

# QUELLE MÉDECINE DANS 20 ANS ?

Soigner des cancers jusque-là incurables, remplacer des organes déficients... Chercheurs, professeurs et experts en e-santé nous ont présenté leurs prévisions pour les avancées thérapeutiques des vingt ans à venir. Passionnant. **PAR MYRIAM LORIOU**



**U**ne bombe scientifique. DeepMind, filiale de Google, a réussi fin 2020 à déterminer la structure 3D de la quasi-totalité des protéines fabriquées par le corps humain. Et a annoncé, il y a quelques mois, la mise à disposition gratuite de ses résultats auprès de tous les chercheurs. Cette découverte est en passe d'accélérer la recherche médicale des prochaines décennies. Et pour cause : les protéines sont indispensables à la vie. Elles forment les anticorps pour nous défendre contre les infections, les hormones et les enzymes pour réguler la digestion, la respiration... Il suffit que l'une d'elles dysfonctionne pour que l'on tombe malade. Or, pour ouvrir la voie de la guérison, il faut concevoir une clé (le médicament) qui entre parfaitement dans la serrure (la protéine). Jusque-là, pour connaître la forme complexe de cette serrure, composée d'acides aminés repliés sur eux-mêmes, cela pouvait prendre des années... et encore. Aujourd'hui, en quelques clics, c'est fait !

## L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AUX COMMANDES

Au cœur du succès de DeepMind et de son logiciel AlphaFold, l'intelligence artificielle (IA), qui réussit à prédire, à partir d'une liste d'acides aminés, la forme tridimensionnelle de la protéine qu'elle compose. Quand la machine

dépasse l'être humain... L'IA apparaît comme une formidable opportunité d'améliorer le diagnostic d'une maladie ainsi que sa prise en charge. Comprenez qu'à partir d'une base de données de santé recueillies à l'échelle nationale (fréquence de telle pathologie dans telle région) et individuelle (profil génétique, mode de vie, résultats biologiques...), un ordinateur peut prévoir le pourcentage de risques de développer une maladie et préciser le traitement approprié. Illustration à travers l'histoire de Marie, 55 ans, qui se plaint d'une extrême fatigue et d'une perte d'appétit. Ses données complètes sont comparées avec celles d'autres malades ayant eu les mêmes symptômes. Ainsi, son médecin pourra s'orienter vers une cause bénigne ou maligne. Si le diagnostic final est une tumeur au foie, là encore, en spécifiant la carte génétique de ce cancer dans un logiciel informatique, l'oncologue saura indiquer si Marie réagira – ou non – à telle chimiothérapie. La médecine personnalisée n'en est donc qu'à ses débuts.

## DES CONSULTATIONS AU-DELÀ DU RÉEL

Des données de santé, on en produit de plus en plus! Ne serait-ce que le nombre de pas journaliers qui apparaît sur notre smartphone. On dispose de balances, de tensiomètres, de glucomètres, ou encore de montres connectées à une application. Et la vente d'une « bague intelligente » est annoncée pour cet été. Celle-ci mesurera en permanence nos paramètres vitaux (température, taux d'oxygène sanguin...) et surveillera notre sommeil. Reste que l'enjeu des années à venir est d'héberger tous ces marqueurs de santé sur des sites sécurisés. Il ne faudrait pas que des sociétés d'assurance, voire des employeurs, y

aient accès! Des signaux rassurants existent déjà. Citons la création, en février dernier, de « Mon espace santé », un site mis en place par l'Assurance maladie, qui rassemble toutes nos informations médicales, que l'on peut partager avec les médecins. Une avancée en faveur des consultations à distance, qui, selon les experts de la e-santé, représenteront, dans cinq à dix ans, 70 % des rendez-vous médicaux. Tout le monde pourra avoir l'avis de spécialistes, quel que soit son lieu d'habitation. A l'horizon 2040, la télémédecine promet d'être plus performante, avec la création de notre jumeau numérique, reproduction virtuelle de nos organes et/ou de tous nos indicateurs de santé. Et ce n'est plus de la science-fiction!

## DES MÉDICAMENTS NANOSCOPIQUES

Après la télémédecine, parlons de nanomédecine – à l'échelle du milliardième de mètre! C'est grâce à elle que les vaccins anti-Covid-19 à base d'ARN messager ont pu exister. En principe, l'ARNm ne rentre pas dans les cellules. Mais en l'intégrant dans des nanogouttes de particules lipidiques, ça change tout. On assiste aujourd'hui à un boom de la recherche sur ces nanovecteurs, qui peuvent transporter tous types de médicaments directement sur leur site d'action, pour peu qu'on leur ajoute des récepteurs spécifiques. Imaginez un anticancéreux amené de cette façon sur telle ou telle tumeur. Une fois injecté, il va traiter avec précision les cellules « malades » et non s'attaquer aux autres. L'intérêt: une réduction drastique des doses administrées, avec un effet thérapeutique décuplé (le principe actif va directement là où il faut) et, à la clé, une nette diminution des effets secondaires. Et la nano-

# UN JUMENT NUMÉRIQUE POUR CHACUN D'ENTRE NOUS

# ERGYPURCOL

Un côlon sain pour être bien!



Photo: © gettymages

► **Synergie de plantes et d'algues** dont la spiruline et la chlorelle.

► **Oligoéléments:** magnésium et chrome.

**Les +** Une action renforcée par le psyllium qui aide à faciliter le transit intestinal et maintient un côlon sain. Apport de fibres.

Demandez conseil à votre professionnel de santé.

**Nutergia**  
LABORATOIRE

📍 Disponible en pharmacie 🇫🇷 Fabriqué en France

médecine peut aller encore plus loin. Bienvenue dans l'ère annoncée de la théranostique, qui combine thérapeutique et diagnostic. L'idée ? Utiliser des nanoparticules pour transporter à la fois des marqueurs, visibles à l'imagerie, qui identifient les zones à traiter, et un médicament ciblé. Cela permettra de soigner des tumeurs débutantes ou des métastases avancées que la chimiothérapie et/ou la radiothérapie classiques ne peuvent pas atteindre à l'heure actuelle.

## NOS ORGANES REFAITS À NEUF

Vive la médecine régénératrice ! Le principe est simple : reconstituer des tissus sains à partir de cellules souches dites "pluripotentes". Soit des cellules prélevées sur l'embryon, ou même sur l'adulte, qui sont capables de donner naissance à tous les types de cellules : cutanées, nerveuses, cardiaques... Les cellules souches font actuellement l'objet d'une dizaine d'essais cliniques dans le monde. Cultivées dans les laboratoires en orientant leur transformation, elles sont déposées sur une membrane pour former un patch, comme un morceau de voile de mariée qui sera ensuite « collé » sur le tissu ou l'organe déficient. Sur la rétine par exemple, une étude sur l'homme consiste à « greffer » des cellules épithéliales qui nourrissent les photorécepteurs faisant défaut dans la DMLA. Demain, le défi consistera à « patcher » à la fois des cellules épithéliales et des cellules photoréceptrices, et à soigner ainsi cette pathologie oculaire, même dans sa forme avancée. Autre test : l'injection, directement dans le cerveau, de neurones dopaminergiques, obtenus à partir de cellules souches, pour remplacer ceux qui ne fonctionnent plus chez les malades atteints de Parkinson. A suivre...

## NOTRE ADN REVU ET CORRIGÉ

Le saviez-vous ? Des ciseaux génétiques, composés d'un fragment d'ARN et d'une enzyme, existent déjà ! Cette découverte a valu en 2020 le prix Nobel de chimie à Emmanuelle Charpentier. Cocorico ! Avec CRISPR-Cas9, « couteau suisse » de la médecine, on peut couper un ou plusieurs gènes et vaincre une maladie, dès lors qu'elle est causée par un gène défaillant. La recherche s'applique aujourd'hui à affiner la technique pour cibler la découpe sans faire de dégâts collatéraux. La thérapie génique de demain ne s'arrête pas là. Elle s'appuie sur ce que l'on maîtrise actuellement : injecter du matériel génétique pour remplacer un gène déficient. Avec les-

poir de guérir ainsi les 80 % de maladies rares d'origine génétique. Ce n'est pas tout. Le rêve de pouvoir apporter un traitement curatif à tous les types de cancer est sur le point de devenir réalité. Il s'agit toujours d'apporter des gènes, cette fois non pas pour réparer mais pour donner un super pouvoir aux cellules immunitaires (les lymphocytes). Celles-ci savent alors reconnaître spécifiquement les cellules tumorales et les détruire. Reste à décoder le profil génétique de toutes les tumeurs. La thérapie génique n'a pas fini de nous surprendre. Savez-vous que la maladie d'Alzheimer pourrait être soignée par des injections de gènes dans le cerveau bloquant la dégénérescence de certaines zones ? Un immense espoir en perspective...



### TROIS QUESTIONS À

### VALÉRIE LEMARCHANDEL

Directrice scientifique de la Fondation pour la recherche médicale (FRM)

#### Comment définiriez-vous la médecine de demain ?

Plus personnalisée, plus précise, et surtout davantage préventive qu'aujourd'hui. La FRM est en train de prendre ce virage. Ainsi, l'étude de l'impact des problèmes environnementaux sur notre santé fait partie de nos axes prioritaires de recherche. L'enjeu ? Comprendre pourquoi et comment les facteurs environnementaux (pollution, changements climatiques) augmentent

le risque des cancers, les maladies respiratoires... Nous avons la même réflexion pour les maladies neurodégénératives. On ne peut pas soigner la maladie d'Alzheimer sans en avoir élucidé les processus. Nous soutenons ainsi un projet sur les mécanismes de propagation des protéines anormales dans le cerveau.

#### Quelles sont vos autres priorités ?

Nous travaillons sur la médecine réparatrice

à partir de cellules souches pour remplacer un organe (l'œsophage artificiel, par exemple) ou l'aider à se régénérer. Nous nous investissons aussi dans le domaine du Covid-19, en particulier pour étudier la problématique du Covid long.

#### Quel est votre souhait le plus cher ?

Ce serait de favoriser les ponts entre la recherche et l'industrie, pour augmenter les chances de développement des traitements. Il ne faut pas qu'une découverte reste à l'état d'une simple idée ! N'oublions pas que c'est de la recherche que naissent les innovations thérapeutiques, d'où l'importance de la soutenir.

Merci à Amanda Silva Brun et à Nathalie Mignet, chercheuses au CNRS et membres du bureau de la Société française de nanomédecine (SFNano); à Marco Fiorini, délégué général de l'Alliance pour la recherche et l'innovation des industries de santé (Ariis); au Pr Boris Hansel, endocrinologue, directeur du DU de santé connectée à l'université de Paris et responsable de la chaîne YouTube Pums College (pour une meilleure santé); à Christelle Monville, professeure de biologie à l'université d'Evry et chercheuse à l'I-Stem; à Frédéric Revah, directeur du Généthon.