



DES ORGANES DE RECHANGE POUR TOUT RÉPARER

Pallier le handicap visuel, auditif, moteur, résoudre la pénurie de greffons... Entre le biologique, le mécanique et l'électronique, les prothèses et les organes artificiels sont très prometteurs.

L'homme bionique, ce n'est plus de la science-fiction. Nos artères encrassées bénéficient en routine de la pose de stents. Des pacemakers stimulent nos cœurs fatigués. Des prothèses de hanche, de genou ou d'épaule sont posées par centaines de milliers chaque année. Des peaux cultivées réparent les lésions des grands brûlés. Des implants cochléaires permettent à des sourds d'entendre. Implantées dans le cerveau de patients atteints de la maladie de Parkinson, des électrodes y stimulent de petites aires : cela stoppe net leurs troubles des mouvements. Sans compter les lunettes et les lentilles de contact qui équipent sept adultes sur 10. À l'évidence, l'homme rafistolé par des dispositifs mécaniques ou électroniques ou par des tissus reconstitués est déjà une réalité.

Des prothèses de plus en plus sensibles

L'homme bionique, c'est aussi un ensemble de projets en développement. Par exemple, des interfaces hommes-machines cherchent à redonner une autonomie à des personnes paralysées, qui commandent certains gestes par la pensée ; des rétines artificielles permettent déjà à quelques aveugles d'entrevoir des formes. Sur une vidéo de BFM TV, en juillet 2016, on suit Fabrice, un des premiers Français équipés d'une main bionique. Amputé à l'âge de 4 ans, il témoigne : « *Ce n'est pas une vraie main, il n'y a pas de sensation de toucher, mais elle permet une précision de mouvements.* » Comment ? Des capteurs placés à l'intérieur de sa prothèse, en contact avec le moignon, enregistrent des impulsions musculaires qui commandent les mouvements des doigts et du poignet. Fabrice peut désormais lacer ses chaussures, taper sur un clavier, sucrer son café... « *Les frontières entre le biologique, le mécanique et l'électronique sont en train de s'estomper* », commente Joël de Rosnay, conseiller d'Universcience.

Les organes artificiels permettront-ils de résorber la pénurie croissante d'organes ? En France, en 2015, 21 464 personnes étaient en

attente d'une greffe, contre 12 512 en 2006, souligne l'Agence de la biomédecine (ABM). « *L'organe artificiel le plus développé est sans doute le cœur. Pour autant, le projet français Carmat reste en phase précoce d'évaluation. Très mécanique, ce système intègre peu de biologie* », observe Jean-Christophe Fricain, de l'Inserm (CHU et université de Bordeaux). Autre approche : des greffes de cellules cardiaques produites à partir de cellules souches issues d'embryons humains sont évaluées pour combattre l'insuffisance cardiaque, à l'hôpital européen Georges-Pompidou, à Paris. Les cellules souches, rappelons-le, sont des cellules capables de se multiplier et de se différencier pour engendrer différents types de cellules de l'organisme.

Différents prototypes de trachée artificielle sont évalués chez l'homme. Aux États-Unis, par exemple, un tube artificiel est ensemencé par des cellules souches issues des cellules du patient. En France, l'hôpital Avicenne, à Bobigny, développe un greffon de trachée constitué d'une aorte abdominale renforcée par un tuteur interne. Une fois implanté, ce greffon est colonisé par des cellules souches qui se transforment en cellules productrices de cartilage. Le tuteur peut ensuite être ôté par voie endoscopique. Chez quelques patients, l'approche a donné des résultats encourageants.

Pour les diabétiques de type 1 (caractérisé par l'arrêt de la production d'insuline par le pancréas), des pancréas artificiels sont déjà disponibles. L'un d'eux, du groupe Medtronic, a été autorisé aux États-Unis fin 2016. La France développe le projet Diabeloop. C'est un dispositif externe en trois parties : un capteur, au niveau de l'abdomen, mesure le taux de sucre sous-cutané ; une pompe collée sur le bras, sous forme de patch, délivre automatiquement l'insuline ; le Smartphone du patient analyse le taux de sucre dans le sang et commande, via des algorithmes personnalisés, la juste dose d'insuline que libère la pompe, pour maintenir le taux de sucre à un niveau constant. Une commercialisation est prévue en 2018.

**En France, en 2015,
21 464 personnes
étaient en attente
d'une greffe, contre
12 512 en 2006**

FLORENCE
ROSIER
Journaliste



À côté de ces dispositifs externes, des pancréas bioartificiels sont testés chez l'animal. Ce sont de petites poches destinées à être implantées dans le ventre des patients. L'idée est d'y placer les cellules du pancréas qui sécrètent l'insuline : elles libéreront cette hormone *in vivo*, de façon autonome, selon les besoins. Comment ? En fonction des taux de sucre (de glucose) circulant dans le sang, que ces cellules sont naturellement capables de « mesurer ». Cette poche, en effet, est entourée d'une membrane biocompatible qui laisse entrer l'oxygène et le glucose et sortir l'insuline. Mais pour éviter le rejet, elle reste imperméable au système immunitaire. La société française Defymed a récemment annoncé un partenariat avec une entreprise américaine qui développe des cellules sécrétrices d'insuline, dérivées de cellules souches.

Les premiers tissus bio-imprimés

De son côté, la bio-ingénierie des tissus – os, cartilage, vaisseaux... – est un domaine très actif. Pour l'os, « on va vers des reconstructions de plus en plus complexes, comme celle de la mâchoire », indique Didier Letourneur, directeur de recherche au CNRS. De fait, les greffes de

30 000 €, 500 g de carbone, d'acier et de caoutchouc... La main bionique de Fabrice Barès, premier Français équipé d'une telle prothèse, dispose de capteurs myoélectriques. Elle lui permet de soulever 45 kg et a simplifié ses gestes quotidiens.

tissus osseux sont devenues courantes pour réparer une fracture, un os lésé par une tumeur... Mais cette stratégie a ses limites. C'est pourquoi « les chercheurs tentent de produire des fragments d'os synthétiques ou hybrides, incluant des cellules souches », écrit l'Inserm en novembre 2016. Pour obtenir des « pièces » sur mesure, l'impression 3D est d'un précieux secours. »

Cette impression 3D est en effet utilisée pour la biofabrication d'os, de peau, de cornée et de cartilage, mais aussi d'organes comme la trachée. « Les recherches actuelles s'orientent vers la fabrication de tissus directement au bloc opératoire, grâce à une bio-impression assistée par laser. Cette démarche consiste à placer directement le membre ou l'organe détruit dans une imprimante qui va reconstruire, couche par couche, un tissu fonctionnel, explique Jean-Christophe Fricain. Ces procédures pourraient améliorer les suites opératoires et la qualité de cicatrisation. »

Ainsi donc, chercheurs et médecins rivalisent d'imagination pour réparer nos tissus, nos organes, nos neurones défaillants. Mais demain ? Se contentera-t-on d'un homme réparé, ou cédera-t-on à la tentation, chère aux transhumanistes, d'un homme augmenté ?