des expériences. L'expérimentation est en effet un outil-clé en sciences, mais pour des raisons éthiques évidentes, c'est aussi un outil impossible à utiliser en épidémiologie. C'est pourquoi nous devons nous contenter de faire des expériences « virtuelles » sur ordinateur. L'épidémiologie a toujours utilisé des modèles mathématiques pour simuler la propagation de maladies infectieuses. Mais, pour pouvoir être « mathématiquement traçables », ces modèles devaient être simples.

Aujourd'hui, grâce aux outils informatiques à disposition, nous pouvons procéder à des simulations sur ordinateur bien plus complexes. Mon équipe a ainsi pu développer des modèles qui prennent en compte la façon dont les humains

secondaires des médicaments, l'évolution des maladies, et de croiser tout cela avec le profil génétique des individus, leurs antécédents, ou encore leurs conditions de vie va ouvrir la voie à une médecine individualisée : un médicament

“LA PERSPECTIVE EST D'ALLER VERS UNE MÉDECINE DE PLUS EN PLUS PERSONNALISÉE,,

interagissent entre eux, et nous avons aussi mesuré à quoi ressemblent ces interactions dans la vraie vie. Je me réjouis désormais de pouvoir évaluer ces interactions au sein de nos hôpitaux locaux !

Reste la question de la confidentialité des données... Nos smartphones connaissent souvent tout de nos déplacements, de notre nombre de pas quotidiens ou encore de nos heures de sommeil. Tout cela renseigne les géants d'Internet, souvent à notre insu. Comprenez-vous que cela soit dérangeant, voire franchement inquiétant ?

Il est vrai que notre téléphone en saura bientôt plus sur nous que notre propre médecin ! Mais selon moi, il faut en faire une force plus qu'une source d'inquiétude. Bien sûr il faut des garde-fous, des systèmes pour garantir la confidentialité sur des aspects individuels précis, mais le risque serait que la peur nous empêche de voir les bénéfices et que l'on ferme toutes les portes. Jusque-là, nous pouvions participer à des essais cliniques quand l'occasion se présentait, soit rarement en général. Aujourd'hui nous avons tous la possibilité de contribuer à ces recherches au profit de la communauté, mais aussi de nous-mêmes.

Quels bénéfices concrets pouvons-nous attendre du partage de nos données ?

La perspective est d'aller vers une médecine de plus en plus personnalisée et des diagnostics toujours plus performants. Le fait de pouvoir recueillir à l'échelle planétaire des données sur les effets

ne sera pas prescrit à un patient simplement parce qu'il est l'un de ceux qui fonctionnent, mais parce qu'il aura fait ses preuves, à l'échelle de plusieurs millions de personnes, sur d'autres patients au profil similaire.

Même si l'on adhère à cette démarche de partage, quelles données transmettre, à qui et comment ? Tout cela est assez énigmatique...

C'est là tout le problème. L'un des soucis est qu'il n'y a pas encore eu de débat public sur ces questions, du moins pas ici. Tout cela est vraiment loin de nos préoccupations quotidiennes, et pourtant nous ne pourrions pas y échapper. Les applications sur smartphone de demain vont nous permettre d'être nos propres médecins ! Il sera possible de prendre en photo un grain de beauté qui nous inquiète et l'envoyer à l'autre bout du monde pour un avis médical, commander notre profil génétique et demander à distance l'avis d'un généticien... Or, tout comme nous préférons tous avoir notre médecin à proximité, la question se pose aussi pour la circulation de nos données. Mais pour qu'elles restent sous contrôle, il faut agir et mettre des outils en place, or l'Europe est à la traîne.

Justement, vous revenez de huit ans passés aux Etats-Unis. Quel regard portez-vous sur l'attitude de la Suisse sur ces questions ?

Face à de tels défis, la Suisse, et l'Europe dans son ensemble, a un réflexe : multiplier les interrogations. « Est-ce utile ? »,

BIO EXPRESS

2003 : Diplômé en Biologie à l'Université de Bâle.

2007 : Doctorat en Biologie à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (ETHZ).

2008 : Obtention d'une Branco Weiss Fellowship ; Chercheur postdoctoral à l'Université de Stanford, Etats-Unis.

2010 : Professeur assistant en biologie au Center for Infectious Disease Dynamics de l'Université de Penn State, Etats-Unis.

2014 : Fondateur d'une start-up grâce à Y Combinator California ; Professeur assistant invité à l'Université de Stanford, Etats-Unis.

2015 : Professeur associé en sciences de la vie et en informatique et systèmes de communication à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL).

« Est-ce dangereux ? », « En avons-nous vraiment besoin ? ». Et dans le doute, on en reste là. Pour cela, les Etats-Unis n'hésitent pas et vont de l'avant. Ce qui explique que face à toutes ces nouvelles technologies, le fossé s'est creusé : nos smartphones sont américains, les applications qui comptent nos pas ou nos calories sont américaines, les moteurs de recherche qui savent tout des maux qui nous inquiètent sont américains. Ce n'est pas un hasard.

D'où vient le problème selon vous ?

En Suisse, nous avons tout. Une espérance de vie exceptionnelle, une qualité de vie inouïe... nous nous sentons au sommet d'une montagne avec cette idée : « Tout va très bien, alors pourquoi changer ? » Mais c'est une erreur : aucun système, aussi performant soit-il, ne peut perdurer en restant immobile. La

montagne d'aujourd'hui peut être la vallée de demain. Tout l'enjeu est donc de prendre le train en marche et d'anticiper l'avenir en se demandant où seront les sommets de demain.

Vous re-travaillez en Suisse depuis l'été dernier, rencontrez-vous des freins au quotidien ?

Evoluant dans une discipline nouvelle, j'ai la chance de pouvoir choisir les axes de recherche qui m'intéressent. Je peux compter sur le soutien de l'EPFL, très proactive dans ces nouveaux domaines, et

“AUCUN SYSTÈME, AUSSI PERFORMANT SOIT-IL, NE PEUT PERDURER EN RESTANT IMMOBILE,,

également sur des collaborations avec des institutions comme les Hôpitaux universitaires de Genève. Mais ce qui m'inquiète est que nous allons manquer de gens spécialisés dans le numérique. La formation des jeunes est cruciale. Aujourd'hui les écoles sont encore frileuses pour équiper les classes d'ordinateurs et de tablettes. Les livres, c'est très bien. Mais pour nos enfants, nous ne devons pas choisir ce qui nous plaît ou nous rassure, mais ce dont le monde aura besoin demain. Or d'ici peu, le numérique sera partout et il faut nous y préparer. ●

glissez-vous dans la peau d'un chercheur pour réaliser des expériences de biologie et vous poser des questions sur le monde qui vous entoure.

L'Eprouvette, le laboratoire public de l'Université de Lausanne propose une offre foisonnante d'activités pour tous les publics. Les ateliers s'organisent pour tout groupe de 6 à 24 participants, du lundi au samedi. Régulièrement, des ateliers sont organisés pour les personnes qui préfèrent s'inscrire seules ou en petits groupes. Découvrez les prochains ateliers :

Les cycles d'ateliers et rencontres avec des chercheurs

Faire analyser son ADN ou pas ? Les perspectives de la médecine personnalisée génomique, jeudis 11 et 18 février 2016, 18h00

Les ateliers solo+

Sur les traces de la police scientifique, samedi 16 janvier 2016, 10h00
Des bactéries au service de l'homme, vendredi 4 mars 2016, 18h30
Phageback, le retour des virus guérisseurs, vendredi 22 avril 2016, 18h30

Information et inscription sur www.eprouvette.ch

Unil

UNIL | Université de Lausanne
Interface
sciences-société

Université de Lausanne
Interface sciences-société
L'Eprouvette, laboratoire public
Tél. 021 692 20 79
eprouvette@unil.ch

L'éprouvette
Le laboratoire public
de l'UNIL

Des start-up préparent la médecine de demain

La Suisse romande est une véritable Health Valley, une vallée dédiée aux sciences de la vie et à la santé. Ses très nombreuses start-up développent les médicaments, dispositifs médicaux et alicaments du futur.

TEXTE ELISABETH GORDON

Médecine et technologie: le mariage entre ces deux disciplines porte ses fruits. Les entreprises de biotechnologie - biotech - fabriquent déjà de nombreux médicaments à partir de bactéries ou de cellules animales. D'autres, appartenant au secteur des technologies médicales - medtech -, commercialisent prothèses, implants et autres dispositifs médicaux. Ce n'est qu'un début. Dans leurs laboratoires, les universités, hautes écoles, grandes sociétés et start-up préparent la médecine de demain.

A l'avenir, nous promet-on, les soins seront de plus en plus personnalisés de manière à offrir, à chacun d'entre nous, le traitement le mieux adapté à sa maladie. La médecine sera aussi « participative » selon Claude Joris, secrétaire général de l'association BioAlps, qui regroupe les institutions académiques et universitaires ainsi que les entreprises du secteur des sciences de la vie et de la santé de la Suisse occidentale (la Suisse romande

et le canton de Berne). Chacun pourra être équipé de capteurs qui mesureront divers paramètres reflétant son état de santé. Toutes ces informations, relayées par un smartphone, « pourront être transmises au médecin traitant qui sera ainsi en mesure de détecter une maladie avant même que la personne n'en ressente les symptômes ».

Dans cette course au biotech et au medtech, la Suisse occidentale occupe une place de choix. En ce qui concerne « la croissance de la valeur ajoutée brute du secteur, elle est numéro 3 dans le monde, après Shanghai en Chine et Cambridge en Grande-Bretagne », précise Claude Joris. Cette *Health Valley*, comme on la qualifie en référence à la Silicon Valley californienne, compte environ 900 entreprises employant directement entre 35 000 et 40 000 personnes et « indirectement deux à trois fois plus ». Parmi elles, plus de 65 % sont des start-up. Portraits de quelques-unes d'entre elles.

Anergis

UN VACCIN CONTRE LE RHUME DES FOINS

Les très nombreuses personnes allergiques aux pollens le savent bien : pour se débarrasser de leur rhume des foins, elles doivent se faire désensibiliser. Le traitement est efficace, mais il est long : il dure en moyenne trois ans « et nécessite cinquante injections ou l'ingestion de plus de mille comprimés sublinguaux », précise Vanya Beltrami, vice-président chargé de la production d'Anergis. En guise d'alternative à la désensibilisation, la petite société installée dans la région lausannoise développe un vaccin qui permettrait d'obtenir les mêmes résultats « en deux mois, à l'aide de cinq injections seulement ».

Le premier produit testé s'attaque au pollen de bouleau. Il a déjà fait l'objet de plusieurs essais cliniques qui, au total, ont impliqué près de 500 personnes. Selon Vanya Beltrami, la société a montré que « le produit est bien toléré, mais aussi que son efficacité est prometteuse et persiste pendant deux ans ». Les essais vont se poursuivre, mais Anergis est déjà en train de préparer un vaccin contre le pollen d'ambrosie et un autre contre les acariens.

Amal Therapeutics

STIMULER LE SYSTÈME IMMUNITAIRE POUR QU'IL S'ATTAQUE AU CANCER

Le système immunitaire s'attaque aux bactéries, virus et autres pathogènes qui pénètrent dans notre organisme, mais il peut aussi lutter contre les cellules anormales que sont les cellules cancéreuses. Il faut toutefois l'aider à accomplir cette tâche. A cette fin, Amal Therapeutics élabore des vaccins thérapeutiques destinés à traiter les patients atteints d'un cancer. L'objectif est « d'éduquer le système immunitaire à reconnaître les cellules cancéreuses et également de le booster pour le rendre plus efficace », résume Madiha Derouazi, CEO de la start-up genevoise.

Le vaccin est constitué de protéines qui se comportent comme des virus et d'un vecteur (un transporteur) qui les achemine jusqu'au système de défense de l'organisme. Il suffira de changer de protéine pour fabriquer des produits qui s'attaqueront à différents types de cancers.

Pour l'instant, la spin-off - compagnie dérivée - de l'Université de Genève s'est focalisée sur le cancer colorectal et sur le glioblastome (tumeur primaire du cerveau). « Nous avons établi la preuve du concept et déposé plusieurs brevets », précise Madiha Derouazi. L'année prochaine commencera le développement préclinique avec en ligne de mire les premiers essais chez l'être humain en été 2017.



GeNeuro

UNE NOUVELLE PISTE POUR LA SCLÉROSE EN PLAQUE

La sclérose en plaque, une inflammation du système nerveux central, est une maladie auto-immune. En d'autres termes, le système immunitaire se retourne contre l'organisme qu'il est censé défendre. C'est pourquoi les traitements développés actuellement cherchent à affaiblir ou à bloquer le système immunitaire. « Ces thérapies ont une certaine efficacité sur les poussées de sclérose en plaque, mais c'est au prix d'un risque d'infections, voire de cancer », précise François Curtin, directeur général de GeNeuro. Cette petite entreprise genevoise a décidé de s'attaquer plutôt à la cause du mal. Les auteurs de trouble pourraient en effet être « des gènes de rétrovirus qui se sont intégrés dans le génome humain il y a 25 millions d'années et qui, lorsqu'ils se réactivent, produisent des protéines toxiques pour le système nerveux ». GeNeuro élabore donc un produit thérapeutique innovant, un anticorps monoclonal susceptible de neutraliser ces protéines délétères pour le cerveau.

Les deux premiers tests cliniques - sur des individus sains, puis sur des malades - ont montré que le traitement n'était pas toxique et révéla, selon François Curtin, « les premiers signes de son efficacité ». Pour aller plus loin encore et vérifier que ce traitement peut vraiment être bénéfique aux personnes souffrant de sclérose en plaque, la start-up va lancer au début 2016 un essai impliquant 260 patients d'une soixantaine d'hôpitaux européens.

1Drop Diagnostic

ANALYSE SANGUINE ACCÉLÉRÉE

Le sang renferme des globules rouges et blancs, des plaquettes, des cellules, des protéines, des acides nucléiques et des petites molécules qui fournissent une grande quantité d'informations sur notre état de santé. Reste que pour avoir accès à ces données, le médecin doit prélever plusieurs tubes de sang, les envoyer à un laboratoire d'analyse, puis attendre les résultats qui ne lui parviennent que quelques heures, voire quelques jours plus tard. Le dispositif que développe l'entreprise neuchâteloise 1Drop Diagnostic devrait raccourcir considérablement ces délais. « Il suffira de mettre une goutte de sang sur une puce que l'on insérera dans un lecteur, pour pouvoir quantifier des biomarqueurs en dix minutes », explique Luc Gervais, fondateur et PDG de la start-up. Le test sanguin pourra ainsi être fait « chez le médecin, à la pharmacie, dans les ambulances, etc. ».

L'entreprise a déjà fabriqué des prototypes de puces et de lecteurs. Il lui reste « encore du travail à faire », notamment comparer les performances de son dispositif avec celles des laboratoires d'analyse, avant de faire certifier son système par les instances de régulation européenne et américaine.



planète santé

Information
médicale
grand public



La collection de livres

Ces petits guides thématiques répondent aux questions que tout le monde se pose sur différents thèmes de santé. En mettant le patient au centre, ils renouvellent l'approche de la compréhension de la santé par la population.

www.planetesante.ch/collection

Le site [planetesante.ch](http://www.planetesante.ch)

Le site Planetesante.ch est le portail médical n° 1 en Suisse romande. Une équipe de médecins, d'experts et de journalistes produit des articles qui répondent aux questions santé du grand public. Ce site résulte également d'une collaboration réunissant une cinquantaine de partenaires de santé publique.



Le magazine

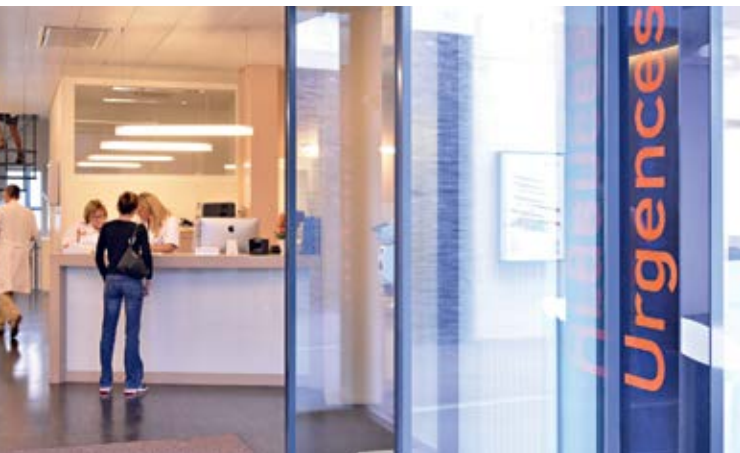
Le magazine Planète Santé décrypte autant la santé au quotidien que les concepts médicaux novateurs, en restant indépendant.

www.planetesante.ch/magazine



Unique Clinique
privée DU CANTON DE VAUD
PROPRIÉTÉ D'UNE
Fondation à but non lucratif

RADIOLOG



« SERVICES AMBULATOIRES OUVERTS À TOUS »

- Centre d'urgences ouvert 7j/7
- Centre de radio-oncologie
- Le plus grand institut privé de radiologie du canton de Vaud
- Centre ambulatoire pluridisciplinaire
- Institut de physiothérapie
- Laboratoires d'analyses ouverts 24h/24