

TRANSHUMANISME

DE L'HOMME RÉPARÉ À
L'HOMME AUGMENTÉ

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
INTRODUCTION	3
SOIGNER	4
▪ DEMAIN, VIVRONS-NOUS 1000 ANS ?	4
▪ IMPLANTS, PROTHÈSES, ORGANES ARTIFICIELS... JUSQU'OU RÉPARER LE CORPS ?	7
▪ ODORAT, VUE, TOUCHER... PEUT-ON RÉPARER LES 5 SENS ?	10
AUGMENTER	12
▪ HOMME AUGMENTÉ : OÙ EN SONT LES RECHERCHES ?	12
▪ L'HOMME DU FUTUR : PLUS RAPIDE, PLUS FORT ET PLUS INTELLIGENT ?	15
DÉBAT	18
▪ TRANSHUMANISME : LES THÉORIES SONT-ELLES CRÉDIBLES D'UN POINT DE VUE SCIENTIFIQUE ?	18
▪ ACCEPTER OU NON L'HOMME AUGMENTÉ : ET SI LE DÉBAT ÉTAIT AILLEURS ?	20
▪ GÉNIE GÉNÉTIQUE : LES DÉRIVES POSSIBLES CONTINUENT DE CRISPER LE DÉBAT	22
A LIRE AUSSI	24
▪ RETROUVER LE SENS DU TOUCHER GRÂCE À UNE MAIN ARTIFICIELLE	24
▪ A LA CONQUÊTE DU MUSCLE ARTIFICIEL	25
▪ UNE BIOPILE IMPLANTABLE POUR ALIMENTER LES DISPOSITIFS MÉDICAUX ARTIFICIELS	27

INTRODUCTION

Prothèses, implants, organes artificiels... Aujourd'hui, le corps se répare. Mais demain les progrès technologiques redessineront l'humain tel que nous le connaissons : plus fort, plus rapide et plus intelligent. Les dérives possibles alimentent déjà le débat éthique.

SOIGNER

DEMAIN, VIVRONS-NOUS 1000 ANS ?



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

Les transhumanistes espèrent et prévoient un avenir libéré des maladies. Dans cet idéal, l'homme vivrait plus longtemps puisque son corps ne serait plus entravé par le vieillissement de ses cellules et ses capacités physiques et cérébrales seraient bien plus poussées qu'aujourd'hui. Les spéculations vont bon train sur le sujet. Le transhumaniste Aubrey de Grey, dans une interview accordée à O1net, déclarait comme possible l'allongement de la vie à 1000 ans. D'autres ont estimé qu'il était plus probable que la durée de vie s'allonge de 20 à 30 d'ici quelques décennies. Tous, en tout cas, ont argué le fait que l'évolution de l'homme était continue, et que du fait des améliorations technologiques, elle irait sûrement de plus en plus vite.

Après tout, la loi de Moore n'a toujours montré de signes de faiblesse, alors pourquoi pas ? Et puis, nous assistons à un bouleversement en médecine, grâce à l'émergence de nouvelles technologies. Selon Jean-Michel Besnier, philosophe à l'université Paris-Sorbonne, "nous sommes passés d'une médecine qui soigne à une médecine qui répare, la mort étant la panne ultime qui résiste. Dans le futur le docteur sera remplacé par une sorte d'ingénieur expert en données".

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

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

La médecine régénérative

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

Certains acteurs transhumanistes voient plus loin que la perspective médicale, et s'imaginent un homme pourvu d'un attirail technologique qui décuplerait ses perfor-

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

Les prothèses

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

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

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

suivantes.

Par **Sébastien Tribot**

31/03/2016

IMPLANTS, PROTHÈSES, ORGANES ARTIFICIELS... JUSQU'OU RÉPARER LE CORPS ?

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

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

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

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

Un coeur artificiel

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

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



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

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

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

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



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

Des prothèses intelligentes

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

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

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

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

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

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

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

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

Lève-toi et marche

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

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

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

Imprime ton organe

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

En 2014, des chirurgiens néerlandais ont de leur côté utilisé

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

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

Par **Fabien Soyez**

31/03/2016



ODORAT, VUE, TOUCHER... PEUT-ON RÉPARER LES 5 SENS ?

Grâce aux progrès de la science, l'Homme peut être "réparé". Cette réparation ne se limite pas qu'aux organes : elle touche aussi aux 5 sens du corps humain.

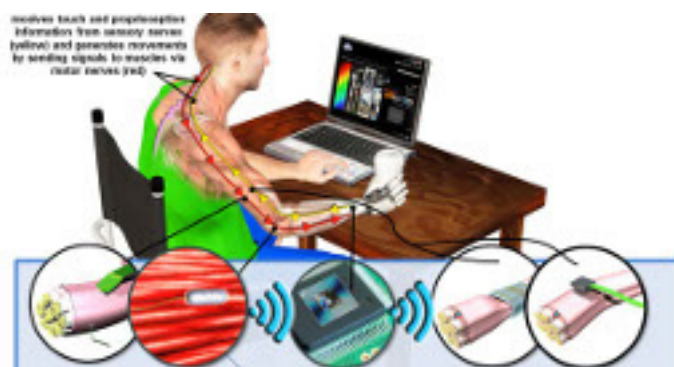
La science permet non seulement aux paraplégiques de remarcher, ou aux personnes amputées de retrouver leur membre disparu, mais elle permet aussi à ceux qui ont perdu l'un de leurs sens, de le recouvrer.

Les prothèses intelligentes sont "intelligentes" parce qu'elles peuvent être commandées par la pensée, mais aussi parce que, désormais, elles permettent de retrouver le sens du toucher. L'italien [Pierpaolo Petruzzello](#) et le danois [Dennis Aabo Sørensen](#) bénéficient ainsi d'une main robotique, conçue par une équipe de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, qui leur permettent de ressentir ce qu'ils touchent.

Connectée au système nerveux par des fils et des électrodes implantés dans les nerfs, contrôlable par l'esprit, la prothèse, baptisée "LifeHand", permet de saisir des objets, mais aussi de sentir les objets tenus. Concrètement, des capteurs sont reliés aux tendons de chaque doigt et aux nerfs du bras, où des électrodes ont été implantés. Des ordinateurs convertissent le signal des capteurs en une forme capable d'être détectée par les nerfs. Les électrodes envoient ainsi une sorte de "feedback sensoriel", ou "feedback tactile".

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=QtPs8d4JbwY>

La DARPA, agence de recherche de l'armée américaine, veut aller plus loin en permettant aux personnes amputées de ressentir la position et le tonus de leurs membres artificiels. Cette forme de sensibilité profonde, la proprioception,



nous permet notamment de savoir comment sont positionnés nos bras et nos jambes, même sans les voir.

Le programme [Haptix](#) (Hand Proprioception and Touch Interfaces) consiste à développer des interfaces permettant de mesurer et de décoder les signaux moteurs envoyés par les nerfs et les muscles. La prothèse conçue par la DARPA a été testé avec succès, procurant à son utilisateur (un patient paralysé depuis 10 ans suite à une blessure à la moelle épinière) des sensations tactiles.

"Au lieu d'appuyer sur un seul doigt, un membre de l'équipe a appuyé sur deux doigts sans le dire au patient. Ce dernier a répondu en plaisantant qu'on essayait de le piéger. Là, nous avons compris que les sensations qu'il percevait à travers la prothèse étaient proches des sensations naturelles", indique [Justin Sanchez](#), qui dirige les recherches à la DARPA.

Autre sens, mais même principe, avec les "yeux bioniques", qui permettent de donner, ou de redonner, la vue aux aveugles. Fruit de 20 ans de recherche, [Argus II](#), conçu par le laboratoire [Second Sight](#), est actuellement en cours de test. Cette rétine artificielle se compose d'une paire de lunettes qui enregistre l'image, et d'électrodes implantés

sur la rétine, qui reçoivent l'information visuelle par impulsions électriques.

L'oeil bionique de Second Sight a permis de redonner une vision, même partielle, à des aveugles ou à des personnes souffrant de maladies dégénératives. Des patients sont allés jusqu'à [percevoir des mouvements](#), s'orienter et se déplacer, reconnaître des objets, et lire des caractères. Seul bémol : cet implant oculaire reste cher. Il faut ainsi déboursier 115 000 euros pour un tel appareil.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=hIHu2v7TsFQ>

Implants cochléaires et “nez électroniques”

Pour les sourds et malentendants, cela fait déjà vingt ans que l'implant cochléaire existe. Porté par plus de 200 000 personnes à travers le monde, cet implant est divisé en deux : un microphone placé derrière l'oreille, et des électrodes implantés sous la peau. Grâce à ce système, qui coûte environ 45 000 euros (couvert par la Sécurité sociale en France), un sourd, même de naissance, peut recouvrer l'ouïe.

En ce qui concerne l'odorat, sens très important pour l'être humain (notamment pour des questions de sécurité), les recherches n'en sont par contre, encore à leurs balbutiements. Mais des prototypes de “nez électroniques” sont en cours de conception. En France, la startup [Aryballe Technologies](#), issue du CEA-CNRS, met ainsi au point un prototype, composé de nano-capteurs d'odeurs. Ceux-ci imitent les récepteurs olfactifs humains. Un espoir pour les patients qui souffrent d'anosmie (perte de l'odorat).

Pour l'instant, le prototype d'Aryballe Technologies, NeOse, ne capte qu'une trentaine d'odeurs, contre 10 000 pour le nez humain, mais la startup ne compte pas s'arrêter là. Son idée est de développer un véritable dispositif d'intelligence artificielle, basé sur les réseaux de neurones (le “deep learning” cher à Google et AlphaGo), capable de reconnaître les odeurs (les composés organiques volatils, ou COV) et d'apprendre de ses erreurs.



De l'homme réparé à l'homme augmenté

De la réparation à l'augmentation, il n'y a qu'un pas. Les dispositifs permettant de recouvrer nos sens, ne pourraient-ils pas aussi nous servir à les décupler ? Par exemple, en nous permettant de voir plus loin ? Ce sera l'objet de l'épisode suivant de ce dossier, consacré à l'homme augmenté.

Par **Fabien Soyez**

31/03/2016

AUGMENTER

HOMME AUGMENTÉ : OÙ EN SONT LES RECHERCHES ?

Plus forts grâce aux exosquelettes, plus intelligents grâce à la neurostimulation. Vivants plus longtemps grâce aux neurosciences, aux nanotechnologies et à l'ADN. Les NBIC pourraient-ils rendre les rêves transhumanistes bien réels ?

Les NBIC ouvrent la voie à l'“[human enhancement](#)” dont rêvent les transhumanistes. Bientôt, l'Homme réussira-t-il à vaincre les maladies... jusqu'à devenir immortel ? Revue des pistes les plus futuristes.

Exosquelettes et génétique : les pistes les plus concrètes

Demain, tous des “[Iron Man](#)” ? Au MIT, des chercheurs conçoivent des [exosquelettes](#) qui apportent 2 membres robotisés à leurs utilisateurs, en plus de leurs bras réels. Ces “membres robotiques surnuméraires” “supplément” leurs porteurs, notamment lors d'un travail pénible.

De son côté, la DARPA conçoit une [armure de combat](#) futuriste, [Talos](#). Cette “[Iron Man Suit](#)” résistera aux balles, aux chocs, au feu... et [augmentera la force physique](#) de son porteur.

“Tuer la mort” grâce à l'ADN

Plus forts, plus longtemps ? L'allongement de la durée de vie mobilise des centaines de projets scientifiques. Dans son labo ([Calico](#)), Google effectue des recherches sur l'ADN, le vieillissement et les maladies, afin de “tuer la mort”. Des généticiens essaient notamment d'agir sur la [télomérase](#), enzyme responsable de l'espérance de vie des cellules.

La [biologie de synthèse](#) permet de son côté de transformer des micro-organismes en “usines cellulaires” – produi-



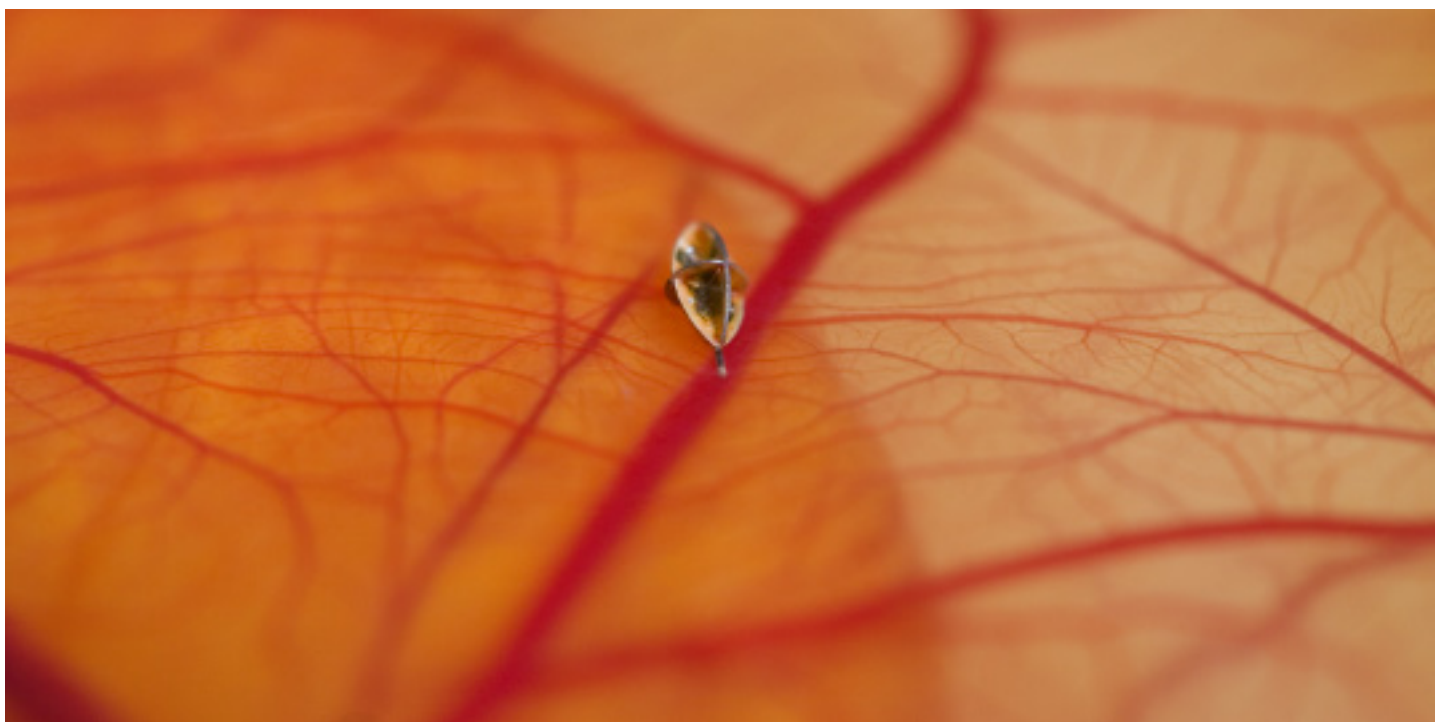
sant des molécules thérapeutiques. Certaines entreprises, comme [Eligo Bioscience](#), conçoivent des “[antibiotiques intelligents](#)” et des virus synthétiques, qui détruisent des bactéries ou des tumeurs de façon localisée.

[Adimab](#) conçoit des anticorps thérapeutiques, ou [immunoglobulines](#). Ces molécules sont conçues par les globules blancs, mais la société les fabrique à partir de souches de levures et d'ADN. Ses spécialistes en biologie structurale créent des “systèmes immunitaires synthétiques”, qui stimulent les antigènes liés à des maladies infectieuses ou au cancer.

A noter que le monde génétique intéresse aussi les “[body hackers](#)”, ou “[bio hackers](#)”, qui tentent de [modifier la couleur de leurs yeux](#) ou leur formule sanguine par des traitements génétiques.

Nanotechnologies : l'aventure intérieure

Les [nanotechnologies](#) sont au coeur des espoirs transhumanistes - toujours pour “tuer la mort”. Grâce à l'infiniment



petit, nous devrions pouvoir faire entrer dans notre corps des robots ("nanorobots") et de petites capsules ("nanomédicaments") capables de réaliser des opérations chirurgicales, dans des zones du corps difficiles d'accès, ou encore d'analyser notre état de santé.

A Zurich, [des chercheurs](#) conçoivent des [robots microscopiques](#), qui se déplacent grâce à des électroaimants. La technologie n'est [pas opérationnelle](#), mais des tests ont déjà été menés dans l'oeil d'un patient. Ces nanorobots devraient permettre de réparer les cornées des malvoyants.

Côté nanomédicaments, des chercheurs du MIT conçoivent une ["insuline intelligente"](#). Cette [pilule](#) délivrera aux diabétiques la bonne dose d'insuline, au bon moment. En France, le chercheur Patrick Couvreur a inventé des ["nanocapsules"](#), contenant des médicaments, qui sont envoyées vers une "cible" précise, afin de lutter contre le cancer.

Cerveau : les rêves les plus fous des transhumanistes

Le ["mind uploading"](#) fait partie des projets les plus fous

menés par des chercheurs transhumanistes. Un milliardaire russe, Dmitri Itskov, a réuni une trentaine de scientifiques, qui tentent de créer un "cerveau artificiel". Il prévoit de réaliser, d'ici à 2045, un "robot-copie" de son corps. A la fin de sa vie, il espère pouvoir transférer sa conscience dans cet ["avatar"](#), et accéder à l'immortalité. Son "corps", robotique puis sous forme d'hologramme, serait indestructible.

Ce projet n'en est qu'à ces balbutiements. Mais nombre de scientifiques estiment que ce qui définit un humain (pensées, souvenirs) est inclus dans son ["connectome"](#) (la façon dont sont connectées entre elles les cellules du cerveau). Si nous parvenions à "cartographier" un connectome, rien n'exclut, pour les chercheurs, la possibilité de modéliser l'ensemble de ses informations en un ensemble numérique fonctionnel. Dès lors, il serait possible de "transférer" cet ensemble sur un support de stockage.

Et déjà, des neuroscientifiques tentent de décrypter et de "cartographier" le cerveau. Le ["Human Brain Project"](#) vise à modéliser un cerveau humain, afin de combattre les maladies neurologiques. Ce projet, basé en Suisse, a été choisi

comme projet scientifique phare de l'UE.

Mémoire artificielle et superintelligence

La neurostimulation nous rendra-t-elle plus intelligents ? La Darpa planche sur un implant cérébral permettant aux victimes de lésions cérébrales de retrouver leur souvenirs... mais qui pourrait aussi être utilisé pour implanter de nouveaux souvenirs à des personnes valides, afin de leur procurer un "apprentissage accéléré".

En Californie, des scientifiques du [HRL Laboratories](#) tentent de concevoir une technologie nous permettant de "**charger**" **notre cerveau** avec des informations. Grâce à la neurostimulation, il serait ainsi possible d'accélérer l'apprentissage et d'améliorer la mémoire.

Voir la vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=olvdvG_zj6A

Par **Fabien Soyez**

31/03/2016



L'HOMME DU FUTUR : PLUS RAPIDE, PLUS FORT ET PLUS INTELLIGENT ?



De l'homme réparé à l'homme augmenté, il n'y a qu'un pas. Les NBIC permettent d'ores et déjà de décupler nos sens, jusqu'à nous permettre de communiquer par télépathie, comme des Superman 2.0.

“Nous voulons voir les infrarouges, écouter les ultrasons, sentir les phéromones, cultiver nos gènes, remplacer nos neurones, ajouter de nouveaux sens, vivre vingt ans ou deux siècles, habiter la Lune, tutoyer les galaxies”, écrit [Ray Kurzweil](#), chef de file des transhumanistes, dans son livre, “[Humanité 2.0](#)”. Un fantasme de fan de science-fiction ? Pas seulement. Les “[Human Enhancement products](#)” (produits destinés à augmenter nos capacités) se développent lentement, nous permettant déjà de [devenir des](#)

Superman.

Aujourd'hui, les [NBIC](#) (nanotechnologies, biotechnologies, informatique et sciences cognitives) permettent d'aller plus loin que la simple réparation. [Selon](#) le biologiste français Serge Picaud, qui conçoit, à l'[Institut de la vision](#) à Paris, la [rétine artificielle](#) qui succèdera à [Argus II](#), les interfaces homme-machine, qui permettent de bouger une prothèse ou un exosquelette par la pensée grâce à des implants, “feront partie du quotidien d'ici 10 ans”.

Superforce : les exosquelettes décuplent vos forces

Côté [exosquelettes](#), l'idée n'est pas juste de permettre aux paralytiques de remarcher. Ainsi, la DARPA, agence de recherche de l'armée américaine, [planche sur des combi-](#)

naisons robotiques permettant aux soldats de porter des charges lourdes, décuplant ainsi leur "force".

De tels exosquelettes intéressent aussi le monde de l'assistance à la personne, notamment pour **aider les infirmières à porter les patients**. "Muscle Suit", conçu par des chercheurs de l'Université des Sciences de Tokyo, se sangle dans le dos. Il permet de **rendre une charge** "trois fois plus légère". En France, **Exhauss** commercialise déjà **une gamme d'exosquelettes** du même type. D'autres sont notamment **utilisés par les ouvriers japonais de Panasonic** : ils leur permettent de porter facilement des poids de 30 kilos.

Supervitesse : des "chaussures bioniques"

Les prothèses de jambes peuvent quant à elles, d'ores et déjà, permettre de courir plus vite. On se souvient du coureur handicapé Oscar Pistorius, et de ses prothèses en fibre de carbone, les "**Flex-Foot Cheetah**", qui lui conféraient **un avantage** sur ses concurrents valides. L'inventeur américain **Keahi Seymour** s'en est inspiré, pour concevoir des chaussures permettant de courir à 40 km/h.

Grâce à des matériaux en fibre de carbone et à un **système de ressorts** imitant le talon de l'autruche, ses "**Bionic Boot**" permettent de courir plus vite et de sauter plus haut, sans se fatiguer. Selon Seymour, la prochaine version de ses chaussures seront munies d'un "retour de force électronique", qui permettra de courir jusqu'à 70 km/h.

Supervision : les lentilles bioniques améliorent la vue

Les rétines artificielles, les implants cochléaires, les systèmes de "feedback tactile" et les nez électroniques seront-ils un jour utilisés pour autre chose que la simple récupération d'une faculté perdue - jusqu'à décupler nos sens ? Certains transhumanistes se sont déjà lancés, allant jusqu'à "bricoler" leur corps pour **augmenter leurs capacités**, tel un mécano humain. Ils se sont surnommés les "**body hackers**".

Plutôt que de simplement "rendre la vue", des dispositifs permettent déjà de voir autrement. En 2015, **Science for the masses**, un groupe de "body hackers", a mené une expérience. L'un de ces "chercheurs indépendants" **s'est injecté une molécule chimique**, qui transforme temporairement le fonctionnement de l'oeil. Cette molécule photosensibilisante, la chlorine e6 (Ce6), absorbe les rayons lumineux - on la retrouve dans l'organisme de certains poissons des abysses. Le body hacker qui a mené l'expérience, Gabriel Licina, **indique dans son étude** avoir été capable d'identifier "sans erreur" des formes d'objets en forêt, et des individus, en pleine nuit, à une distance de 25 à 50 mètres.

Rêvant d'aller plus loin que les rétines artificielles comme Argus II, un optométriste canadien, Garth Webb, fondateur d'**Ocumetics**, a conçu une **lentille bionique**, qui pourrait **remplacer les lunettes et les lentilles de contact** actuelles. Selon l'optométriste, il serait possible d'offrir, avec ses lentilles bioniques, d'améliorer la vision, et de **voir "3 fois mieux"** que quelqu'un ayant une vision de 20/20. Garth Webb repousse encore les limites en imaginant que ses lentilles puissent être un jour **équipés d'une connexion Bluetooth**, afin de les transformer en un dispositif bionique de réalité augmentée, **façon Google Glass**.

Superintelligence : l'interface homme-machine

Le cerveau n'est pas non plus en reste. Les scientifiques essaient de le "stimuler", d'activer ou d'inhiber certaines de ses zones. "L'interface cerveau-machine", c'est-à-dire la connexion du cerveau et d'une machine via des électrodes, a déjà permis de supprimer les symptômes de 40.000 malades atteints de la maladie de Parkinson.

Cette technologie conçue par des **chercheurs du CHU de Grenoble**, qui passe par un "**stimulateur cérébral**", devrait permettre de soigner les maladies neuro-dégénératives et la dépression. Pour les transhumanistes, la "**neurostimulation**" pourrait permettre de réduire, aussi, la sensation de faim, de soif ou de fatigue.

Kevin Warwick, professeur de cybernétique, porte-dra-

peau des “body hackers”

Reste la possibilité de déplacer des objets à distance, permise par l'interface homme-machine. Le système [Brain-Gate](#) est utilisé par des tétraplégiques pour déplacer des objets par la pensée, allumer la lumière, surfer sur Internet ou zapper sur la télé. Une puce, implantée dans le cerveau, convertit l'intention de l'utilisateur en commandes informatiques, destinées à un ordinateur.

Bientôt, une [interface cérébrale](#) non invasive - c'est-à-dire sans implant, mais juste en apposant des électrodes sur le cuir chevelu, devrait permettre à un handicapé de [bouger son fauteuil roulant de lui-même](#), par la pensée.

Bien décidé à profiter de l'interface homme-machine, le professeur de cybernétique [Kevin Warwick](#), porte-drapeau des “body hackers”, s'est greffé des électrodes dans le corps, qui lui permettent de commander des machines par la pensée - il peut notamment ouvrir les portes sans y toucher. A noter que [certains body hackers](#) conçoivent aussi [des stimulateurs cérébraux maison](#), destinés à [augmenter leurs capacités cognitives](#). Mais leur efficacité reste évidemment à prouver.

Télépathie et “brain-to-brain communication”

Kevin Warwick voudrait aller encore plus loin, et s'injecter une puce dans le cerveau... afin de communiquer par télépathie. C'est le concept de la “Brain-to-Brain Communication” (communication cerveau à cerveau). Des chercheurs de l'[Université de Barcelone](#) et de l'[École médicale de Harvard](#) ont déjà mené l'expérience avec succès : deux scientifiques ont réussi à communiquer par télépathie - l'un basé en France, l'autre en Inde.

Voir la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=biFWsOIE5OQ>

Pour s'envoyer des “messages par la pensée”, les chercheurs ont utilisé un casque EEG ([électroencéphalgraphe](#) - qui mesure l'activité électrique du cerveau par des électrodes), afin de “comprendre” et de “décoder” le message, avant de l'envoyer. Le destinataire était muni d'un dispositif de [stimulation magnétique transcranienne](#) (TMS), utilisé

normalement dans un cadre médical, pour diagnostiquer des troubles neurologiques - et qui lui a permis de “comprendre” le message reçu... en modifiant l'activité électrique des neurones de son cerveau.

Par **Fabien Soyez**

31/03/2016

DÉBAT

TRANSHUMANISME : LES THÉORIES SONT-ELLES CRÉDIBLES D'UN POINT DE VUE SCIENTIFIQUE ?

Le cycle des Grands Séminaires de Chimie ParisTech a commencé le 9 mars, avec la conférence « Le défi du transhumanisme, de la réalité à la science-fiction ». La parole y a été donnée à Jean-Guilhem Xerri, biologiste médical, psychanalyste et essayiste. Un temps consacré à la réflexion, sur la place de l'homme au milieu des améliorations technologiques et biologiques, et sur les perspectives offertes par le transhumanisme.

S'il y a un point sur lequel Jean Guilhem Xerri a insisté tout au long de la conférence, c'est bien de « regarder les choses avec son opinion, en essayant de croiser les réflexions ». Aussi, a-t-il été proposé différentes lectures de ce courant de pensée et surtout de nombreuses questions soulevées, sans qu'aucune réponse définitive n'ait été donnée ; seulement des observations pour nous aider à développer notre appréciation.

« L'affranchissement du corps », un idéal transhumaniste.

« Par essence le transhumanisme n'aime pas le corps humain, mortel, subissant sa propre biologie. Améliorer son corps grâce aux technologies, voire s'en affranchir, fait partie des espérances revendiquées. » La dynamique est d'ores et déjà lancée, d'une certaine manière, si l'on songe aux greffes d'organes, aux prothèses qui améliorent le quotidien de nombreuses personnes. « On se dirige vers une réalité artificielle, entendre non-biologique. Une nouvelle ère s'annonce, faites de greffes d'organes artificiels (reins, coeur, etc.), où les technologies s'intégreront davantage au corps humain (puces). » Les perspectives transhumanistes évoquent donc une hybridation homme/machine très forte dans un futur proche : l'homme ressemblerait à un cyborg.

Dans cette logique d'affranchissement, « s'attacher à son corps pourrait devenir archaïque. » Le conférencier fait ici référence à l'homme considéré comme le « pape des transhumanistes », Raymond Kurzweil qui défend le concept, qui paraît somme toute assez dingue, de téléchargement de la pensée pour atteindre « l'immortalité cybernétique ». Dans les grandes lignes, il s'agit de transférer la réalité biologique d'un individu, sa réalité cognitive, dans une réalité artificielle comme un environnement cybernétique.

« La vie avec les robots intelligents »

Ce n'est plus qu'une question de temps, au rythme où les technologies avancent, un jour, les robots ne seront plus seulement fonctionnels. Si l'on ne connaît pas encore tout à fait la direction que prendra leur évolution, il n'est pas exclu qu'ils aient bien d'autres usages. « On peut imaginer que des robots de compagnie disposeront de l'empathie nécessaire pour tenir une conversation ou que des robots instituteurs pourront répondre à toutes sortes de questions, plus rapidement et précisément que des humains, etc. » Des pays comme le Japon et la Corée, confrontés au vieillissement de leur population, seraient en avance sur ces problématiques et investiraient conséquemment dans cette recherche pour prendre en charge les seniors. À priori, ce ne serait donc qu'une question de temps, mais on y arrive. Tout comme nous nous approchons du jour où l'intelligence artificielle dépassera celle de l'homme.

Les perspectives transhumanistes sont-elles sérieuses ?

Faut-il y croire, ou plutôt, ces théories sont-elles crédibles, ne serait-ce que d'un point de vue scientifique ? Au travers de la conférence, Jean Guilhem Xerri a tenu à nous

questionner sur les problématiques émergeant du transhumanisme, mais quid de la faisabilité ? Certaines choses pourraient nous faire dire que oui, selon lui, comme la qualification des acteurs se réclamant du transhumanisme (mathématiciens, philosophes, ingénieurs, Google) ou encore l'évolution fulgurante des technologies ces dernières décennies. « Qui aurait pu croire que l'on aurait pu faire tenir une bibliothèque dans un disque dur ou reprogrammer des cellules ? Dans un passé pas si lointain, cela relevait de la science-fiction ». En contrepoint, le conférencier a rappelé que l'inverse était vrai aussi. Bon nombre d'acteurs de haute volée émettent des doutes. Des peintures telles que Elon Musk, Stephen Hawkins ou Bill Gates, pour ne citer qu'eux, s'en inquiètent, notamment de l'avancée de l'intelligence artificielle chez les robots. Qui plus est, le transhumanisme est fait de sensibilités et d'objectifs essentiels parfois très différents, ce qui peut compliquer la réussite du « défi du transhumanisme ».

« Le sujet du transhumanisme : la nature humaine »

La croyance en ces théories n'est pas importante, finalement, pour Jean Guilhem Xerri. Leur intérêt réside surtout dans le fait d'apporter de nouvelles questions sur la définition de l'humanité. Par exemple, « s'il n'y a plus de maladies, il n'y a plus de soins, très bien, mais qu'advient-il alors de l'attention à l'autre ? Si nous n'avons plus besoin les uns des autres, que l'on coupe court à l'interdépendance et que l'on tend vers une autonomie complète, cela n'aurait-il pas, à terme, un effet déshumanisant ? » Cela pose donc des questions sur ce qu'est la finalité réelle du transhumanisme.

À quel moment l'homme sort-il du cadre d'être humain ? Si le sujet de l'hybridation homme/machine a été abordé, comment doit-on ou peut-on le percevoir d'un point de vue philosophique : « un être humain transformé est-il toujours un être humain ? Ne sommes-nous qu'un amas de gènes mal foutus, de cellules que l'on peut améliorer ? Il me semble qu'il y a une réalité immatérielle chez l'homme que l'on pourrait définir par tout un ensemble de choses telles que la capacité à donner, l'imagination, la solidarité, les convictions, l'amour, le langage, ce que l'on appelle l'âme,

quelque chose chez l'homme qui dépasse l'homme. » Jean Guilhem Xerri a évoqué aussi la vie intérieure et ce principe de liberté intérieure qu'il faut nourrir à chaque instant et que peut-être l'on ne pourra jamais créer ou remplacer.

Source : Conférence « Le défi du transhumanisme, de la réalité à la science-fiction »

Par **Sébastien Tribot**

31/03/2016

ACCEPTER OU NON L'HOMME AUGMENTÉ : ET SI LE DÉBAT ÉTAIT AILLEURS ?

On trouve facilement des partisans invétérés du transhumanisme. Tout autant de réfractaires. On trouve aussi de plus en plus de « modérés », fatalistes, qui estiment qu'il faut faire avec en l'encadrant. Et si le débat était ailleurs, dans le social, dans la vision de notre vivre-ensemble ?

Nicolas Ledévédec, sociologue (Université de Montréal et HEC Montréal) travaille depuis plusieurs années sur les questions que posent le concept actuel d'homme augmenté (*Human Enhancement*). Il est aussi une des rares voix qui s'élèvent pour replacer le débat dans une approche historique, sociale et politique. Humaine, quoi. Dépassant le simple et simpliste clivage « Pour ou Contre le transhumanisme ? ». A travers son ouvrage, *La Société de l'amélioration. La perfectibilité humaine des Lumières au transhumanisme* (Ed. Liber – 2015) ou ses articles parus dans la revue *SociologieS*, il dénonce le renversement de paradigme de nos sociétés qui sont passées d'un idéal humaniste d'amélioration de l'homme dans et par la société à un idéal d'adaptation de l'homme à des contraintes normatives excluant généralement « la vie » et la collectivité.

Des extrémistes aux gestionnaires

Nicolas Ledévédec distingue trois groupes aux positions différentes face à la question de l'amélioration de l'Homme. Les « Pro » transhumanisme, comme ceux qui animent le mouvement officiel Humanity+, qui nient tout danger fondamental à l'augmentation technique de l'humain et y voient la suite logique de l'évolution de l'Homme. Les « contre », qu'il nomme « bioconservateurs », qui se construisent en opposition, refusant en bloc, les avancées techniques, quitte à nier celles déjà développées et utilisées. Dans ces deux groupes, l'approche est centrée sur la liberté indivi-

duelle, sortie de son contexte social. Le troisième groupe, les « bioéthiciens », qui veulent se placer dans une posture « responsable et pragmatique ». Ils avancent l'idée que l'amélioration de l'humain repose sur des avancées technologiques, qui ne sont que des outils dont il faut gérer les risques et les bénéfices possibles. Cette gestion doit, selon eux, se faire sur la base de concepts de liberté et d'autonomie, de santé et de sécurité et de justice et d'équité. Bien que leur position semble la plus raisonnable, souligne le sociologue, elle n'interroge en aucun cas le contexte culturel et social dans lequel naissent les techniques et les objets d'amélioration.

Un humain instrumentalisé, normé, compétitif

En partant de l'exemple des médicaments psychotropes, Nicolas Ledévédec, démontre comment l'amélioration des capacités cognitives par la prise de médicaments tels que le Ritalin n'est pas présenté dans notre société comme un « mieux que bien » mais en fait comme une béquille nécessaire « pour pallier notre condition fondamentalement déficiente ». Ces médicaments ne nous libéreraient pas de l'effort ou du travail, écrit-il, mais nous permettraient au contraire de nous y conformer. L'humain augmenté ne serait alors qu'un « humain biomédicalisé, adaptable aux exigences d'une société axée sur la performance et la concurrence ».

Un idéal opposé à celui des Lumières

Le sociologue rappelle que « l'humanisme, tel qu'il est proposé depuis le siècle des Lumières, se fonde sur l'émancipation de l'humain par l'amélioration de ses conditions de vie sociale et politique. » Et ces principes se retrouvent dans la plupart des textes fondateurs de nos sociétés.

Prenons par exemple, le code du travail. L'article L4121-2 énonce les principes à la base de la santé-sécurité au travail (qui s'imposent à tous les employeurs en Europe) : adapter le travail à l'homme, donner la priorité aux mesures de protection collective... Le transhumanisme lui prône l'adaptation de l'homme et la gestion de la vie par l'individualisation. Mais à quoi ? Aux normes occidentales de l'homme idéal : toujours plus fort, plus beau, plus performant, efficace, vivant plus longtemps, sans faiblesse... Adieu donc, hasard, imperfection, sensibilités. Une dés-humanisation liée à la technologie qui est aussi dénoncée par d'autres – comme Jaron Lanier et son [manifeste](#) pour remettre l'homme au centre de la technologie. Alors, quand on accepte « l'homme augmenté », la question à poser, c'est « l'homme augmenté » de quelle société ?

Par **Sophie Huguin**

31/03/2016

GÉNIE GÉNÉTIQUE : LES DÉRIVES POSSIBLES CONTINUENT DE CRISPER LE DÉBAT

« CRISPR-Cas9 », est une enzyme qui a fait basculé le débat sur les dérives du génie génétique du plan théorique à celui d'une pleine réalité. Les possibilités qu'elle semble offrir ne cessent d'alimenter un débat éthique sur les risques d'eugénisme.

« CRISPR-Cas9 », à prononcer « *crispeur casse 9* », a été élue innovation scientifique de l'année 2015 par le magazine *Science*. Évidemment. Depuis 2012, cet outil de génie génétique a ouvert la porte à des manipulations de l'ADN faciles, rapides, efficaces et peu coûteuses. Faisant entrer le génie génétique sur l'homme dans une ère pré-industrielle. Mais qu'importe les techniques, nos sociétés ne savent toujours pas comment affronter les espoirs transhumanistes que la manipulation du génome porte en elle. Et encore moins comment encadrer d'éventuelles dérives eugénistes.

Pourquoi CRISPR-Cas9 est-elle révolutionnaire ?

Sur le principe l'outil CRISPR-Cas9 n'a rien de réellement nouveau. Il s'agit ni plus, ni moins qu'une enzyme de restriction (enzyme découpeuse d'ADN) comme le génie génétique en utilisait déjà (telles que les nucléases à doigts de zinc -ZFN- ou les nucléases TALEN - *Transcription activator-like effector nucleases*). Ce qui est révolutionnaire, c'est la simplicité d'utilisation : là où il fallait fabriquer des protéines spécifiques pour chaque gène ciblé avec les autres nucléases, il faut avec Cas9, juste fabriquer de l'ARN (il est transporté sur la partie CRISPR). Et ça on sait le faire dans les labos du monde entier. Du coup, le temps de travail est divisé par 4 et les coûts divisés par 10.

Du génome des bactéries aux embryons humains

Avec autant d'avantages, la technique s'est disséminée à

la vitesse de l'éclair. Dès le début 2013, plusieurs équipes ont réussi à supprimer des gènes choisis dans des cellules humaines. En outre, Cas9 a été amélioré pour pouvoir non seulement couper, mais aussi remplacer l'ADN coupé par un autre, ou encore booster son expression, voire l'inhiber. CRISPR-Cas9 est devenu le « couteau suisse de la génétique ». En trois ans, la technique est testée dans le monde entier sur des bactéries, des animaux, des végétaux. En 2014, elle est utilisée avec succès sur des souris atteintes de tyrosinémie (maladie génétique du foie) et sur des embryons de souris atteints de la myopathie de Duchenne. En 2015, plusieurs équipes balayent le tabou de la manipulation d'embryon humain. Notamment une équipe chinoise qui publie ses résultats en avril 2015. Relançant le débat éthique autour du génie génétique.

Sur l'homme, la technique balbutie !

En réalité, si CRISPR-Cas9 a permis de produire des vaches sans cornes ou des moustiques résistants au paludisme (non encore relâchés mais déjà au cœur d'un débat écologique et éthique de grande ampleur), en ce qui concerne l'homme, la technique ne semble pas faire beaucoup mieux que ses consœurs avec un taux d'échecs encore très important. Notamment des effets « hors cibles » c'est-à-dire des changements induits sur d'autres parties que celles ciblées, avec des effets secondaires que l'on ne sait pas évaluer mais souvent délétères voire mortels. En effet, les thérapies géniques, qu'elles soient effectuées sur des cellules somatiques ou germinales sont encore balbutiantes du point de vue de la sécurité et de la fiabilité d'emploi : en Europe, un seul médicament a été autorisé en 2012 et dans le monde, un autre est utilisé en Chine depuis 2004. Avant de pouvoir proposer des traitements de

masse, il reste beaucoup de chemin à parcourir.

Manipuler l'homme, faire évoluer l'espèce

En Europe, la recherche sur les embryons humains est strictement encadrée. Elle ne doit pas avoir pour finalité un traitement par exemple. Ces précautions louables sont cependant vaines face à notre monde globalisé : rien qu'au Japon, en Chine ou en Inde, cela n'est pas illégal. Et aux États-Unis seule la recherche sur fond public est limitée. Les scientifiques continueront de chercher et de trouver. Dans un premier temps, les barrières éthiques risquent de tomber facilement : qui dira non à la manipulation, y compris transmissible, quand il s'agira de prévenir des maladies graves comme la mucoviscidose ou les myopathies ? Dès lors, on pourra s'habituer au fait de changer notre génome, d'influer sur l'évolution de l'espèce. Et même si la complexité de notre génome fait que le fantasme transhumaniste du « bébé à la carte » est encore irréaliste, les manipulations déjà possibles aujourd'hui n'en questionnent pas moins notre humanité.

« Rester l'auteur de sa propre vie »

Pour le philosophe allemand Jürgen Habermas, il est essentiel de limiter les possibilités d'eugénisme des parents sur l'enfant à naître. Sous peine de créer des hommes qui, prenant connaissance des manipulations dont ils ont fait l'objet, se sentent limité dans leur liberté, dans le sentiment d'être l'auteur de leur propre vie. Ouvrant aussi par là la porte à des conflits familiaux prévisibles entre ce que les parents voulaient pour leur enfant, ce qu'ils ont prévu pour lui et ce qu'il voudra lui, dans le contexte imprévisible de son propre environnement et de sa propre biographie.

Les limites culturelles de l'eugénisme positif

Pour se défendre des dérives eugénistes des régimes fascistes du Xxe siècle, certains penseurs ont développé l'idée d'un eugénisme positif : une amélioration des hommes via la reproduction contrôlée mais en n'enlevant que les « traits négatifs », en encourageant ceux « souhaitables » et bien sûr en laissant le choix et la vie à ceux qui ne les possèdent pas. Mais sur quels critères définir ces caractéris-

tiques « négatives ou souhaitables » ? Certains handicaps doivent-ils forcément être éliminés ? Il semblerait que les intéressés n'y soient eux-mêmes pas favorables, comme l'illustre un article de *Nature* qui donnent, pour une fois, la parole aux malades. Il s'agirait dès lors de réussir à faire évoluer les mentalités humaines vers plus d'acceptation de la différence, de la diversité. A la source même de la vie et de la créativité. Plutôt que d'essayer de tout normaliser, contrôler, maîtriser.

Par **Sophie Huguin**

31/03/2016

A LIRE AUSSI

RETROUVER LE SENS DU TOUCHER GRÂCE À UNE MAIN ARTIFICIELLE

La prothèse utilisée sur un patient amputé de la main lui permet d'identifier les formes et les textures.

Ce Danois de 36 ans ne deviendra pas un agent secret comme Steve Austin et pourtant, sa main bionique est un bijou de technologie. Grâce à elle, l'homme a pu retrouver des sensations disparues depuis neuf ans, lorsqu'une explosion survenue alors qu'il manipulait des feux d'artifice le privait de son bras gauche. Choisi comme cobaye pour tester une nouvelle main artificielle, Dennis Aabo Sorensen a de la chance dans son malheur puisque les essais cliniques auxquels il a participé lui ont fait redécouvrir le sens du toucher.

Le système mis au point par une équipe de chercheurs suisses, allemands et italiens repose sur des électrodes implantées dans le haut du bras amputé. La particularité est que les électrodes sont directement greffées sur les nerfs périphériques. Les capteurs de la prothèse analysent la tension des tendons artificiels, convertissent cette information en impulsion électrique transmise directement aux électrodes. Un procédé qui a rendu le sens du toucher à Dennis, capable de détecter des formes mais aussi des textures.

Ce n'est qu'après trois semaines de test que la prothèse a été reliée aux électrodes. Le patient s'est retrouvé les yeux bandés, avec des boules Quiès dans les oreilles pendant une semaine. Privé de la vue et de l'ouïe, il a pu se focaliser sur le toucher. Cette expérience publiée dans la revue Science Translational Medicine n'a duré qu'un mois, conformément aux règles des essais cliniques. Mais les chercheurs l'affirment, les électrodes auraient pu rester greffées des années. De quoi redonner espoir aux personnes ayant subi la perte d'une main. Cependant, une telle prothèse ne devrait pas être commercialisée avant minimum cinq ans, un travail de miniaturisation des com-

posants et sur la batterie devant être mené.

Alors, à quand un homme qui valait trois milliards ? En ce qui concerne le bras bionique, le prix reste mystérieux, les auteurs des tests se refusant à chiffrer le dispositif. Mais il est évident que s'ils veulent démocratiser leur prothèse, le prix devra être raisonnable.

Par **Audrey Loubens, journaliste scientifique**

Et aussi dans les ressources documentaires :

- [Fonctions et composants mécaniques](#)
- [Ingénierie des systèmes et robotique](#)
- [Électronique](#)

13/02/2014

A LA CONQUÊTE DU MUSCLE ARTIFICIEL

Une équipe de chercheurs du MIT serait parvenue à créer un nouveau film polymère capable de générer de l'énergie à partir de vapeur d'eau, un matériau qui pourrait aussi bien actionner un bras robotique qu'alimenter un appareil nanoélectrique.

Une équipe de chercheurs du Massachusetts Institute of Technology (le fameux MIT) a réussi à mettre au point un film polymère tout à fait innovant, puisque capable de générer de l'énergie à partir de [vapeur d'eau](#). Ce film polymère change de forme après absorption de petites quantités d'eau sous forme de vapeur, donnant l'impression de se retrousser et se courbant en tous sens de manière continue, mais aléatoire.

L'enjeu est important : la maîtrise de ce mouvement continu pourrait permettre d'animer dans un premier temps un bras ou une jambe robotique, tel un [muscle artificiel](#) jouant le même rôle qu'un muscle pour un de nos bras ou une de nos jambes. Les chercheurs du MIT semblent pour le moment assez loin de ce stade, et se penchent plutôt sur l'utilisation de ce nouveau matériau pour alimenter des appareils micro ou nanoélectriques, tels que la plupart de nos capteurs environnementaux.

« Lorsqu'un capteur est alimenté par une batterie, cette dernière se doit d'être remplacée régulièrement. A l'aide de ce dispositif, vous pouvez capter de l'énergie à partir de son environnement et vous n'aurez donc plus à remplacer si souvent la batterie », explique Mingming Ma, chercheur postdoctoral à l'Institut David H. Koch pour la Recherche Intégrative contre le Cancer, institut affilié au MIT. « Nous sommes très excités par ce nouveau matériau, et nous espérons parvenir à un rendement plus élevé lors de la conversion de l'énergie mécanique en électricité, ce qui lui ouvrirait un champ d'application plus large », ajoute Robert Langer, professeur à l'institut David H. Koch et co-

auteur avec Mingming Ma de l'article publié dans la revue *Science* de cette semaine. Parmi ces applications potentielles, on trouve aussi bien d'imposants générateurs dont l'alimentation est assurée par de la vapeur d'eau, comme de plus petits générateurs servant à l'alimentation d'appareils nanoélectriques portables, intégrés à nos vêtements.

Le film conçu par l'équipe de chercheurs du MIT est le résultat de l'emboîtement de deux polymères tout à fait différents : le polypyrolle et le polyol-borate. Le premier est un polymère organique constitué de plusieurs noyaux de pyrolle – connu aussi sous le nom d'azole, de formule brute C_4H_5N – connectés les uns aux autres. Le second est un polyol de borate, un [composé chimique organique](#) contenant un certain nombre de groupes hydroxyles, en liaison avec un borate – un composé de bore et d'oxygène avec des éléments électropositifs.

Le polypyrolle sert ici de matrice solide mais souple, apportant un support structurel au nouveau matériau, alors que le polyol-borate est un gel qui reste flexible et qui enfle lorsqu'il absorbe de l'eau. L'équipe dirigée par Mingming Ma avait rencontré au préalable plusieurs échecs lors de précédentes tentatives, lorsque le matériau ne combinait pas encore les deux éléments mais n'était constitué que de polypyrrrole, dont la réaction au contact de l'eau était trop faible pour être considérée comme suffisamment convaincante.

Le film de polypyrolle et de polyol-borate se sert du gradient d'eau entre un milieu sec et un milieu contenant de l'humidité pour trouver son énergie. Lorsque la pellicule de vingt micromètres d'épaisseur repose sur une surface contenant ne serait-ce qu'une toute petite quantité d'eau,

cette eau est absorbée, créant un mouvement qui pousse le film à se recourber vers le haut et à s'éloigner de la surface. La partie inférieure du film est alors exposée à l'air ambiant et laisse s'échapper l'eau, laissant le film polymère reprendre sa forme initiale. Le mouvement peut alors reprendre, le film absorbant et laissant s'échapper l'eau de manière cyclique. Le mouvement continu ainsi observé convertit l'énergie chimique du gradient de l'eau en énergie mécanique.

Pour convertir cette énergie mécanique en électricité, il suffit de coupler la pellicule de polymère avec un matériau piézoélectrique, qui se polarise électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique. Selon les estimations du MIT, le système peut générer en moyenne 5.6 nanowatts, suffisants pour alimenter de petits appareils peu gourmands.

La force déployée par le [film polymère](#) est pour le moins surprenante : le film parvient à soulever pour dix fois son poids en fils d'argent, comme vous pouvez le constater ici :

Par Moonzur Rahman

Découvrez les formations Techniques de l'Ingénieur :

- Technologies de [production des utilités](#) : air comprimé, vapeur, chaud/froid
- Formation [Matériaux fonctionnalisés](#) : application aux stockages de l'énergie

18/03/2013

UNE BIOPILE IMPLANTABLE POUR ALIMENTER LES DISPOSITIFS MÉDICAUX ARTIFICIELS

L'alimentation en énergie électrique des dispositifs médicaux implantables dans le corps humain constitue un véritable enjeu technologique...

La société Sorin, l'un des leaders de la conception et de la fabrication de pacemakers, est confrontée à cet enjeu, avec un besoin de sources d'énergies à longue durée de vie permettant d'éviter leur remplacement trop fréquent, remplacement qui nécessite souvent une intervention chirurgicale, même minime.

La société Sorin s'est rapprochée de l'institut Carnot LSI dont le Laboratoire Techniques de l'ingénierie médicale et de la complexité - Informatique (TIMC-IMAG), associé au Département de Chimie Moléculaire de Grenoble, a réussi à utiliser les ressources du corps humain comme carburants pour la production d'électricité in situ. Ainsi le rêve de nombreux chirurgiens est devenu réalisable avec la mise au point d'une biopile à glucose. Cette biopile (GBFC, Glucose Bio Fuel Cell), déjà fonctionnelle chez l'animal, permettra à terme d'alimenter en énergie différents dispositifs médicaux : pacemakers, sphincters artificiels, pompes à insuline, voire, pourquoi pas, des organes comme un rein artificiel.

La société Sorin y voit de quoi concevoir une nouvelle génération de stimulateurs cardiaques qui, petits et vissés sur le cœur, seraient alimentés par ses battements ou le glucose du corps. Elle s'appuie également sur le groupe ST Microelectronics qui, par son savoir-faire, contribuera à concilier miniaturisation et augmentation de la puissance. Une seconde biopile utilisant comme combustible le sel (NaCl) est aujourd'hui à l'étude. Ces résultats offrent à la société Sorin de très bonnes perspectives pour répondre aux attentes de ses marchés avec un avantage concurren-

tiel important.

-
-

25/08/2014