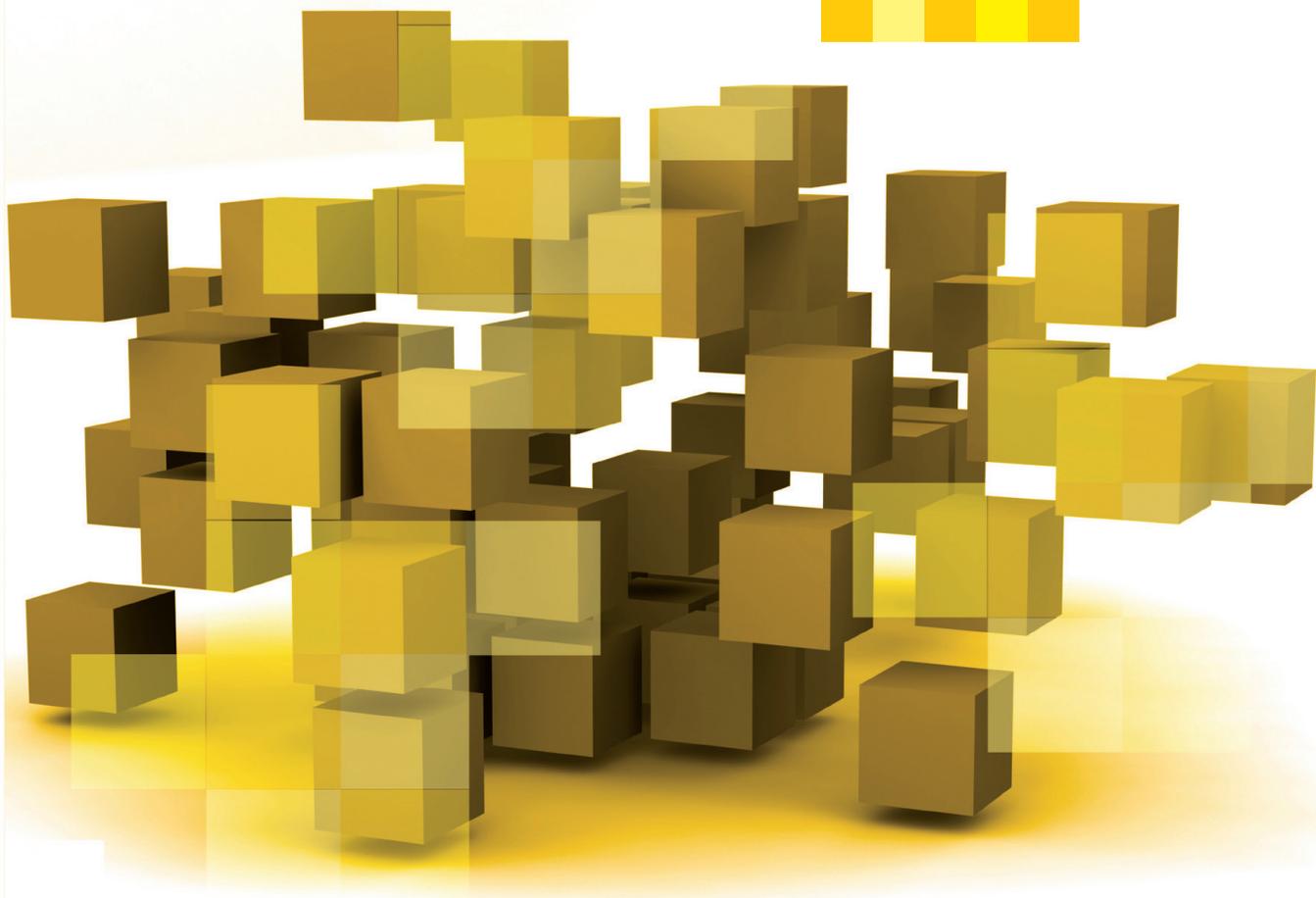


L'Homme augmenté

Notre Humanité en quête de sens

Les cahiers de veille de la Fondation Télécom



FONDATION
TELECOM



Éditorial

Juin 2015

Le fantasme d'un Homme dont les capacités sont augmentées par la technologie n'en est plus un. Rendant l'Homme plus performant intellectuellement, sensoriellement ou encore dans sa défense face à la maladie, les implications d'un tel développement sont considérables.

On y trouve évidemment en premier lieu les innovations impactant l'homme dans son rapport avec l'extérieur et qu'on désigne par le terme d'innovations d'interface. L'exemple le plus frappant dans cette catégorie concerne les innovations technologiques permettant de lutter contre les maladies touchant les sens comme la cécité, le mutisme ou la surdité. La start-up française Pixium Vision a par exemple développé un couple implant-lunettes permettant de remédier à des problèmes de vue réfractifs. On y trouve en second lieu des innovations plus internes au sens où elles impactent le cerveau humain, c'est-à-dire des processus comme la réflexion ou l'apprentissage. À titre d'exemple, Halo Neuroscience, start-up typique de la Silicon Valley, développe actuellement un système à base d'impulsions électromagnétiques stimulant l'activité cérébrale dans le cadre de l'apprentissage et de la mémorisation.

Néanmoins, alors que ces innovations constituent des progrès inédits, parfois même des miracles, elles posent bien évidemment la question de la finalité du projet humain avec une gravité renouvelée. René Frydman, célèbre gynécologue français à l'origine du premier « bébé éprouvette » et particulièrement actif sur ces questions d'humanité augmentée, rappelait en janvier que, dans le processus inventif, la question du « Comment » devait toujours être envisagée postérieurement à celle du « Pourquoi ».

Gilles Babinet
Entrepreneur,
Digital Champion

représentant la France auprès de la Commission européenne pour les enjeux du numérique

Sommaire

- 3 L'Homme va-t-il orienter sa propre évolution ?**
 - 3 Une accélération inéluctable ?
 - 3 Homme réparé, instrumenté, connecté, amélioré, augmenté...
 - 5 Des technosciences à l'origine d'un bond en avant
 - 6 L'Homme, ce corps étranger ?
 - 8 Pour un posthumanisme positif
- 9 Augmenter l'homme, un projet transdisciplinaire**
 - 9 Qu'augmente-t-on ?
 - 10 Du corps aux senseurs de la ville
 - 10 Les technologies prêt-à-porter
 - 11 Autonomie énergétique & fiabilité en question
 - 12 Un corps en bonne santé
 - 12 La santé change de forme
 - 13 Une préoccupation quotidienne
 - 14 En route vers la Singularité
 - 16 Les sciences cognitives en tête
 - 16 Qu'est-ce que l'intelligence ?
 - 17 Une superintelligence pour supplanter l'humanité ?
 - 17 Notre propre intelligence se transforme
 - 18 La vie telle que nous la connaissons ?
 - 18 Réalité altérée
 - 19 Robots de métal & robots algorithmiques
 - 20 Considérations économiques
 - 20 Contraintes d'émergence d'un marché
 - 21 L'alliance entre super-riches et multitude
- 22 Quelles voies emprunter ?**
 - 22 L'Homme augmenté est-il acceptable ?
 - 24 Penser le posthumain
 - 24 Des valeurs essentielles & des objectifs à court terme
 - 26 Explorateurs du posthumain
- 27 Glossaire**
- 27 Travailler avec l'Institut Mines-Télécom**

1 L'Homme va-t-il orienter sa propre évolution ?

Homme augmenté, de quoi parle-t-on ?

Le terme consacré en anglais, *human enhancement*, traduit en français par *amélioration humaine* ou *augmentation de l'humain*, est moins ambigu. Il signifie à la fois l'amélioration des capacités humaines (homme biologique augmenté), l'amélioration de la nature humaine (humain augmenté ou humanité augmentée), et l'amélioration de soi (au sens de l'accomplissement de la personne humaine).

Dans ce cahier nous ne traiterons que de l'augmentation de l'homme par des dispositifs externes, mécaniques et numériques. Pucés implantées dans le corps ou modifications du génome seront citées, mais non traitées.



[CC BY-SA 3.0 Wikimedia]

Saint Pierre, vu par Friedrich Herlin en 1466.

Une accélération inéluctable ?

Lorsque fin février 2015 la nouvelle tombe d'une possible transplantation d'ici 2017 d'une tête sur un corps humain, personne ne semble plus étonné tant la science nous a habitués ces dernières années à toujours plus de prouesses. Prothèses dites intelligentes, séquençage du génome, intelligences artificielles... la liste est longue des modifications possibles de l'être humain à des fins de réparation ou d'augmentation. Certes, l'augmentation des capacités humaines – ou la réparation, selon le point de vue – n'est pas nouvelle. Les propriétés de certains verres sont connus dès l'Antiquité, et l'on date l'apparition des premières lunettes au XIII^e siècle, probablement en Italie. Alors que la canne reste un dispositif rudimentaire, les lunettes procèdent déjà d'une « réparation » plus élaborée. Quelques siècles plus tard, ce sont les lunettes de réalité augmentée qui participent à démocratiser l'augmentation des capacités humaines, mais toujours à l'extérieur du corps, quand la science-fiction nous parle de pucés directement implantées sur le nerf optique.

Homme réparé, instrumenté, connecté, amélioré, augmenté...

Qu'est-ce qui distingue les lunettes inventées en Italie au Moyen Âge et perfectionnées depuis, et ces lentilles qu'on nous annonce comme permettant de zoomer sur les objets qu'on regarde ? Les premières pallient des déficiences d'un corps qui vieillit, ou permettent de retrouver des capacités qui sont jugées comme étant dans la norme de l'espèce humaine. Les secondes apportent de nouvelles capacités aux personnes qui les chaussent, les rendant différentes de la majorité de leurs contemporains. Les premières réparent, les secondes augmentent.

Cette différence entre **Homme réparé** et **Homme augmenté** n'est pas figée dans l'échelle du temps. Intuitivement, elle dépend de ce qui est considéré comme la norme à une époque donnée. Faire une transplantation cardiaque pouvait être considéré tout d'abord comme une augmentation, au sens où elle augmentait la durée de vie du receveur. Cette opération s'est banalisée depuis, et ce qui l'est moins, ce qui nous rapproche du **cyborg** et donc de l'Homme augmenté, c'est aujourd'hui la transplantation d'un cœur artificiel totalement mécanique.

Les technosciences semblent rivaliser d'inventivité pour nous proposer chaque jour un avant-goût de ce futur proche où l'Homme et la machine seront en symbiose. Certains parlent même d'une accélération de cette accélération, comme si une *loi de Moore* appliquée à l'Humain était elle-même en train de dépasser sa contrepartie électronique. Tout convergerait vers 2045, date à laquelle la nature même de notre réalité différerait drastiquement de notre quotidien actuel. Ce point nodal d'un nouveau monde a un nom : la **Singularité technologique**, moment de notre évolution technologique où les transformations de nos capacités ne se font plus à l'échelle des individus mais à l'échelle de l'espèce humaine elle-même.

L'absence de visibilité à l'approche de cette singularité, et la frénésie des fondateurs de grands acteurs de l'Internet pour l'atteindre, apportent leur lot de craintes, de réticences ou de fascination. Faire le point vise à identifier les chemins que l'espèce humaine en quête de sens pourrait prendre, sans perdre son Humanité.

La distinction entre réparation et augmentation est-elle même possible ? Certains pensent que non. Le philosophe et éthologue Dominique Lestel, citant les propos de Ramez Naam qui estime que « *les scientifiques ne sont pas capables de tracer une ligne de démarcation claire entre augmentation et guérison et qu'il est donc irrationnel de leur donner des statuts moraux différents* », note que cette confusion pose plusieurs questions et en souligne deux. La première est celle du glissement d'un concept à l'autre, selon la parabole du tas de sable. On produit un tas de sable à partir d'un premier tas, grain après grain. Quand disparaît le premier, quand apparaît le second ? « *Bien malin qui pourrait le dire, il existe pourtant bien deux tas.* » La deuxième question est proposée par le philosophe Daniel Normans en 1992, et « *mobilise les concepts quasi-statistiques de normalité pour considérer que toute intervention qui conçoit ou restaure un niveau de fonctionnement propre à l'espèce doit être considéré comme guérison et le reste comme augmentation* ». Ce débat entre ce qui relève de la réparation et ce qui procède de l'augmentation peut prendre une tournure plus

Cette première partie cite plusieurs fois des travaux issus d'ateliers qui se sont tenus entre octobre 2011 et janvier 2013, au sein de la chaire Modélisation des Imaginaires [Télécom ParisTech & Université de Rennes 2] fondée par Pierre Musso, et notamment ceux de Brigitte Munier, Pierre Musso et Dominique Lestel.

Ils ont été réunis dans un ouvrage coordonné par Brigitte Munier: Technocorps. La sociologie du corps à l'épreuve des nouvelles technologies.

philosophique, entre ce qui serait acceptable ou pas, à chaque fois au nom de principes de nature différente, scientifiques, philosophiques, éthiques ou religieux, qu'il n'est pas toujours immédiat d'identifier dans les postures. D'un côté les **bioconservateurs**, et de l'autre les **biolibéraux**, pourrait-on dire. Si les premiers font reposer leurs arguments sur des intuitions assez mal conceptualisées, dit Lestel, les seconds sont parfois un peu trop sûrs d'eux. Avec en fond la question des chercheurs Roache et Clarke: «*si on accepte les médicaments pour se guérir et les technologies pour accroître notre bien-être, pourquoi refuser d'augmenter nos capacités ?*»

Mais *Homme réparé* ou *Homme augmenté* ne sont pas les deux seuls termes de l'alternative proposée aux humains aujourd'hui. Nos systèmes de santé occidentaux sont fondés sur une médecine réparatrice, mais leur modèle économique contesté pourrait bien redonner toute sa place à une médecine préventive. Ils seraient aidés en cela par une batterie de capteurs que chacun pourrait porter, afin, pour commencer, de mieux se connaître, et de pouvoir être alerté avant de tomber malade grâce à l'analyse de ses données consolidées avec celles des autres utilisateurs. C'est là un scénario qui se précise de plus en plus, avec la culture de la mesure de soi, et grâce à la multiplication des appareils que l'on porte sur soi (montres tensiomètre...). Et quand ces capteurs sont intimement liés à nos vêtements, on parle d'**Homme instrumenté**.

Équipé de son téléphone mobile, l'Homme n'a pas besoin de lunettes de réalité augmentée pour déjà accroître sa connaissance du monde. L'**Homme connecté** est en permanence à deux doigts des bases de connaissances: il accède à des savoirs qu'il n'a plus besoin d'apprendre ou de mémoriser. Quand il se fait traduire un texte, quand il choisit la meilleure route pour éviter des ralentissements, quand il est guidé par le choix de ses amis, il augmente ses capacités intellectuelles et ses interactions sociales. Demain, en accédant aux capteurs de la **ville sensible**, il élargira encore plus son champ d'observation. Il aura externalisé à la fois sa mémoire et sa perception.

L'**Homme amélioré** est un être qui n'est plus seulement instrumenté pour se connaître, ou connecté pour mieux connaître, mais qui est équipé pour dépasser son stade normal de l'évolution. L'amélioration peut être temporaire (dispositif externe) ou définitive (manipulation génétique...).

Ultime étape avant l'*homo silicium*, l'**Homme hybridé** possède un corps qui n'est plus entièrement naturel, avec des parts mécaniques, des sens nouveaux, ou même des fonctionnalités nouvelles. À l'extrême, il peut être débiologisé et être un **Homme fabriqué**, présent dans un corps totalement artificiel, ou même de manière ultime complètement décorporisé et présent uniquement dans les réseaux.

Transhumanisme &

Transhumanisme, posthumanisme, les deux termes sont souvent aujourd'hui employés tour à tour comme s'ils se confondaient. Ils n'ont pourtant pas été proposés à la même époque, et il est utile d'en comprendre à la fois le sens et ce qui les distingue.

On trouve le terme **transhumanisme** pour la première fois dans les propos de **Julian Huxley**, biologiste et premier directeur général de l'Unesco, frère de l'écrivain Aldous Huxley: "I believe in transhumanism: once there are enough people who can truly say that, the human species will be on the threshold of a new kind of existence, as different from ours as ours is from that of Peking man. It will at last

be consciously fulfilling its real destiny" (In *New Bottles for New Wine*, 1957). Huxley fait partie des scientifiques qui rédigent et signent à la veille de la seconde guerre mondiale le **Manifeste des Généticiens**, pronant alors ce qu'on a pu qualifier d'**eugénisme de gauche**, et qu'il réaffirmera en 1946 dans un texte préparatoire à la création de l'Unesco. Ce sont les révélations du programme de sélection des géniteurs et d'élimination des êtres supposés inférieurs par les nazis qui pousseront Huxley à créer le terme **transhumanisme** pour décrire sa vision de l'amélioration des performances humaines.

Ce terme est ensuite repris par plusieurs prospectivistes et philosophes (Max More...) entre les

années 60 et 90 pour identifier des personnes adoptant techniques et styles de vie permettant de progresser vers une condition améliorée. En 2002, la **World Transhumanist Association** (aujourd'hui **Humanity+**, 6000 membres début 2015) adopte la Déclaration Transhumaniste (voir page 7), et propose comme définition du transhumanisme: «*un mouvement culturel et intellectuel qui affirme qu'il est possible et désirable d'améliorer fondamentalement la condition humaine par l'usage de la raison, en particulier en développant et diffusant largement les techniques visant à éliminer le vieillissement et à améliorer de manière significative les capacités intellectuelles, physiques et psychologiques de l'être humain*».

Des technosciences à l'origine d'un bond en avant

Entre nature et culture

Quelle est la part de la nature et quelle est la part de la culture dans la construction d'un homme ? L'Homme hybridé, dans un corps ni entièrement naturel, ni entièrement culturel, apporte une nouvelle réponse mais pose de nouvelles questions.

Faut-il opposer une prétendue vision américaine du corps individuel exalté à une vision européenne qui serait plus nimbée de culture ? Opposer Narcisse à *Prométhée* ? Ce serait bien trop réducteur, car ces deux chemins de l'amélioration humaine sont partagés des deux côtés de l'Atlantique.

Parmi les douze technologies disruptives ayant l'impact économique le plus facilement mesurable, présentés dans le rapport McKinsey 2013 sur les technologies de rupture, trois technologies relèvent de l'augmentation de l'être humain : **l'automatisation du travail intellectuel**, conséquence des progrès en Intelligence Artificielle, et pouvant mener à une libération progressive de l'être humain de son obligation de travailler ; **les robots de nouvelle génération**, pouvant eux-même remplacer des êtres humains, mais également les réparer et les améliorer (exosquelettes...) ; **la génomique avancée et, au-delà, la biologie de synthèse**. Ces technologies sont un exemple des avancées majeures récentes dans de nombreuses disciplines et domaines applicatifs : médecine & santé, neurobiologie, physique computationnelle, intelligence artificielle, nanotechnologies...

Les technologies de rupture et la notion même d'**human enhancement** ont été popularisées dans un rapport de 2002 commandité par la *National Science Foundation* (NSF) et le *Department Of Commerce* américain. Ce rapport de 400 pages, intitulé *Technologies de conversions pour l'amélioration des performances humaines ; Nanotechnologie, Biotechnologies, technologies de l'Information et sciences Cognitives*, promeut un programme technoscientifique de convergence des **NBIC**, c'est-à-dire des atomes, des gènes, des bits et des neurones, les « *21st Century building*

blocks ». Il discute explicitement des usages potentiels de ces technologies pour atteindre les objectifs du **transhumanisme** (voir encart ci-dessous), une « Nouvelle Renaissance » qui produira une nouvelle science, une nouvelle société et une nouvelle humanité.

Cet Homme nouveau sera plus sensible, avec pourquoi pas de nouveaux organes permettant de nouveaux sens, il disposera d'une mémoire accrue, d'une intelligence supérieure, d'une capacité de concentration fortifiée, sera plus robuste, reprogrammable à volonté, et vivra plus longtemps.

Comme l'a montré la chercheuse Stéphanie Chifflet, citée dans l'ouvrage *Technocorps*, ce rapport **NBIC** écrit le récit du mythe cosmogonique à venir, la transformation du monde et de l'espèce humaine par la technoscience. « *Par ses thèmes principaux, la maîtrise et la manipulation de la matière, la transformation de l'homme, l'héroïsation du scientifique, l'immortalité, le grand récit de la convergence NBIC apparaît comme l'expression moderne d'un défi démiurgique que l'homme est invité à relever, devenant lui-même l'acteur d'une nouvelle religion : la religion de la technologie.* » Provoquant une course poursuite et un agenda transhumaniste qui sont principalement menés en occident par les chercheurs et entrepreneurs **bioprogressistes** des deux côtés du Pacifique.

Posthumanisme

Le terme **posthumanisme** est plus récent. On l'attribue à Peter Sloterdijk (philosophe et essayiste allemand) qui l'a employé en 1999 à l'occasion d'un colloque consacré à Heidegger et à la fin de l'humanisme.

Les réflexions sur l'humanisme trouvent leurs sources dans un courant d'interrogations scientifiques au sortir de la deuxième guerre mondiale. Citons notamment Vannevar Bush qui imagine en juillet 1945 dans « *As we may think* » un réseau préfigurant l'Internet d'aujourd'hui, Norbert Wiener qui propose le projet **cybernétique** pendant les **conférences Macy**, ou le français Jean Beaufret qui pose en 1946 à son ami Martin Heidegger la question « *Com-*

ment redonner un sens au mot Humanisme ? » Ce dernier lui répond dans une lettre très dense, dont tous les éléments ne seront pas compris à son époque, mais plus tard après la publication de nouveaux travaux. Ces questionnements issus des atrocités du deuxième conflit mondial accompagnent les penseurs depuis lors, et c'est dans ce contexte que Peter Sloterdijk affirme que l'humanisme, qui servait à l'éducation de l'homme par l'homme lui-même, a disparu à la fin du XX^e siècle, la culture de masse parachevant la « *domestication de l'être humain* » et l'établissement d'une société posthumaniste. Il postule que « *le développement des technosciences imposait d'envisager un nouveau système de valeurs accompagnant*

la production d'êtres nouveaux et légitimant le pouvoir de ceux qui bénéficieront des technologies d'augmentation de l'être humain. » Pour Sloterdijk, le transhumanisme, encore mal défini, est principalement une transition vers le posthumanisme.

Malheureusement le terme posthumanisme est devenu depuis un mot ombrelle qui recouvre de nombreuses réalités différentes. Dans une publication de 2013, Francesca Ferrando s'attache à démêler les similarités et les différences entre transhumanisme et posthumanisme, le premier étant centré sur l'humain, tandis que le deuxième s'intéresse à un écosystème dans lequel l'humain n'est qu'un nœud parmi d'autres.

L'Homme, ce corps étranger ?

Ce récit moderne cosmogonique prend la place d'un récit plus ancien, rappelle Brigitte Munier, celui du Golem, cette créature faite à l'image de l'Homme que l'on retrouve dans de nombreuses cultures. Et notamment dans la culture juive où le Golem est créé par le Rabbin Loew pour lutter contre des attaques antisémites : c'est un être adulte, surpuissant et intelligent, mais ni aimé ni éduqué par son père. À mi-chemin entre l'homme et l'outil, il acquiert une réputation de monstre. Laisse un soir à lui-même, il se rebelle contre sa condition, dévaste tout autour de lui au point que la seule solution est de le détruire.

C'est non pas le corps créé du Golem qui fait peur, mais son autonomie soudaine, la prise de conscience que le semblable artificiel sous-entend que « *l'humain ne se définit plus par un principe spirituel irréductible, une âme transcendante* ». Au moins dans les sociétés occidentales, car une société animiste comme le Japon s'en trouve déconcertée, et ne comprend pas la peur des robots qui représente pour elle d'utiles et amicaux auxiliaires.

Le mythe du Golem se répercute de manière assumée dans le projet cybernétique de Norbert Wiener au MIT après la seconde guerre mondiale. Frappé par la responsabilité des scientifiques dans la mise au point de la bombe A et de ses conséquences, il dessine l'utopie d'un monde où humains et machines de plus en plus

intelligentes interagiraient constamment dans un immense système mondial de communications. En procédant ainsi, Wiener réduit le fossé entre l'Homme et son artefact, entre le naturel et l'artificiel, et mène à une débiologisation de l'intelligence et de l'esprit. C'est là que le mythe du Golem s'inverse, note Brigitte Munier. « *Si l'homme n'a pas plus d'intériorité que le Golem, la créature cesse d'être effrayante et peut se confondre avec l'ordinateur. [...] Le vieux face-à-face de l'homme et du Golem est alors renversé : la possibilité d'un homme sans âme n'épouvante plus le créateur qui admire dans le Golem un corps technologique contrôlé et indéfiniment améliorable.* » Le corps devient dès lors un *objet manipulable* comme un autre.

La technologie appliquée au corps peut alors se décliner en trois axes : l'**extension** qui renvoie à l'Homme connecté, aux délices de la gestion d'avatars multiples, à tel point que la vie en ligne acquiert la densité propre à créer la **noosphère** ; l'**hybridation** qui, à base de médecine et de NBIC, donne naissance à des **cyborgs** devenus de plus en plus ordinaires ; la **transformation**, au cœur du projet posthumaniste, dont les mécaniques ne sont pas encore connues, mais qui pour sûr vaincra la chair putrescible.

Ces étapes sont aussi celles de la société occidentale, selon un procédé **synecdochique** que souligne Pierre Musso. « *En refaisant le corps, il*

Expérimenter sur le corps

Si le cyborg né par ectogénèse n'existe pas encore, des cyborgs contemporains explorent de nouvelles manières de posséder son corps. Kevin Warwick, professeur de Cybernétique à l'université de Reading au Royaume-Uni, s'est ainsi greffé des électrodes reliées à son système nerveux pour pouvoir commander des équipements à distance.

Neil Harbisson (ci-contre) est un artiste frappé d'achromatopsie, ce qui ne lui permet de voir qu'en noir et blanc. Il s'est équipé d'une caméra reliée à son cerveau qui transforme les couleurs (y compris en dehors du spectre visible) en sons. Ayant obtenu l'autorisation de figurer sur son passeport avec son dispositif, il est considéré comme le premier cyborg de l'Histoire.

Partout dans le monde, des personnes expérimentent du **bodyhacking** sur leur corps, se greffant des éléments biologiques ou électroniques complémentaires. On est là dans des pratiques émergentes, d'initiatives individuelles de bricolage du corps pour vivre de nouvelles expériences, et qui ne sont pas mues par des incapacités antérieures qu'il convenait de réparer. Il peut par exemple s'agir de puces RFID sous-cutanées permettant d'être reconnu par son installation domotique, ou bien de l'implantation de capteurs magnétiques dans les doigts pour expérimenter de nouvelles sensations. Il s'agit là d'augmentations « en plus », les augmentations « en moins », qui suppriment des facteurs limitants, étant encore aujourd'hui le fait de l'ingénierie génétique.



“ L’hybridation est une modalité pour augmenter (ce n’est pas la seule), l’augmentation est une finalité. ”

Jusqu’où aller ?

Homme implanté, ayant incorporé des artefacts, puis homme *décorporé*, ayant versé son soi dans la machine, sont les étapes suivantes. Il ne s’agit plus d’améliorations, un terme en droite ligne du *méliorisme* du siècle des Lumières, mais de transformations. Qui peuvent être des augmentations en «en plus» comme en «en moins», et le plus souvent aujourd’hui des expérimentations qui restent le fruit d’initiatives individuelles.

Il peut être utile pour les comprendre de classer les procédés d’augmentation proposés selon leur maturité : existants, émergents ou spéculatifs.

s’agit de refaire l’homme, et au-delà, de refaire la société, la science et le monde », explique-t-il, proposant le néologisme *Technocorps* pour désigner ce corps technologisé symbole de la société occidentale contemporaine. Au modèle mécaniste de représentation du corps humain (d’Aristote au siècle des Lumières) a succédé un modèle cybernétique, à nouveau bouleversé par le modèle NBIC qui annonce la transformation de l’humain et de la société.

Le sociologue Nicolas Le Dévédec précise cependant que si « l’idée de plasticité humaine, [...] n’est en soi, pas tout à fait nouvelle, [...] si l’imaginaire contemporain paraît bien relié à cette représentation humaniste de la perfectibilité, une distance pourtant importante les sépare. » Sous le nom de « perfectibilité », les philosophes du siècle des Lumières exprimaient l’idée d’un être humain ne se définissant par aucune essence fixe, se réalisant par son arrachement à la nature. Le Dévédec montre que l’idée originale de la perfectibilité et ses développements, de la Renaissance au XIX^e siècle, s’est peu à peu distordue « en occultant toute sa dimension sociale et politique ». Et ce qui est plus nouveau encore est l’esprit de rejet qui anime certains dans le projet post-humaniste, le dégoût d’une humanité capable du pire, la fatigue d’être soi, la répugnance et le rejet d’un corps empli d’imperfections, d’infirmités et de limites.

La question fondamentale qui nous est posée est alors la suivante : « Au fond, qu’est-ce que l’humain ? » Un texte de Vercors, *Les Animaux dénaturés*, explore cette question. La découverte de singes évolués, probable chaînon manquant, et leur exploitation par un homme d’affaires, pose la question de leurs droits, et donc de leur qualité d’être humain. Question difficile, car la loi n’a jamais répondu à la question « Qu’est-ce que l’Homme ? » Ce que ce roman imagine en 1952, nous est présenté aujourd’hui par le projet posthumaniste. L’humain pourrait devenir un « humanoïde sans corps, sans vieillesse, sans souffrance et sans mort ».

Sebastian Seung, dans un TedX et un livre paru en 2012, avance qu’un être humain n’est pas la somme de ses gènes, mais la somme de ses connexions neuronales, qu’il appelle « *Connectome* ». Si nous sommes un jour capables de quantifier très précisément ce connectome qui nous définit en tant qu’être, nous sommes alors capables de le sauvegarder, de le dupliquer, et de le charger (*uploading*) dans un artefact.

Et pourquoi pas choisir le corps dans lequel s’incarner, ou s’incarner dans plusieurs corps à la fois ? C’est ce que propose la transhumaniste Martine Rothblatt avec le *transbémisme*. Plus besoin de gènes, nous serions capables de nous répliquer numériquement de corps en corps, tant qu’on en aura l’envie encore.

Déclaration du transhumanisme

L’avenir de l’humanité va être profondément transformé par la technologie. Nous envisageons la possibilité d’élargir le potentiel humain en surmontant le vieillissement, les lacunes cognitives, la souffrance involontaire, et notre isolement sur Terre. — Nous croyons que le potentiel de l’humanité est encore essentiellement non matérialisé. Il existe des scénarii possibles qui conduisent à des conditions humaines merveilleuses et très notablement améliorées. — Nous reconnaissons que l’humanité fait face à de graves risques, en particulier l’utilisation abusive des nouvelles technologies. Il existe des scénarii réalistes qui conduisent à la perte de la plupart, voire la totalité, de ce que nous tenons pour précieux. [...] Bien que tout progrès soit changement, tout changement n’est pas progrès. — Des efforts de recherche doivent être

investis dans la compréhension de ces perspectives. Nous devons soigneusement débattre de la meilleure manière de réduire les risques et d’accélérer les applications bénéfiques. [...] — La réduction des risques existentiels, le développement de moyens pour la préservation de la vie et de la santé, la réduction de la souffrance, et l’amélioration de la sagesse humaine devraient être poursuivis comme des priorités urgentes, et financés à la hauteur. — L’élaboration des politiques doit être guidée par une vision morale responsable et inclusive, en prenant au sérieux opportunités et risques, respect de l’autonomie et des droits individuels, et en montrant solidarité et préoccupation pour les intérêts et la dignité de toutes les personnes à travers le monde. Nous devons aussi considérer nos responsabilités morales envers les générations fu-

tures. — Nous préconisons le bien-être de toutes les sensibilités, humains, animaux non humains, intelligences artificielles futures, formes de vie modifiées, ou d’autres intelligences à laquelle l’avance technologique et scientifique peut mener. — Nous permettons aux individus un large choix personnel sur la façon dont ils mènent leurs vies. Cela comprend l’utilisation de techniques qui peuvent être développées pour aider la mémoire, la concentration et l’énergie mentale, les thérapies de prolongation de la vie, les technologies de choix en matière de procréation, les procédures de cryogénération, et de nombreuses autres technologies de modification et d’amélioration possibles pour l’homme.

1998 <http://humanityplus.org/philosophy/transhumanist-declaration/>

Pour un post-humanisme positif

La seconde définition du transhumanisme proposée par la WTA en 2002 est « *l'étude des répercussions, des promesses et des dangers potentiels de techniques qui nous permettront de surpasser des contraintes inhérentes à la nature humaine ainsi que l'étude des problèmes éthiques que soulèvent l'élaboration et l'usage de telles techniques* ». Quoiqu'on en pense, cette préoccupation reste bien à l'esprit des plus entrepreneurs et explorateurs actuels de l'*human enhancement*. À la suite de Stephen Hawking en avril 2014, plusieurs personnalités remarquables comme Elon Musk ou Bill Gates ont exprimé publiquement leurs interrogations sur les risques d'une percée soudaine en intelligence artificielle qui ne serait pas maîtrisée (voir pages 16-17). Début 2015, le Forum de Davos identifie, dans son rapport *Global Risks 2015*, celui lié au mauvais usage de la technologie. La biologie de synthèse, les manipulations génétiques, l'intelligence artificielle, c'est-à-dire les principales recherches autour de l'Homme augmenté, sont des technologies pointées du doigt pour leur manque de gouvernance, de contrôle ou de régulation.

Concernant les intelligences artificielles par exemple, la crainte n'est pas tant qu'elles deviennent du jour au lendemain conscientes et agressives, mais que nous n'ayons pas su accorder à temps leurs objectifs avec ceux de l'espèce humaine. Une fois le génie sorti de la bouteille, explique le rapport, il n'est pas certain qu'on puisse stopper ces intelligences qui auraient des buts légèrement différents de ceux qu'on croyait leur avoir donnés. Elles utiliseraient les ressources qui leur sembleraient

nécessaires, et nous ne pourrions pas plus intervenir que les chimpanzés ne peuvent le faire actuellement contre nous.

Et sans parler de catastrophes qui découleraient d'un génie génétique mal maîtrisé ou d'un emballement nanotechnologique, il y a parmi les risques sur le chemin du posthumain, des menaces plus incidiées pour notre espèce. Il y a la perte en cours de route de notre humanité, il y a la marginalisation de l'Homme. Et celle-ci a peut-être commencé sans qu'on y prenne suffisamment garde, par le biais des algorithmes qui gèrent notre monde de données. Ce monde qui est l'essence même de l'ère numérique qui s'est ouverte, est gouverné par des algorithmes qui classent, proposent, portent à notre attention, décident, peu à peu normalisent nos rapports avec la machine et entre nous, et prédisent et organisent nos vies.

Pour tenir fermement la barre du projet *cyber*, pour éviter la dystopie d'un monde de machines qui, paradoxalement, nous libèrent et nous aliènent tout à la fois, il nous faut pas moins que repenser le projet humain. D'un tas de sable à l'autre, de l'humain au posthumain, il y a un chemin clair à explorer, nous dit Gilles Babinet, le « *chemin qui vise à renforcer ce qui caractérise l'humanité au-delà de la machine* ». Les machines y continueraient à nous servir, là où nous sommes uniques : l'art, la poésie, le sport, le rire, la spiritualité... Nous leur demanderions de nous aider à mieux nous connaître, et à augmenter et renforcer les configurations de nos cerveaux correspondant à l'altruisme, la bienveillance, la créativité et la sagesse.

Bibliographie & lectures complémentaires

Posthumanism, Transhumanism, Antihumanism, Metahumanism, and New Materialisms: Differences and Relations. Francesca Ferrando. 2013 <http://goo.gl/c2D0ak>

A history of transhumanist thought. Nick Bostrom. 2005 <http://goo.gl/8v5qoA>

Converging Technologies for Improving Human Performance. Mihail C. Rocco et William Sims Bainbridge [dir]. Arlington, Virginie, National Science Foundation, juin 2002

Technocorps. La sociologie du corps à l'épreuve des nouvelles technologies. Sous la direction de Brigitte Munier. Éd. François Bourin 2013

Le Corps, Nouvel Objet Connecté – Du Quantified Self à la M-santé : les nouveaux territoires de la mise en données du monde. Cahier IP #2, CNIL 2014

La société de l'amélioration. La perfectibilité humaine, des Lumières au transhumanisme. Nicolas Le Dévédec. Montréal, Liber, 2015

Sebastian Seung. *I am my connectome*. Ted-Talks 2010 <https://youtu.be/HA7GwKxfJBO>

Société humaniste ou eugéniste ? Deux visions du futur s'opposent à TEDxParis 2014 Laurent Alexandre / Alain Damasio. <http://goo.gl/vtphbQ>

L'humain augmenté. État des lieux et perspectives critiques. Actes, décembre 2012, Institut des sciences de la communication CNRS / Paris-Sorbonne / UPMC <http://goo.gl/IC0nd9>

Davos Global Risks 2015 <http://goo.gl/RWfz8K>

Big Data, penser l'homme et le monde autrement. Gilles Babinet. Le Passeur Éditeur. 2015

2 Augmenter l'homme, un projet transdisciplinaire

Si l'on s'accorde sur l'utilité de travailler à la modification de l'espèce humaine, les objectifs et les raisons invoquées peuvent en revanche être plus diverses. Qu'il s'agisse d'étendre le corps dans la noosphère, de l'hybrider avec la technologie ou de le transformer dans un projet posthumain, la question doit être posée à chaque étape du « *pour faire quoi* ? » C'est ce que nous explorons à présent, en partant du corps, un corps toujours présent, répa-

nable et améliorable, instrumenté et connecté, quantifié et en bonne santé, pages 10-13, puis en étudiant l'esprit, la complexité du cerveau humain et la possibilité d'en reproduire les capacités, pages 16-17, et enfin l'artefact, le robot algorithmique ou mécanique et la vie simulée, pages 18-19. Des principes économiques liés au projet transhumain, dont la dimension transdisciplinaire est exposée en fresque centrale, sont discutés pour finir pages 20-21.

Qu'augmente-t-on ?

- Vision dans les infrarouges ou les ultraviolets, odorat, vue perçante, perception des ultrasons, les animaux ont souvent des organes sensoriels plus développés que les nôtres. Que ce soit par des moyens génétiques ou électroniques *incorporés*, l'amélioration et l'augmentation des **sens existants** répondra à la recherche de super pouvoirs par des réponses personnalisées.
- Echolocation, sens électrique, boussole interne, la nature a également doté les animaux de sens que nous ne possédons pas. **Disposer de nouveaux sens** ou les procurer à nos robots est l'étape qui marquera la transformation de notre perception du monde. Et pourquoi pas un jour la télépathie ?

- Augmenter les **capacités physiques et cognitives**, c'est répondre à la demande du dépassement de soi, à la recherche sans fin de la performance. Être plus fort, plus résistant, mais également disposer de plus de mémoire et de matériel neuronal pour accueillir et traiter les données, de sens ultra développés, seront des points essentiels dans le développement de l'Homme augmenté.
- **La durée de la vie** n'a cessé d'augmenter depuis un siècle, même si des disparités importantes peuvent exister entre les pays. À ce rythme, l'espérance de vie pourrait atteindre entre 66 et 97 ans en 2100 selon les pays et dépasser les 100 ans d'ici 2300. C'est le résultat d'une mortalité infantile limitée, des progrès de la médecine et du niveau de vie. Cette augmentation de la durée de la vie peut à présent se poursuivre encore de manière volontariste, sans limite fixée. Elle a des conséquences sur les types de société à venir.

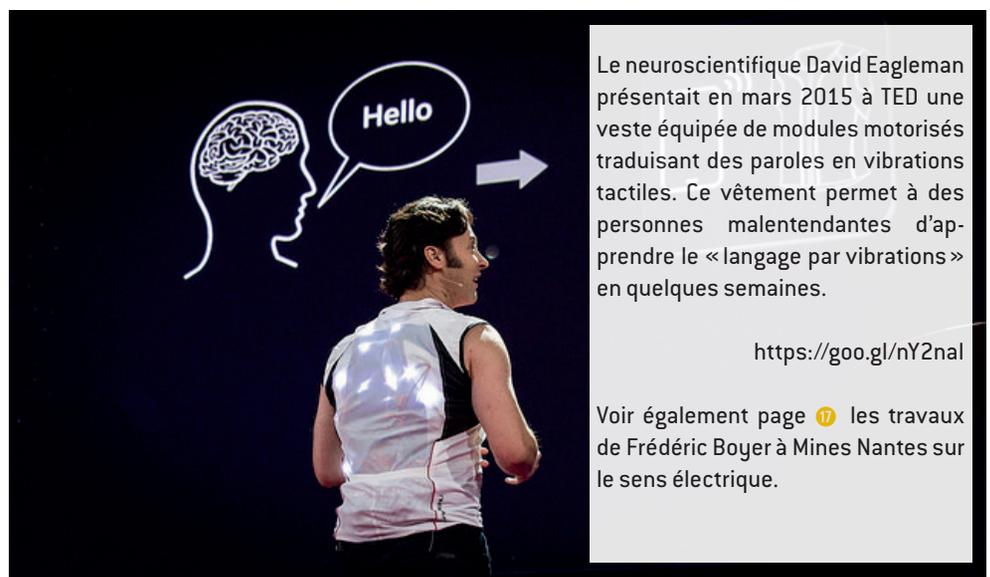
Doit-on tout confier à la technologie ?

Même s'il est indéniable que les technologies vont jouer une part importante dans les procédés d'augmentation, celle de l'Homme et celle de l'espèce humaine, interroger le degré avec lequel elles interviendront évitera de sombrer dans la dystopie de l'aliénation.

Le troisième volet de l'*human enhancement*, l'amélioration de soi, la recherche de son identité, l'accomplissement de soi, peut en effet s'atteindre par des pratiques dans lesquelles la technique ne resterait dans un premier temps qu'un auxiliaire. La formation, le sport, la méditation, l'expression orale, la danse sont certaines de ces pratiques.

L'*Humain augmenté*, sous la direction d'Édouard Kleinpeter, Les Essentiels d'Hermès, CNRS éditions 2013, et notamment :

- *Le corps artefact. Archéologie de l'hybridation et de l'augmentation.* Jacques Perriault
- *Homme augmenté et augmentation de l'humain.* Bernard Claverie, Benoît Le Blanc
- *De l'humain réparé à l'humain augmenté : naissance de l'anthropotechnie.* Jérôme Goffette
- *Transhumanisme : une religiosité pour l'humanité défaite.* Jean-Michel Besnier



Le neuroscientifique David Eagleman présentait en mars 2015 à TED une veste équipée de modules motorisés traduisant des paroles en vibrations tactiles. Ce vêtement permet à des personnes malentendantes d'apprendre le « langage par vibrations » en quelques semaines.

<https://goo.gl/nY2nal>

Voir également page 17 les travaux de Frédéric Boyer à Mines Nantes sur le sens électrique.

Du corps aux senseurs de la ville

Corps et société sont décidément intimement liés. Et comme les différents types de sociétés qui s'ouvrent à nous seront questionnés, les différents types de dispositifs techniques qui nous sont proposés doivent être socialement acceptables. L'exemple des Google glasses en 2014, rejetées par des non porteurs trouvant trop intrusifs les comportements des propriétaires de ces lunettes, a montré que cette acceptation ne serait pas immédiate et devait sans doute passer par des niches d'usages, par exemple professionnels, avant d'être aussi commune que le sont nos mobiles.

Connecter son corps, accepter de croiser des corps connectés et d'interagir avec eux, ne sera pas, en effet, un choix évident pour la première génération d'humains concernés. La confiance dans l'utilisation des données qui seront captées, utilisation par l'individu lui-même ou par les services auxquels il est relié, explicitement ou non, est un des enjeux principaux qui sera mis en avant et commence déjà à l'être. Une étude Forrester de 2014 interroge ainsi 4600 américains adultes, en mettant la question de la confiance au cœur: « *quels types de capteurs seriez-vous prêts à porter et utiliser, proposés par des marques en qui vous avez confiance, pour des services susceptibles de vous intéresser?* » Sans surprise, avec 42% des réponses, ce sont des capteurs au poignet, bracelet ou montre connectée, qui remportent les suffrages. Ils profitent en effet du capital confiance de la montre, dont l'usage est principalement réservé à son porteur. À l'inverse, avec seulement 18% des choix, les lunettes annoncent un changement de perspective, comme le relève la CNIL dans son cahier « *Le corps, nouvel objet connecté* ». Les capteurs des lunettes sont les mêmes que ceux d'un smartphone, mais « *elles voient tout ce que le porteur voit, alors que le téléphone ne voit que ce que son porteur lui montre* ». Il y a là deux différences: un objet qui peut enregistrer en permanence car il n'est plus nécessaire de faire le geste pour le mettre ostensiblement en situation d'enregistrer, et un objet qui peut être connecté en permanence. Les lentilles de contact obtiennent quant à elles un faible score de 6%, malgré leurs promesses de monitorer également des paramètres de santé. Elles seraient encore moins repérables que les lunettes et plus difficiles à justifier.

Les technologies prêt-à-porter

Cette prise de conscience qu'il est possible que mon interlocuteur soit un enregistreur continu et sans recours, va de pair avec une multiplication et une miniaturisation des capteurs qui permettent de les placer absolument partout, comme le rappellent régulièrement les observateurs des *wearable technologies*. On peut même affirmer que le développement actuel de l'Internet des objets, ce qui nous rend le plus sensible au déploiement en cours de ce monde pervasif, passe par les *wearables*, et l'imagination semble être ici la seule limite.

Capteur	Captation
Accéléromètres	accélération, capture de mouvement
Capteurs à effet Hall	champ magnétique
Capteurs à induction	présence, champ magnétique
Capteurs capacitifs	contact
Capteurs CCD	couleur, mouvement, vitesse, dimensions
Capteurs de pression	pression atmosphérique, tension artérielle, poids
Capteurs ILS	champ magnétique
Capteurs résistifs	contact, torsion, étirement
Diodes/Résistances	température
Gyroscopes	position spatiale, inclinaison, inertie
Microphones	niveau sonore, impulsion sonore, reconnaissance vocale
Photodiodes	présence, couleurs, distances, luminosité
Photorésistances	luminosité
Transducteurs ultrasons	distances, présences

Toutes les grandeurs physiques sont mesurables par quantité de capteurs.



[CC BY 2.0 Keoni Cahral, flickr]

Tous ces dispositifs peuvent être caractérisés par deux dimensions: leur facteur de forme, et les bénéfices qu'ils offrent à leur porteur. Ces derniers peuvent être eux-même divisés en trois catégories:

<i>vie quotidienne</i>	dispositifs qui améliorent ou simplifient les tâches quotidiennes
<i>divertissement</i>	dispositifs qui plongent l'utilisateur au cœur de la musique, de la vidéo, des jeux
<i>santé & bien-être</i>	dispositifs qui mesurent des données physiologiques et donnent des retours au porteur

La traduction du terme *wearable* n'est pas chose aisée. Opter pour le mot portable est ambigu, car il désigne déjà les ordinateurs portables voire les mobiles. Le choix de vestimentaire est parfois fait, notamment dans l'expression technologies vestimentaires. Ceci laisse malheureusement de côté les accessoires comme les lunettes, bagues, bracelets, ceintures... On trouve également dans la littérature la notion de technologies prêt-à-porter, qui a l'avantage d'englober vêtements et accessoires, et de souligner les caractères personnels et utilitaires de ces dispositifs.

L'Homme augmenté se déplace dans un environnement mixant lui aussi nature et technologie. La « ville sensible » est le nouvel avatar de la ville intelligente qui, notamment sous l'impulsion de designers, n'est plus seulement numérique ou durable, mais étend les perceptions et assure le bien-être de ses habitants et visiteurs.



[CC BY-SA 3.0 ISA Internationales Stadtbauatelier]

Augmented Human International Conferences

La première *Augmented Human International Conference* s'est tenue en France, à Megève, en 2010. Elle fait le constat alors d'un marché à venir de près de 900 millions de dollars d'ici 2020. Elle se déroulait en parallèle d'une rencontre sur les produits et services high tech adressant le bien-être dans le sport, avec force investisseurs. Les actes rassemblent des papiers sur les interfaces homme-machine, la réalité augmentée, les *wearables*, les exosquelettes... La sixième conférence s'est tenue en mars 2015 à Singapour et la prochaine revient dans les Alpes, à Genève.

<http://www.augmented-human.com/>

De nouveaux capteurs sont créés régulièrement. Fin mai 2015 Google annonce le projet *Soli*, une puce radar miniature de 9 mm de large, dans la bande des 60 GHz, développée pour détecter les mouvements de la main et des doigts...

<https://youtu.be/0QNizfSsPc0>

Un grand nombre d'entreprises se partagent les marchés de ces trois catégories, un panorama auquel il faut ajouter les entreprises spécialisées dans la sécurisation des données collectées, leur transport ou leur hébergement.

Acceptabilité sociale, facteurs de forme, services associés aux dispositifs, sécurisation des données de vie privée collectées... sont autant de défis qui doivent être confiés à des designers, une compétence essentielle quand il s'agit de travailler sur l'essence même de ce que nous sommes.

Car, au-delà de dispositifs techniques offrant un réel bénéfice pour le porteur, se dessinent deux évolutions : la possibilité d'étendre sa perception aux capteurs de la *ville sensible* – la mise en *open data* du territoire ouvre la voie à de tels services – puis à la planète entière ; l'accès à une connaissance plus intime des ressorts humains, à partir du moment où les capteurs du corps permettent l'interprétation des émotions du porteur.

Autonomie énergétique & fiabilité en question

Deux limites doivent être cependant dépassées avant de pouvoir nous plonger dans *Gaïa*. La première est la gestion de l'énergie. Une montre connectée qui a une autonomie de moins de 24h risque en effet d'être rapidement délaissée. Pour des raisons de coûts, de taille ou de poids, l'alimentation des capteurs embarqués dans des *prêts-à-porter* par de simples batteries ne suffit pas à apporter l'autonomie

souhaitée. Il est nécessaire de trouver cette énergie dans l'environnement, et les solutions sont nombreuses sur un corps humain qui se déplace. Gradients thermiques, vibrations mécaniques, effet triboélectrique (transfert d'électrons lors du frottement de deux surfaces), ondes lumineuses ou radiofréquences sont des sources d'énergie potentielles que l'on sait capter. Le tee-shirt connecté (page 4) collecte ainsi l'énergie des ondes radio, exploitant l'omniprésence du spectre électromagnétique. Il est également possible de récupérer de l'énergie par microgénérateurs piézoélectriques, à partir de la dilatation des tissus quand on respire... Il convient cependant de mixer ces sources d'énergie qui n'ont pas toutes la même fiabilité, et de s'appuyer sur une collecte multi-énergie cumulée.

La fiabilité est aussi celle des mesures effectuées par les capteurs. Des études récentes comparant des bracelets de mesure des fréquences cardiaques avec des équipements médicaux professionnels ont montré des différences nettes dues aux technologies utilisées (mesure optique pour les bracelets contre impulsions électriques pour les électrocardiographes). L'amélioration de la précision des capteurs et leur bonne utilisation (par exemple capture optique des battements de cœur au bout des doigts, plus transparents) résoudra ces problèmes à terme, mais se posent les questions de la certification des équipements, et de la responsabilité des parties prenantes dans les cas d'usage où la vie est en jeu, et notamment sur des maladies considérées aujourd'hui comme graves.

Un corps en bonne santé



FIGURE 2A

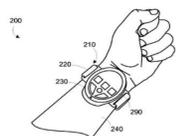


FIGURE 2B

Figures accompagnant le brevet de Google sur le bracelet tueur de cellules malignes.

À savoir : Les Big Data et les Identités numériques ont été traitées dans de précédents cahiers de veille de la Fondation Télécom.

Un brevet déposé par Google sur un bracelet susceptible de détruire un certain type de cellules cancéreuses a été rendu public début mars 2015. Des ondes radio, magnétiques, acoustiques, infrarouges sont utilisées pour viser les cellules à travers la peau dans le système vasculaire. Ces cellules auront été marquées au préalable par des nanoparticules magnétiques, avalées en pilule, ce qui fait l'objet d'un autre brevet. D'autres utilisations sont possibles, notamment dans la lutte contre la maladie de Parkinson. Ces recherches sont conduites par la division Life Sciences de Google X, qui a déjà en 2014 annoncé des lentilles mesurant le taux de glucose dans les larmes, destinées aux personnes diabétiques.

Il semble bien que l'utilisation conjointe des NBIC comme technologies et des *big data* pour l'analyse massive des données de santé va permettre à des grands de l'Internet de faire des percées en médecine qui pourraient être majeures. Mais si ces ruptures se précisent en ce qui concerne la maladie, qu'en est-il sur la mesure du bien-être ? C'est bien cette quantification de soi (*quantified self*) qui aujourd'hui intéresse les utilisateurs, même si elle reste perfectible dans sa fiabilité. Cette mesure du bien-être renvoie finalement à des modèles par rapport aux autres, par rapport à *la norme*... Comme on le voit, on glisse doucement de *mesurer* à *quantifier*. La CNIL (*op.cit.*) en sou-

ligne les nuances, qui sont essentielles à comprendre. Quantifier fait en effet exister sous forme de chiffres ce qui existait auparavant sous forme de mots. Ce processus nécessite de construire des équivalences et des conventions qui ne sont pas moins que des comparaisons par rapport à une norme (laquelle ?). Ces pratiques de numérisation introduisent incidemment deux ruptures : l'intégration dans les esprits qu'il existerait une norme à laquelle se référer ; la création par archivage d'un double de soi numérique qui à terme pourrait concerner la totalité de la vie et renvoie, là encore, aux notions d'éternité du posthumanisme.

La santé change de forme

La mesure de soi aux fins de mesure du bien-être ou d'une meilleure connaissance de soi, qui semblent être des objectifs louables, devient avec la quantification un phénomène qui pourrait nous faire considérer de manière complètement différente la médecine telle qu'on la connaît, la pratique, et l'enseigne aujourd'hui. Une fois cette constatation acquise, il ne sera plus possible de revenir en arrière. Il est donc important de s'interroger aujourd'hui sur ce que représente la santé, tant qu'il est encore naturel de se poser ces questions.

À cet égard, la représentation du handicap dans nos sociétés est riche d'enseignements. Il reste certes encore beaucoup de progrès

Réparer les humains



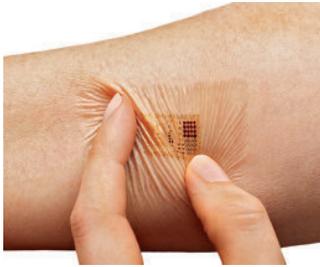
Nicolas Huchet fait partie en 2015 des 10 « Innovators Under 35 France » (organisé par le MIT et BNP Paribas)

Bien avant les lunettes de vue, l'homme a réparé ses membres avec des prothèses : on date ainsi de l'Égypte ancienne, entre 710 à 950 avant JC, les premières prothèses de doigts de pied ! Les techniques ont ensuite fait un bond en avant lors du conflit de la première guerre mondiale, jusqu'à aujourd'hui, où des exosquelettes couplés à des impulsions neuronales permettent à des invalides de retrouver le sens de la marche, mais à des coûts encore élevés.

Réparer nos corps comme nous réparons nos voitures, en allant changer des pièces, pourrait-il devenir une réalité accessible au plus grand nombre ? Oui, répondent certains : grâce à l'impression 3D. C'est dans le fablab de Rennes que Nicolas « Bionicohand » Huchet a ainsi trouvé l'écoute et l'assistance de *makers* pour

construire et améliorer sa main artificielle. Et l'impression 3D ne se limite pas à des exosquelettes, elle permet également de reconstituer des os (y compris le crâne), des vaisseaux sanguins, des valves cardiaques, des oreilles, de la peau synthétique, et bientôt des organes complets comme les poumons ou le cœur...

Le bien nommé projet EYE (*Enhance your eye*) envisage pour sa part la création d'yeux imprimés d'ici 2027. Si dans un premier temps la cible visée reste celle des personnes malvoyantes, les capacités de ces organes artificiels (vision augmentée, connexion au réseau, changement de couleur de la pupille...) pourraient intéresser également des personnes valides. L'œil sera-t-il le premier organe que des humains remplaceront volontairement ?



Le biostamp de MC10, un patch flexible et connecté qui suit les mouvements de la peau.

L'anthropotechnie et la médecine

Accomplissement de soi, maîtrise de sa santé, augmentation de ses capacités, recherche du bonheur, sont des procédés d'*human enhancement* qui doivent se distinguer des pratiques médicales. Le terme anthropotechnie est d'usage en français pour « désigner l'activité visant à modifier l'être humain en intervenant sur son corps, et ceci sans but médical ». L'Homme qui s'augmente n'est plus un patient face au médecin, mais un client face au praticien. Il demande de passer non pas d'un statut normal à un statut *amélioré*, mais d'un statut ordinaire à un statut *modifié*. Et ceci implique des considérations éthiques et déontologiques spécifiques et poussées.

à faire en matière d'accessibilité, que ce soit dans le monde physique ou sur les réseaux numériques, mais le handicap commence à ne plus être vu nécessairement comme tel, d'autant plus que sa définition englobe, assez justement, une grande partie de la population à un moment ou l'autre de sa vie. Ce changement d'état d'esprit est particulièrement visible lors des retransmissions d'épreuves handi-sportives, de plus en plus plebiscitées, certains athlètes handi-sport devenant des célébrités. Les techniques de réparation de l'Homme permettraient en théorie de pallier les handicaps, et c'est là où les débats commencent : tout le monde ne souhaite pas être réparé, pour certains le handicap peut constituer intimement son identité. Ainsi, pour Bernard Stiegler le handicap est un vice de forme à surmonter, quand pour Peter Sloterdijk il est constitutif de l'humain, et pourrait même être recherché car les invalides seraient les hommes de demain.

L'Internet des objets est un autre vecteur de changement dans la Santé, car il permet une médecine personnalisée, plus adaptée et plus économe : les équipements médicaux connectés, monitorés à distance, sont moins longtemps en arrêt technique ; les patients peuvent être redirigés vers des unités sous exploitées ; les produits et les principes actifs pourraient être délivrés avec la juste dose, en fonction des données des patients mesurées toute leur vie.

Une préoccupation quotidienne

Des études montrent que les *wearables* tels que les bracelets sont portés les six premiers mois puis ensuite délaissés. Mais une fois qu'ils auront commencé à sauver des vies, chacun voudra en porter et ne les enlèvera plus. Il faut cependant qu'ils sachent se faire plus discrets, sous forme de tatoos, de bandes mises sous les vêtements ou intégrées aux vêtements, ou de pilules ingérables. Cette discrétion est essentielle pour que les patients ne soient pas renvoyés constamment à leur maladie en voyant leur bracelet, qu'ils ne pensent plus à eux en tant que patient et n'épuisent pas leur énergie dans leur maladie. Outre la communication de données aux médecins, cet Internet des objets de santé peut même apporter des bénéfices au patient sous forme de *feedbacks*, ce qui est appréciable quand on sait que l'esprit peut rétroagir sur le corps pour aider à le soigner.

Les startups qui créent ces nouveaux dispositifs médicaux s'allient à des groupes pharmaceutiques et des cliniques pour mener des tests en vraie grandeur. Le *BioStamp* MC10 a ainsi été intégré courant 2014 dans des recherches sur de nouvelles thérapies neurologiques. À terme dispositifs médicaux du quotidien, ces *wearables* discrets vont pouvoir dès maintenant augmenter notre connaissance du corps et du cerveau sur des échantillons de population très étendus.

augmentée

À Télécom Bretagne, Chafiaâ Hamitouche est à l'origine avec ses équipes de systèmes de chirurgie augmentée. De ses discussions avec les chirurgiens elle a pu développer des solutions de préparation des opérations, sources d'économies, de meilleure maîtrise de leur geste et finalement, de bien-être pour le patient. Elle a notamment travaillé sur des prothèses adaptatives qui évoluent en fonction de la vie du patient. Celles-ci embarquent de l'électronique et des éléments mécaniques mouvants, permettant des réglages post-opératoires pour en ajuster le fonctionnement, la télémetrie ou la génération d'énergie in situ.

À Télécom Sud Paris, Mounir Mokhtari est spécialisé dans le domaine des aides

personnes âgées

technologiques pour pallier la déficience motrice (tétraplégiques) et cognitive (Alzheimer...). Responsable et fondateur du laboratoire HANDICOM (Handicap Engineering & Communication Lab.), chercheur CNRS au laboratoire IPAL de Singapour (Unité Mixte Internationale), il imagine avec une équipe franco-singapourienne des espaces de vie intelligents pour faire face à l'accroissement des personnes en situation de dépendance.

À Télécom Bretagne, André Thépaut dispose pour ce type de recherches d'un appartement-laboratoire où les patients et les praticiens sont mis en situation et observés, de manière à développer des dispositifs domotiques adaptés aux personnes âgées.

du corps

À Télécom Bretagne, Christian Person (op. cit.) est un des responsables du laboratoire WHIST, commun à l'Institut Mines-Télécom et Orange Labs, créé en 2009 et dédié à l'homme communicant et aux interactions entre ondes et personnes. Il a développé de longue date une recherche effectuée sur les effets sanitaires des ondes téléphoniques. Expert Cofrac (Comité français d'accréditation) pour la certification des téléphones, il s'intéresse à présent aux avantages de ces ondes. Par exemple en intégrant des antennes sur le corps, pour localiser précisément les parties du corps par la mesure des signaux radio émis, ce qui est l'objet du projet de recherche BoWI (body world interaction) mené au sein du Labex breton CominLabs depuis 2012.

En route vers la Singularité

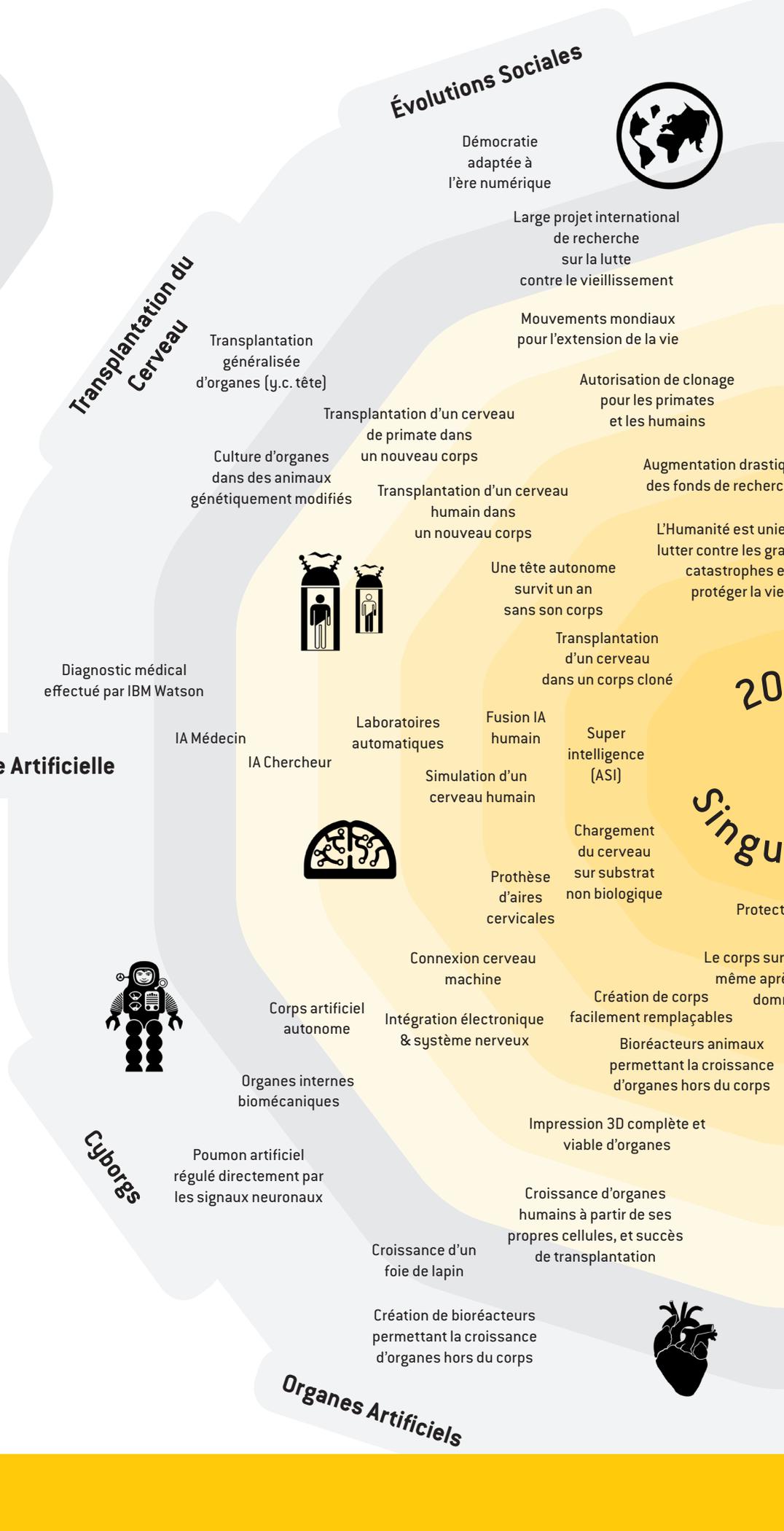
La Singularité (technologique) est l'idée selon laquelle, à partir d'un certain point de son évolution technologique, l'humanité entre dans une ère technologique inconnue à ce jour. Cette rupture technologique soudaine est souvent envisagée comme la conséquence du développement de l'intelligence artificielle jusqu'à une superintelligence supplantant le savoir et les compétences de l'ensemble de l'humanité. Il peut s'agir également de ruptures dans d'autres disciplines, et plus certainement de ruptures simultanées transdisciplinaires.

L'évangéliste : Raymond C. Kurzweil est l'un des théoriciens de la Singularité actuels, dont il voit l'horizon vers 2045. Il a contribué à populariser l'idée de Singularité à travers un livre publié en 2005, *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. Recruté par Google en 2010, il est cofondateur de la Singularity University, à la fois *think tank*, université et incubateur, dont le but est d'inspirer et former les futurs leaders qui s'attaqueront aux défis lancés à l'humanité.

<http://singularityu.org/>

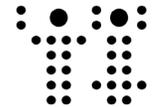
Le politique : Zoltan Istvan est le premier transhumaniste à se porter candidat à une élection nationale, et non des moindres puisqu'il s'agit des élections présidentielles américaines de 2016. Il apporte ainsi les sujets transhumanistes directement dans le débat public, et le *parti Transhumaniste* qu'il a monté pour l'occasion commence à faire des émules dans d'autres pays, dont la France.

<http://www.transhumanistparty.org/>





Bioinformatique : le transcriptome est l'ensemble des ARN issus de la transcription du génome. Le protéome est l'ensemble des protéines exprimées dans une cellule. L'épigénome est l'ensemble des modifications épigénétiques (influence environnementale) d'une cellule.



Cette figure est inspirée de la « *roadmap to immortality* » créée en 2013 par Maria Konovalenko (voir encart *Défi collectif* page 26). Ne sont gardés ici que les enjeux qui relèvent des sujets abordés dans ce cahier, les thérapies géniques, le clonage, la cryogénie, parmi d'autres, étant laissés de côté. De même, toutes les étapes de 2015 à 2045 telles qu'envisagées sur la figure initiale ne sont pas reproduites ici. On peut voir cependant les liens qui existent entre les différentes grandes causes qui se dirigent vers la Singularité, et l'importance dans tous les cas des recherches en sciences cognitives et en médecine.

En savoir plus : <https://goo.gl/SL345q>

Icônes // thenounproject.com // Zoë Austin / Simon Chil / Julien Deveaux / Cris Dobbins / Dan Hetteix / Darrin Higgins / Catherine Please / Diogo Trindade / Lucas Wicky //

Les sciences cognitives en tête

Le cerveau et la cognition en général tiennent une place particulière dans les recherches sur le transhumanisme et le posthumanisme. Il s'agit d'étudier l'organe biologique le plus complexe qui existe, à la fois pour le soigner (maladies d'Alzheimer, de Parkinson...), pour en comprendre les cas troublants (syndrome d'Asperger...), pour s'y interfacer avec des dispositifs électroniques, pour en augmenter les capacités par diverses technologies (électroniques, chimiques, géniques...), et pour éventuellement le dupliquer ou l'archiver.

La quête et la question centrale ici est celle de la *réalisation* d'une *intelligence artificielle* (IA). On vient en trois mots d'ouvrir un débat très animé. Pour commencer, qu'est-ce que l'intelligence ? Reprennant William James, qui le disait à propos de la conscience, l'intelligence est une chose dont « *le sens nous est connu tant que personne ne nous demande de le définir* ». Comme Michel Imbert (voir ci-dessous), il semble plus raisonnable de s'attacher non pas à définir l'intelligence, mais à en voir les preuves. Deuxièmement, une intelligence créée artificiellement par l'Homme doit-elle s'inspirer uniquement de l'intelligence humaine telle que nous la connaissons aujourd'hui ? Quid de l'intelligence collective des fourmis, quid de l'intelligence incarnée qui ne nécessite pas le recours aux neurones (voir encart à page 17) ? Comment prendre en compte des découvertes récentes démontrant que les neurones de la peau ne se contentent

pas de transmettre des signaux tactiles bruts au cerveau, mais également des informations sur la forme de l'objet ayant touché la peau, ce qu'on pourrait désigner par du « précalcul » ?

Car, et c'est le troisième point, nous en savons encore très peu sur le fonctionnement du cerveau, et nos modèles artificiels ne prennent pas en compte l'ensemble des cellules neuronales, les cellules gliales par exemple. Vouloir *réaliser* une intelligence artificielle *per se* relève peut-être encore de l'utopie en l'état actuel de nos connaissances. Il est en revanche possible qu'une [autre forme d']intelligence émerge de la mise en réseau de nos objets de l'Internet, capteurs, processeurs et bases de connaissances, une intelligence que nous ne constatons qu'à posteriori. Mais pour le comprendre, il faut d'abord décrire les différents stades des intelligences artificielles (AI) comme suit :

ANI (narrow)	AI faible, spécialisée dans un seul domaine (les échecs, mais nulle en cuisine)
AGI (general)	AI forte, comparable à un être humain, raisonne, résoud, apprend, planifie...
ASI (super)	Superintelligence, plus forte que les humains dans tous les domaines, y.c. créativité, sciences, culture générale, intelligence sociale...

aux cliques neurales

À **Télécom Bretagne**, **Claude Berrou**, membre de l'Académie des sciences et co-inventeur des turbocodes, mène depuis 2011 une recherche sur le cortex artificiel. Issu du monde des télécoms, il cherche à travers le projet européen *Neucod* à modéliser le cerveau humain par une approche inédite qu'il connaît bien : la théorie de l'information. « L'homme n'est qu'une étape dans l'évolution. Les machines pensantes sont peut-être la prochaine étape », estime-t-il. Partant du constat que le néocortex, ce « milieu de propagation qui permet à des processus biologiques de passer d'îlots de connaissances à d'autres », possède une structure très proche de celle des décodeurs modernes, il a développé avec son équipe multidisciplinaire des codes de représentation et de mémorisation de l'information qui peuvent expliquer pourquoi l'information mentale est robuste et durable, ouvrant des perspectives prometteuses en intelligence artificielle bio-inspirée.

Qu'est-ce que l'intelligence ?

Je n'essayerai pas, n'étant ni assez naïf ni suffisamment présomptueux, de donner de l'intelligence une définition liminaire formelle : pour s'entendre sur ce que cette notion recouvre, peut-être suffit-il de décrire ce qui fait tout être que l'on s'accorde à reconnaître comme intelligent. Il découpe le monde complexe dans lequel il vit en sous-ensembles plus simples, connaissables, et utilise cette connaissance pour décider d'une action adaptée et en planifier le discours. Le traitement par les systèmes sensoriels de l'information recueillie sur l'environnement est ce qui permet en premier lieu d'en structurer la connaissance utile. La planification, qui est le processus par lequel sont combinées les connaissances utiles pour décider du meilleur déroulement possible de l'action en vue d'atteindre un certain but, implique la capacité de représenter de façon flexible et

adaptative l'environnement. Cette capacité, qui n'est autre que celle d'apprendre, suppose l'assimilation de nouvelles informations, leur stockage et leur accommodation en vue de modifier les structures de connaissance, les stratégies perceptives et l'action. Cet apprentissage lui-même suppose, pour être efficace, la communication ; les informations doivent en effet circuler entre les structures de connaissance et les individus. Il ne fait guère de doute que le langage, moyen de représentation des connaissances et de communication par excellence, confère à notre espèce des propriétés remarquables et fait du cerveau humain le dispositif le plus intelligent jamais rencontré ou fabriqué. La perception, l'action finalisée, l'organisation conceptuelle, le raisonnement, l'apprentissage, la communication, le langage sont ainsi autant d'aspects que recouvre le concept de cognition. [Michel Imbert, 1992, *Introduction aux Sciences Cognitives*, éditions Gallimard, pp. 49-50]

Une superintelligence pour supplanter l'humanité ?

Une hypothèse, et une crainte, soulevée depuis 2014 à travers des interventions remarquées de Stephen Hawking, Elon Musk ou Bill Gates, est que d'ici quelques années une ASI pourrait émerger qui ne serait pas nécessairement bienveillante envers l'humanité, et que le chemin pour ce faire avait peut-être déjà été emprunté sans retour. La question serait de savoir comment rester l'espèce dominante face à l'IA le temps venu.

À l'inverse, et à l'instar des *big data*, des résultats bluffants en reconnaissance du contenu d'une image ou en reconnaissance vocale produisent un enthousiasme et un tapage médiatique excessifs. Yann Le Cun, directeur chez Facebook du laboratoire de recherche en IA, met en garde contre ces excès. Le spécialiste du *Deep Learning*, rappelle que les recherches en intelligence artificielle ont déjà traversé plusieurs hivers quand les acteurs de l'époque annonçaient des résultats qu'ils ne pouvaient réaliser. Ce fut ainsi le cas à la fin des années 90 avec certains types de réseaux de neurones artificiels qui ne dépassaient pas le stade théorique. Le chercheur alerte sur le risque de s'emballer à la suite de startups, d'investisseurs, qui pensent que l'on est proche de construire des systèmes aussi puissants que le cerveau, alors que nous en sommes encore loin.

Là où nous sommes aujourd'hui est un monde numérique rempli d'ANIs. Presque tous les domaines ont en effet été résolus ou sont en passe de l'être par des IA faibles, y compris la

conduite d'un véhicule ou la traduction simultanée. Les moteurs de recherche ne sont que de gigantesques ANI capables de trouver des réponses à nos questions. Le stade suivant, AGI, est plus difficile à atteindre, parce que paradoxalement il ne s'agit plus pour l'IA de s'attaquer à des problèmes que l'on résout en calculant, mais de problèmes que l'on résout sans même y penser, empreint de sa culture humaine, et fruit de millions d'années d'évolution, ou d'années d'apprentissage. C'est ce qu'on nomme le paradoxe de Moravec.



Un humain reconnaît tout de suite du givre, là où une machine voit un dégradé de gris.

Pour y arriver, il faut pour commencer des processeurs aux puissances de calcul comparables au cerveau (ce qui est déjà une manière abusive de comparer les deux systèmes) : l'ordre de grandeur serait alors de 10^{16} calculs par seconde. L'ordinateur le plus rapide au monde, Tianhe-2, calcule à cette vitesse, mais au prix d'une puissance de 24MW, là où le cerveau se contente de 20W.

La seconde obligation est bien sûr de rendre le système intelligent. Trois méthodes sont en lice : imiter très précisément le cerveau, obtenir un cerveau artificiel en imitant l'évolution, laisser à la machine le soin de résoudre ce problème. La première méthode suit actuellement

deux voies : s'inspirer de ce que l'on connaît du cerveau pour créer des algorithmes (réseaux de neurones artificiels, Machine learning, *Deep learning*...) capables d'apprentissage, si possible non supervisé ; ou créer un cerveau synthétique par rétro-ingénierie, c'est-à-dire l'analyser couche par couche jusqu'aux composants de ses cellules et reconstituer la complexité du cerveau par simulation (BlueBrain en Europe, BrainChip d'IBM...). Cette deuxième voie est encouragée par la simulation récente réussie des 302 neurones de locomotion du ver *Caenorhabditis elegans*. La deuxième méthode pour imiter le cerveau est de s'en remettre à l'imitation de l'évolution, via des algorithmes génétiques, sur la base d'un cerveau artificiel non abouti. La troisième méthode est plus inventive : construire une machine dont l'objectif est de faire de la recherche en IA et de se reprogrammer elle-même au fur et à mesure de ses découvertes. Et tout ceci pourrait effectivement arriver dans les années qui viennent, car les découvertes en IA permettent d'améliorer les techniques de recherche en IA.

Notre propre intelligence se transforme

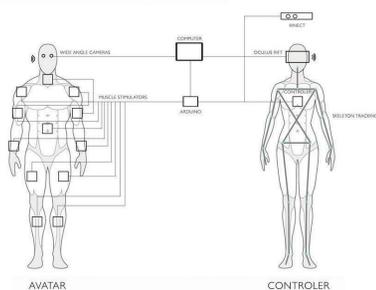
Il n'y a pas que l'IA qui s'améliore au contact du numérique, nos propres fonctions cognitives évoluent par le biais des interactions homme-machine. Il a ainsi été montré que la pratique des jeux augmente notre capacité à traiter des informations en parallèle, à analyser des scènes et à y être réactif, à élaborer et à vérifier des hypothèses quand il est nécessaire de construire une théorie du jeu dans lequel même les règles sont à découvrir, et que cela produit en outre un entraînement musculaire car l'aire corticale frontale – qui gère et anticipe le mouvement – est constamment sollicitée. La génération dite Z développe un cerveau qui est différent de celui de ses parents, et acquiert de nouvelles compétences cognitives. Demander à cette génération de participer à la création des AGI par le biais de jeux sérieux comme EyeWire au MIT (une plateforme pour repérer tous les neurones sur des images cérébrales) et la co-éduquer avec les AGI naissantes serait une voie prometteuse pour l'émergence d'une ASI utile à l'humanité. Car, au lieu de créer une intelligence imitant ce que nous sommes aujourd'hui, il serait plus... intelligent de la pousser sur ce qu'elle sait faire de mieux, l'aide à la décision, et co-évoluer avec elle. Cette ASI, que l'on craint aujourd'hui, sera, qui sait, ni totalement artificielle ni totalement naturelle.

ou l'intelligence incarnée

À Mines Nantes, Frédéric Boyer est un roboticien qui travaille selon une approche bio-inspirée. Il développe des robots qui ne nécessitent pas le recours au calcul informatique pour acquérir leur autonomie et explorent leur environnement grâce aux particularités de leurs corps, selon des principes dits de morphologie computationnelle. Cette robotique bio-inspirée reconsidère l'intelligence comme une propriété émergeant des interactions du

corps de la machine-animal avec le monde qui l'entoure : c'est l'intelligence incarnée. Elle ouvre la voie au développement de nouveaux sens, tant pour les artefacts que pour les humains. Parmi ceux-ci, le sens électrique, présent chez certains poissons, qui leur permet de naviguer dans des eaux sombres ou turbides. Un tel sens offre une représentation spatiale de son environnement complémentaire, qu'il peut être utile de posséder quand on évolue dans un milieu hostile.

La vie telle que nous la connaissons ?



Principe de prise de conscience à distance du corps de l'autre. Yifei Chai.

Qu'y a-t-il en commun entre deux des sessions scientifiques que l'on retrouve depuis la première édition à Megève des *Augmented Human International Conferences: Haptics and Exoskeletons* et *Augmenting Realities*? Dans les deux cas la proposition est de faire des expériences de vie nouvelles, soit à l'aide d'extensions mécaniques, soit par l'ajout ou la simulation d'informations, ou bien une combinaison des deux.

Réalité altérée

Qui n'a jamais voulu changer de corps pour expérimenter la vie dans un corps du sexe opposé, ou bien se projeter dans le corps d'un athlète? Sans aller jusqu'à ces fantasmes, expérimenter la vie d'une personne dépendante ou malvoyante, par des simulations physiques ou par le biais de jeux sérieux, peut aider le praticien à mieux comprendre le ressenti de son patient, à littéralement se mettre à sa place, à développer son empathie et donc à mieux prendre soin de lui. Combinant casques Oculus Rift et Kinect, Yifei Chai, étudiant à l'Imperial College de Londres, a construit un dispositif permettant de prendre le contrôle à distance d'une autre personne. Le possédé est bardé d'électro-stimulateurs sur les muscles tandis que le marionnettiste reçoit sur son Oculus les images filmées par le premier. Il va donc, dans son propre environnement, expérimenter les gestes du contrôleur, ses réflexes,

et vivre physiquement l'expérience intérieure de l'autre. La généralisation de ce dispositif pourrait permettre à chacun de comprendre la vie avec le handicap.

Petit à petit l'Homme projette sa pensée et ses intentions bien au-delà de son corps. La réalité immédiatement palpable de son environnement n'est déjà plus la même que celle de nos ancêtres. En cela la réalité mixte, qui désigne tout ce qui se trouve entre les deux extrémités du continuum de la réalité à la virtualité, est en train de faire faire un saut cognitif aux humains. Elle crée un monde, de plus en plus commun aujourd'hui, où les objets réels et virtuels non seulement coexistent, mais peuvent interagir les uns sur les autres. Avec l'Internet des objets qui multiplie les capteurs et les actionneurs dans le monde réel, et les interfaces cerveau-machine ou de vision augmentée, la manière dont nous interagissons et pensons le monde peut être radicalement changée. *Arcturus BioCloud* est un de ces projets qui rendent notre époque fascinante. Il combine robotique, biologie synthétique et intelligence artificielle, le tout dans un environnement *open source* et construit dans le *cloud*, pour permettre à des scientifiques, et tout un chacun, de conduire des expériences biotechnologiques, et de créer la vie dans un environnement sûr.

En savoir plus : <http://www.arcturus.io/>

Fusionner avec la machine

animés

À **Télécom Paris Tech**, Catherine Pelachaud travaille depuis plusieurs années à rendre la machine plus humaine... Les machines, même si elles font partie intégrante de notre quotidien, ne sont pas toujours accessibles et aisées à manipuler. Quand les humains échangent entre eux, ils utilisent toute une gamme de codes comme des hochements de tête, des intonations, des expressions du visage qui sont loin d'être insignifiants dans la conversation. « Développer un agent conversationnel animé, c'est modéliser cette communication », explique la chercheuse qui travaille à construire un agent virtuel autonome, capable de communiquer verbalement et non-verbalement. Ces recherches permettront un jour de communiquer naturellement avec un robot ou un être virtuel autonome.

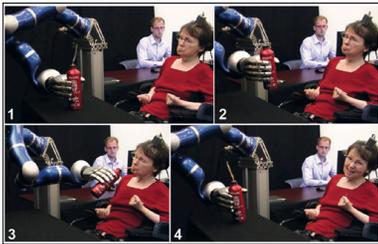
Dans le film *Avatar*, les humains côtoient des extraterrestres plus grands qu'eux, sur leur propre planète, et le font à travers des robots aux formes extraterrestres qu'ils pilotent en immersion dans une cuve sensorielle. C'est la seule manière pour être accepté, mais également pour éprouver le monde étranger tel qu'il est perçu par ses habitants. Cette fusion du corps, du cerveau et de la machine, temporaire puisque la déconnexion normale permet de réintégrer son humanité, est la solution pour vivre dans des conditions différentes. Elle permettrait à l'humain de se mouvoir en toute quiétude dans des environnements qui lui sont normalement hostiles : les grands fonds, l'espace aujourd'hui, et peut-être demain des milieux rendus hostiles, par la main même de l'Homme, en raison des changements climatiques.

Il a été montré de nombreuses fois que la plasticité du cerveau permet de réattribuer des zones entières à de nouvelles tâches. Cela est confirmé dans le cas de personnes ayant perdu un sens, cela peut être utilisé pour entraîner le cerveau à piloter directement des extensions robotiques. Les techniques sont aujourd'hui invasives (des micro-électrodes sont introduites dans le tissu cérébral), elles pourraient demain ne plus nécessiter d'opérations chirurgicales si l'on en croit les progrès effectués sur les casques cérébraux qui lisent et stimulent l'activité cérébrale. Une fois que ces derniers seront abordables et d'encombrement réduit, ils permettront à l'humanité de fusionner avec ses machines, mais également d'améliorer ses capacités cognitives propres, comme l'attention ou la concentration.

Faut-il craindre la perte de l'humanité ?

« Aujourd'hui la robotisation transforme très profondément notre façon de vivre, comme en son temps l'a fait l'imprimerie, ou la fourchette... », rappelle Bernard Stiegler dans une série d'interviews pour Arte début 2015. Le philosophe, critique des mouvements posthumanistes, estime « qu'on ne sort pas de l'humain, l'humain est un être qui se transforme » et cite l'anthropologue des techniques André Leroi-Gourhan qui montre à quel point l'homme du XVIII^e siècle, pourtant proche dans le temps, est très différent de l'homme contemporain.

<https://youtube.com/watch?v=fU1wx5sMwNs>



Bras robotique contrôlé par l'activité neuronale. 2011

Robots de métal & robots algorithmiques

Intelligences artificielles de type AGI, exosquelettes performants, les ingrédients sont à portée de main pour créer des robots anthropomorphes, ou pas, qui sont eux aussi une extension possible de l'humanité. Le philosophe Jean-Michel Besnier relève comme indice que le robot est devenu plus présent dans nos vies quotidiennes, le « *récit de certains démineurs en Irak ayant confessé la sympathie qu'ils avaient fini par éprouver pour leurs robots* ». Il y a là un fond d'animisme qu'on ne retrouvait jusqu'alors que dans une société comme le Japon très en pointe, comme on le sait, sur l'intégration des robots dans le quotidien.

Et ces robots ne sont pas seulement des robots de métal. Il a été question ces derniers mois de robots capables de créativité, rédigeant des livres, ou des milliers d'articles de presse lors de résultats d'élections. Ces possibilités étaient illustrées par des robots tapant sur des claviers, cachant complètement la réalité qu'il s'agit bien sûr de robots algorithmiques, c'est-à-dire de pre-AGI dont l'environnement se limite au seul monde numérique et n'a que faire de la réalité du monde physique.

Parmi les domaines où le robot est le plus acceptable, on trouve à nouveau celui de la santé.

Le robot anthropomorphe (page 29) devient le compagnon idéal pour les personnes dépendantes, sa force lui permettant également de pallier les difficultés pour se mouvoir. De son côté, le robot algorithmique, fort de l'accès aux bases de connaissances médicales, et aux capteurs implantés sur et dans le corps des patients, et prolongé par le robot physique dans la salle d'opération ou l'extension physique sur le corps, va tout simplement remplacer les médecins en l'espace de quelques années. Les lois de la robotique telles qu'imaginées par Isaac Asimov imprimées en lui, le robot bienveillant trouve sa voie comme assistant de l'humanité.

Les premiers robots qui coopèrent ainsi au bien-être de l'humain lui apportent aujourd'hui une aide sensorimotrice, soit en remplaçant le membre déficient, soit en portant le corps malade. Mais ils s'adressent de plus en plus aux besoins de communication des êtres humains, en reconnaissant les tons de voix, entendus ou à employer, ou les limites de proximité physique tolérables. En devant s'adapter aux capacités cognitives des patients, le robot va peu à peu apprendre à modifier son comportement en fonction de son interlocuteur, identifier les émotions, et finir par en éprouver pour affiner ses rapports avec l'humain. Là encore, une co-évolution douce va probablement s'effectuer, entre la machine actuelle, l'homme actuel, et leurs différentes formes de fusion.

Vers de nouvelles aventures humaines

De toutes les grandes aventures humaines à venir qui nécessiteront rapidement de s'interroger sur la nature des êtres humains y participant, l'exploration et la conquête spatiales en sont assurément une. Jusqu'à maintenant les astronautes sont durement *sélectionnés* pour supporter les contraintes physiques et psychologiques des voyages de longue durée. Demain ils pourraient être *augmentés* pour améliorer leur sens de l'équilibre et leur acclimatation à l'apesanteur.

Leurs combinaisons spatiales sont devenues au fil du temps des exosquelettes, jusqu'au siège de sortie extravéhiculaire de la navette spatiale. Mais elles doivent être plus légères et plus souples, comme une seconde peau, et c'est ce à quoi travaille le MIT en équilibrant les pressions

non plus par du gaz, mais grâce à des matériaux à mémoire de forme.

Ces recherches sont motivées par l'arrivée de l'Homme sur Mars. Mais comme le souligne Florence Porcel dans un TedX, elles trouvent d'ores et déjà des applications en dehors du domaine spatial : les sportifs (cf. d-shirt, page 4) et les militaires sont les premiers intéressés, mais à terme tout usage nécessitant plus d'autonomie et plus de performance. Un exemple : en intégrant des capteurs dans des vêtements issus de cette recherche spatiale, ces derniers pourraient en cas de détection d'hémorragie se contracter localement en garrot, en attendant une intervention plus poussée.

<https://youtu.be/7erAhED-nEQ>

computationnelle

À Télécom Bretagne, Francesco Andriulli mène une recherche transdisciplinaire, l'électromagnétisme computationnel, qui relève de la physique et des mathématiques appliquées, de l'ingénierie avancée et du calcul à haute performance. Au sein de son laboratoire, le TeleComPhysLab for Brain Research Applications, il s'intéresse au cerveau, « un milieu très compliqué pour qui veut comprendre les interactions électromagnétiques qui s'y déroulent ». Il mesure l'activité du cerveau à l'aide de 256 capteurs haute densité : c'est l'électroencéphalographie. Les mesures sont faites à la surface du volume du cerveau, et les mathématiques permettent de passer de la surface au volume. Des algorithmes nouveaux sont nécessaires pour traiter les données acquises, et c'est l'une des expertises qui font la différence de cette équipe.

Considérations économiques

“ La possibilité de choisir d'être ou non augmenté, temporairement ou non, réversiblement ou non, doit être une condition sine qua non de la création d'un marché des technologies augmentantes. ”

De la conquête spatiale à la lutte contre la maladie d'Alzheimer, de l'énergie bon marché aux véhicules autonomes, les entrepreneurs de l'ère numérique ont repris le rôle que des chercheurs et entrepreneurs de la fin du XIX^e siècle s'étaient donné : s'emparer des grands enjeux de leurs temps et offrir un nouveau souffle aux sciences et à la société en relevant des défis nécessitant des capitaux importants. Ces visionnaires créent des startups tous azimuts pour explorer les conditions techniques de réalisation de l'humanité augmentée. Par définition, ces startups cherchent également leur modèle économique, et on ne trouvera pas encore de chaîne de valeur ou de modèle, dans un monde qui est encore en pleine invention.

L'automatisation de la société qui s'accélère pose deux interrogations qui peuvent stupéfier nos contemporains : et si le travail n'était plus une valeur centrale de la vie ? et si l'argent tel que nous le connaissons n'était plus nécessaire d'ici quelques années ? C'est un monde qui serait possible dans une société quasi robotisée, dans laquelle le coût de l'énergie serait faible, le coût de construction des logements serait réduit, et la possession de véhicules rendue inutile sous le double impact de l'économie collaborative et de l'automatisation des véhicules, l'ensemble rendant les prêts, et donc les banques, moins nécessaires.

Il faut bien accepter que tous les métiers seront affectés. Les robots mécaniques et les robots algorithmiques vont remplacer l'agriculteur qui laboure son champ comme l'avocat qui se penche sur le droit du travail, le chirurgien qui opère de ses mains comme le médecin qui pose son diagnostic, le trader qui gère des comptes comme le chauffeur de taxi qui transporte ses clients.

Contraintes d'émergence d'un marché

Dans « *L'Humain augmenté* » [op.cit.], Bernard Calverie et Benoît Leblanc brossent quelques perspectives économiques utiles. Ils rappellent tout d'abord que les méthodes et les techniques d'augmentation doivent être examinées selon deux dimensions : leur accessibilité et leurs contraintes d'usage. Quand on observe les coûts d'accès aux derniers modèles de mobiles ou de montres connec-

tées, on peut craindre que ces phénomènes se produisent également pour l'accès aux dispositifs d'augmentation, mais cette fois avec des conséquences plus graves que la simple non-possession du dernier modèle. Il y aurait des hommes bien augmentés, et des hommes mal augmentés, et une nouvelle ségrégation pourrait s'établir entre ces deux classes. Les auteurs s'inquiètent également d'une « *frontière entre ces hommes augmentés et des hommes naturels, contraints économiquement ou politiquement de le rester* ». Ces derniers pourraient alors refuser cette augmentation au reste de l'humanité, non pas animés par des ressorts idéologiques ou religieux, mais par de simples ressorts économiques. Une idéologie « *techno-luddite ou bio-luddite* » est envisageable, qui fait référence au mouvement anti-industriel anglais au début du XIX^e siècle qui opposait de manière violente artisans et ouvriers craignant que les machines mettent en danger l'emploi.

Les contraintes d'usage peuvent apporter une deuxième difficulté au projet d'augmentation technologique, si on ne change pas nos comportements vis-à-vis des utilisateurs. Ceci s'opère selon deux dimensions. La première est celle d'une « *dérive sociale imposant des utilisations d'augmentation, pour la sécurité et le contrôle des hommes, pour l'accès au travail ou la maîtrise des conditions de travail* » et même pour l'accès à la culture, à l'information... Cette augmentation par la contrainte s'effectuerait sur les plus vulnérables d'abord, les personnes âgées, les futurs enfants, les personnes mal informées. La possibilité de choisir d'être ou non augmenté, temporairement ou non, réversiblement ou non, doit être une condition sine qua non de la création d'un marché des technologies augmentantes. L'obsolescence programmée actuelle de nos objets est la deuxième caractéristique de la société de consommation qu'il faut abandonner. Au-delà des logiques écologiques de ce choix, il ne paraît pas imaginable que des utilisateurs acceptent de s'augmenter en sachant qu'ils devront faire face à des obligations de maintenance, ou des coûts récurrents d'entretien. De même, les modèles économiques construits sur les abonnements ne semblent pas adaptés à ce qui deviendrait une part vitale de notre identité.

L'idéologie transhumaniste, telle qu'elle est majoritairement portée à l'heure actuelle, s'ac-



Un des projets de TechIsland au large de la Silicon Valley : <http://goo.gl/h5Y2og>

corde avec une vision libertarienne de la société. Les deux groupes ne veulent pas qu'on leur dise comment mener leurs vies, ils ne veulent pas de restrictions, ils veulent pouvoir exercer toutes leurs libertés. Pour les transhumanistes, ceci passe par la possibilité de mener toutes les recherches technologiques et scientifiques possibles. Et s'il ne leur en est pas donné la possibilité, certains envisagent de s'isoler sur des plateformes flottantes en dehors des eaux territoriales, pour mener à bien leur projet loin des contraintes juridiques ou idéologiques des nations. Jusqu'à mettre en péril l'équilibre des économies que ces super-riches financent ?

L'alliance entre super-riches et multitude

Car ce sont bien les super-riches qui financent aujourd'hui – et testent également, au risque d'en faire les frais – les recherches sur les technologies d'augmentation. Dans son ouvrage paru en 2015, *Humans 3.0 The Upgrading of the Species*, Peter Nowak estime dans son deuxième chapitre, consacré à l'économie, que l'humanité résoud à présent plus souvent le dilemme du prisonnier par une stratégie gagnant-gagnant que par le choix de la trahison. Sans se concerter explicitement, et donc sans doute sans débat de fond, les super-riches, les riches et les moins riches pourraient coopérer pour trouver ensemble les chemins de l'évolution de l'humanité. Les super-riches financeront, et parfois certains d'entre eux se paieront le luxe de faire des essais sur eux-même. La multitude moins aisée mettra à disposition ses corps et ses données physiologiques pour mieux connaître la nature humaine et guider les chercheurs, avec en retour l'assurance d'un accès à l'augmentation sous forme d'une commodité supplémentaire. La perte des emplois sera compensée par un revenu de base, et une répartition différente des temps de vie qui ne sera plus tournée vers la retraite, puisqu'à tout moment l'être humain disposera des fonctions cognitives et physiques pour exercer une activité créant de la richesse.

Le projet transhumaniste est encore mal connu, c'est pourtant un des enjeux sociaux-économiques majeurs des prochaines décennies. Il ne faudrait pas passer à côté de cette occasion unique de laisser derrière nous une économie construite sur la précarité et l'obsolescence.

Lectures complémentaires

Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. McKinsey 2013
<http://goo.gl/Oais21>

Quelle médecine pour l'homme augmenté ? Étude des enjeux philosophiques de l'anthropotechnie. Alexandre Klein. Université d'Ottawa. 2014 <http://goo.gl/JhtERf>

On a externalisé le corps humain. Alain Damasio. 2014 <http://goo.gl/74h9DM>

Applications de santé : que captent les capteurs ? Hubert Guillaud. Internet Actu. Janvier 2015 <http://goo.gl/zeLjEh>

Principes de design des technologies prêt-à-porter : Wearables, Tech Trends 2014. Deloitte University Press
<http://goo.gl/CNI2GS>

Humans 3.0 The Upgrading of the Species. Peter Nowak Lyons Press 2015

En France, on est effrayé par le transhumanisme. Usbek & Rica, décembre 2014
<http://goo.gl/Y6G3Z3>

The AI Revolution: The Road to Superintelligence. Tim Urban <http://goo.gl/pUECMO>

Francisco Varela : des systèmes et des boucles. Par Benoît Le Blanc, dans Hermès, La Revue n° 68, 2014/1 L'Autre n'est pas une donnée - Altérités, corps et artefacts
<http://goo.gl/qa8YoD>

La conquête du cerveau. Future Mag, janvier 2015 <http://goo.gl/bJ5v8E>

How does the mind arise from the brain ? H+ magazine janvier 2015
<http://goo.gl/GZN0cE>

Un jeu de rôle et des outils de médiation pour s'informer et discuter autour de la question de l'humain augmenté.
<http://www.jeudebat.com/nos-actions/humain-augmente/>

Les startups de la FrenchTech ne sont pas en reste, comme l'illustre en avril 2015 *The Amazing French-Tech*. Lunettes intelligentes, casques audio 3D, analyse du visage en temps réel, réalité virtuelle immersive et réalité augmentée, exosquelettes, main bionique, vêtements et accessoires (semelles, ceinture, tee-shirt, montre...) connectés, capteurs de données, cœur artificiel, recherche sur le cerveau artificiel, de nombreuses startups œuvrent dans le domaine de l'Homme augmenté.

<http://www.gouvernement.fr/amazing-french-tech>

Cependant, comme l'écrit Olivier Ezratty dans une analyse fouillée parue fin mai 2015, il est possible que nous soyons pourtant « en train d'observer passivement, une nouvelle fois, une stratégie non écrite de domination américaine des technologies à venir. » Il est temps de se réveiller et d'agir sur les leviers pour rattraper notre retard.

<http://goo.gl/z9onDg>

3

Quelles voies emprunter ?

L'Homme augmenté est-il acceptable ?

Parce qu'il se propose d'intervenir sur ce qu'est l'essence même de l'humanité, le projet d'Homme augmenté, qu'il soit transhumaniste, posthumaniste ou hyperhumaniste (voir page 26), porte avec lui son lot de craintes, d'incertitudes et de doutes. Il est probablement aussi une des réponses aux bouleversements profonds de la société et de l'environnement, en ce qu'il permet d'accéder collectivement à une conscience planétaire.

Pour en garder le contrôle, les citoyens doivent s'accorder sur **les valeurs** du projet, en définir ce qui est acceptable. Ils seront alors en mesure de **penser le posthumain** et d'en relever **les nombreux défis, techniques, juridiques, éthiques, philosophiques**. Il s'agit surtout d'un **défi collectif**, qui permettra aux humains de retrouver et d'augmenter en eux les valeurs essentiellement humaines de la solidarité, du partage, de l'empathie et de l'altruisme.

Décider de prendre en main sa propre évolution n'est pas un choix qui se fait à la légère. Même si chacun d'entre nous peut observer dans les progrès de la médecine, les avancées de la science génétique et les possibilités offertes par les technologies en général, que l'Homme intervient de plus en plus sur son propre développement, il n'est pas immédiat d'en considérer pour autant que cela pourrait être le projet central de l'humanité dans les décennies et siècles à venir. Ceux qui ont une réflexion sur le passage de l'ère industrielle à l'ère numérique, sur les changements profonds et peut-être irréversibles de notre environnement, sur les conséquences qu'ils commencent à observer dans leur vie personnelle, ceux qui pensent comme Darwin que ceux qui survivent sont ceux qui comprennent le mieux leur environnement et savent s'y adapter, ceux-là sont ouverts au projet transhumaniste tout en restant vigilants sur les manières de le conduire.

remarquée lors d'un TedX, intitulée : « *Le recul de la mort : Vers une immortalité à brève échéance ?* ». Il intervient depuis régulièrement dans les médias et les colloques pour poser la question de la limite entre le transhumain et le posthumain. Si le premier est acceptable, le passage brusque au deuxième est d'une toute autre nature. « *À défaut de bloquer l'émergence de toute forme d'intelligence artificielle, il faudra s'assurer que nous garderons l'essentiel : le rôle de chef d'orchestre. Nous devons réguler un monde qui aura la capacité de s'améliorer et de progresser sans nous. Nous devons veiller à garder le contrôle en érigant des règles de prudence élémentaires* », prévient-il. Le citoyen doit être éclairé sur les différents points nodaux du transhumanisme, pour pouvoir reprendre le contrôle.

En revanche, l'idée d'accélérer ce mouvement de l'évolution en le provoquant activement est rarement perçue comme raisonnable par ceux qui découvrent les objectifs transhumanistes pour la première fois. Ils sont dès lors plus facilement sensibles aux discours qui mêlent craintes, incertitudes et technophobies. Mais, comme s'adapter est une nécessité, ces craintes et ces peurs doivent être autant de défis qu'il faut reconnaître et dépasser. Entre enthousiasme béat et peurs irrationnelles, il convient de parler juste et de trouver les mots et les voies qui rendent le projet transhumaniste acceptable.

Premier point à considérer, *le rôle des entrepreneurs de la transition numérique et l'impact sur l'emploi*. Ces entrepreneurs sont de deux types, précise Laurent Alexandre. Des capitalistes du NBIC, intéressés par la rentabilité de leurs recherches, et des « *philanthropreneurs* » dotés d'une « *vision messianique cherchant à faire progresser la médecine et la science* ». Dans leur quête, ces entrepreneurs disruptent tour à tour les secteurs économiques de l'ère industrielle passée, et se disruptent eux-même. Uber attaque ainsi de front les taxis, mais est en passe d'attaquer ses propres chauffeurs en développant des offres de transport autour des véhicules automatiques. Il deviendra à terme socialement inacceptable de conduire sa propre voiture. De même, les robots chirurgiens remplaceront les chirurgiens, comme la plupart des métiers automatisables disparaîtront dans les années à venir à un rythme invalidant le concept de destruction créatrice Schumpeterien. Laurent

technologies

À Télécom École de Management, Pierre-Antoine Chardel est responsable de l'équipe de recherche interdisciplinaire « Éthique, Technologies, Organisations, Société ».

Professeur de philosophie sociale et d'éthique, il a coordonné en 2014 l'ouvrage Politiques sécuritaires et surveillance numérique (CNRS).

Il mène une recherche sur l'évolution des processus de subjectivation, des espaces politiques et des imaginaires sociaux dans les sociétés technologiques. Considérant que l'avenir de nos sociétés technologiques reste à écrire, il pose les questions de la préservation des libertés dans une société de la surveillance, de la lucidité à l'égard de l'innovation technologique et du développement d'une technocritique informée et émancipatrice.

Alexandre estime ainsi dans un entretien à l'Étudiant que « *seuls les plus intelligents, créatifs et adaptables s'en sortiront. C'est très darwinien et les jeunes sont livrés à eux-mêmes. Dans le futur, une grande partie de la formation sera de l'autoformation.* » Les MOOC sont dès lors l'outil idéal permettant d'assurer une formation pertinente, à jour et généralisée, pour aider une population entière à s'adapter en moins d'une génération au monde qui se construit.

Homme ou machine ? Que serons-nous et jusqu'à quel point ? Ce sont les questions qui se posent ensuite avec l'irruption dans le corps de nanocomposants, de modifications génétiques reprogrammables, de fusion entre l'intelligence artificielle et le matériel neuronal. De l'Homme conservé tel qu'aujourd'hui à l'Homme versé dans la machine, tout un champ de possibilités s'ouvre, avec son lot d'incertitudes. Celles relatives au Droit notamment : qui endossera la responsabilité d'accidents impliquant des véhicules connectés ? Comment les véhicules autonomes seront-ils programmés pour choisir qui pourrait être blessé, ou pire, en cas d'accident ? En cas de piratage et de prise de contrôle des éléments augmentés d'un être humain, quelle sera la part de responsabilité du porteur ? Un discours technocritique se fait ainsi jour parmi les philosophes. Si Jean-Michel Besnier désigne dans l'utopie posthumaine un

mépris de la part spirituelle de l'homme, « *un refus pathétique d'accepter que la mort donne son sens à la vie elle-même* », Éric Sadin demande dans sa critique d'une vie devenue algorithmique si l'humain doit tout confier aux machines, et quel niveau de délégation est encore acceptable. Comme le rappelle Pierre-Antoine Chardel (encart page 22), toute une génération de philosophes pose sur les technologies un regard à la fois critique et attentif. Ils nous aident à poser les termes nécessaires du débat. Heureusement, cette dépendance à la technologie qui risque de se retourner contre nos libertés, peut être pensée le plus en amont possible par des designers pour en éviter les effets délétères. Geoffrey Dorne s'interroge ainsi sur le contrôle que le numérique effectue sur notre corps : la machine pourrait prendre le contrôle du corps pour lui enseigner le geste exact, puis le geste efficace, puis lui éviter de penser aux gestes du quotidien, pour finalement mettre le corps en pilotage automatique et laisser l'esprit libre de penser, lire, jouer...

Inégalités, déséquilibres et divisions dans la Société sont l'écueil principal sur lequel il ne faut pas échouer. C'est là que se situe la véritable *fracture numérique*, une fracture entre deux groupes de la société, le premier ayant les moyens – intellectuels, techniques, financiers – d'évoluer vers la prochaine étape, lais-

sant sur le bord du chemin ceux qui ne les ont pas. Une fracture qui engendrerait deux groupes biologiques distincts, le plus évolué finissant par considérer l'autre comme... non-humain, et le considérant alors comme aliénable. Il faut être attentif aux signaux faibles qui préfigurent de tels schémas. À plus court terme, il faut prendre garde à ce que la quête de l'Homme augmenté ne fasse pas en réalité émerger également un *Homme diminué*. Aliéné par une surveillance numérique de tous les jours qui lui bride son imagination et ses capacités d'explorer, d'expérimenter, essentielles pourtant dans le cadre du transhumanisme. Dépassé sous une charge cognitive nécessaire à son hyperconnexion qui lui diminue en réalité ses capacités d'attention.

N'y a-t-il pas dans d'autres cultures des réponses à nos interrogations ? La question du posthumain est essentiellement discutée dans les pays occidentaux, dont elle est issue. La plupart des objections à l'idéologie de l'Homme augmenté soutiennent qu'il représente l'extrême et inacceptable tentative humaine de se substituer à Dieu. Mais ceci est valable dans les religions occidentales. « *De nombreux buts transhumains, comme la mort de la mort, vont à l'encontre des religions occidentales et leurs textes sacrés. Mais hindouisme, bouddhisme, et diverses autres religions orientales peuvent être propices pour le transhumanisme et ses objectifs* », relève Zoltan Istvan, fondateur du Parti Transhumaniste aux États-Unis. Confrontée à ses enjeux de surpopulation et d'accès à la médecine, offrant une grande liberté d'entreprendre et de chercher, l'Inde pourrait être parmi les pays où se développeraient le plus rapidement le débat d'idées et les réalisations concrètes, estime Istvan. De fait, entre les craintes technophobes et le poids de sa culture, les principes de précaution et ses capacités d'innovation, la France et l'Europe semblent pour l'instant en retrait du projet transhumaniste. Elles disposent cependant d'un atout, celui de posséder les fondements philosophiques qui leur permettent, comme l'explique le sociologue Nicolas Le Dévédec, de « *retracer de manière critique la genèse de cette aspiration, de l'humanisme des Lumières au mouvement transhumaniste* », et de penser le posthumain non pas d'un simple point de vue capitaliste ou messianique.

Un défi juridique

En Juin 2014, la Cour suprême a rendu dans l'affaire Riley c. Californie une décision selon laquelle les agents de police peuvent, sans mandat, fouiller les données d'un téléphone portable saisi lors d'une arrestation. Elle a considéré que « *les téléphones portables sont maintenant une telle partie omniprésente de la vie quotidienne qu'un visiteur de Mars pourrait conclure qu'elle est une caractéristique importante de l'anatomie humaine* ». Le cyborg est ainsi entré dans la jurisprudence américaine, même si c'est encore en tant que métaphore. Si les êtres humains ont des droits, et les machines sont encore liées à leurs maîtres, les débats publics sur les données, la vie privée, et la surveillance montrent que nous sommes peu à peu de plus en plus proches, voire liés avec nos machines, bien plus que

ne l'étaient l'agriculteur maniant sa charrue, le soldat portant son fusil, ou le pilote dans sa voiture. Nous devons dès lors examiner avec soin les principes de nos droits humains qui devront passer de nous, cyborgs balbutiants, aux cyborgs du futur. En considérant que : les cyborgs créeront de grandes masses de données ; ils recueilleront également de grandes masses de données, les transformant en auxiliaires de surveillance ; s'intéresser aux comportements d'une machine c'est s'intéresser aux comportements de son propriétaire, il n'y a pas de distinction possible. Nul doute que les lois actuelles sur le Renseignement contiennent en germe les futurs droits de l'Homme hybridé.

À lire sur *Our Cyborg Future, Law and Policy Implications*, 2014 <http://goo.gl/Dkzv8R>

Penser le posthumain

Des valeurs essentielles & des objectifs à court terme

Cofondateur en 1998 de la *World Transhumanist Association* (actuelle Humanity+) puis de l'Institut d'éthique pour les technologies émergentes, le philosophe suédois Nick Bostrom interroge en 2003 les valeurs nécessaires à l'établissement du projet posthumaniste. Celles-ci doivent permettre de l'explorer « *sans causer de dommages irréparables au tissu social ni l'exposer à des risques inacceptables* ». Le transhumanisme puis le posthumanisme créeront de nouvelles valeurs humaines, il est donc essentiel de partir d'un socle bien établi. De plus, les outils classiques d'exploration de nos valeurs, « de *basse technologie* », que ce soit l'éducation, la philosophie, la méditation, et leurs objectifs de se perfectionner ou de créer une société meilleure et plus juste, seront dépassés par les technologies avancées du transhumain, estime Bostrom. À la valeur première de *se donner les chances d'explorer les champs du transhumain et du posthumain*, le philosophe ajoute :

- *la sécurité totale* : en aucun cas les choix exploratoires ne doivent entraîner de risque sur l'existence de notre espèce, ou abîmer son potentiel de développement
- *le progrès technologique* : c'est lui qui permet l'émergence des avancées trans-

humaines, il va de pair avec et découle de la croissance économique et de la productivité.

- *l'accès à tous* : le projet posthumain ne doit pas être exploré par quelques élus, mais accessible à tous. Une certaine *urgence morale* implique également que cet accès soit rendu possible dans le temps d'une génération.

Ces quatre valeurs cardinales étant posées, Bostrom en ajoute une dizaine qui en émanent. Il s'agit d'une liste, non exhaustive, qui permet de mettre le projet transhumaniste en pratique. Parmi elles : *le libre choix d'explorer* telle ou telle voie, sans devoir se conformer à une norme, sans risque de se voir opposer des normes morales ; l'absolue nécessité de *faire ses choix en étant informé, et donc formé*, par le biais de recherches collectives, de débats, ou sur le plan individuel de techniques avancées pour comprendre et choisir ; la nécessité de règlements mondiaux, de *coopération internationale*, de paix globale, de disparition des armes de destruction massive ; *le respect et la tolérance généralisées*, de toutes les intelligences, les humains, les animaux, les êtres artificiels ; *le respect de la diversité*, celle des espèces et celle des choix de vie ; l'impérative nécessité de *prendre soin de la vie* et de sauver les vies.

Un défi technique

Les capteurs et les objets de l'Internet, qu'ils soient dans le corps, sur le corps ou à distance, portent plusieurs défis à relever. Le premier est de créer des capteurs donnant accès à de nouvelles grandeurs physiques, notamment pour permettre la création de nouveaux sens. Qu'allons-nous pouvoir faire, par exemple, une fois que nous aurons l'extrême sensibilité aux sons et aux vibrations des araignées ?

Le deuxième défi est celui de l'intégration des machines à nos cerveaux. Jusqu'à maintenant les interactions en entrée avec le cerveau se font en mode intrusif, mais il est à présent possible également de stimuler à travers la peau crânienne des aires précises du cerveau et influencer sur l'humeur de l'utilisateur. De tels dispositifs seront utiles avant que ne se déve-

loppent des nanocapteurs et nanoactuateurs capables d'agir sur des groupes de neurones spécifiques.

Le troisième défi est celui de l'intégration de tous ces capteurs entre eux, le système nerveux de l'Internet des objets. Il s'agit notamment de la 5G, avec comme premiers cas d'usages les voitures connectées et autonomes, et la télémédecine. Dans les allées du congrès mobile de Barcelone en mars 2015, il se disait deux choses : que l'Europe allait à nouveau être en retard et qu'il allait falloir lâcher du lest sur la neutralité du net.

araignées : <http://goo.gl/NolFHG>
capteurs neuronaux : <https://goo.gl/Vojr9S>
défi 5G : <http://goo.gl/txKa2b>

La robotique

À **Télécom École de Management, Gérard Dubey** analyse les relations entre l'homme et le robot et interroge les défis anthropologiques de la robotique personnelle. Avant le développement de ces « objets » à l'échelle industrielle, de nombreux défis aussi bien pratiques qu'épistémologiques sont soulevés. Ils doivent en effet agir à proximité d'êtres humains, dans leur environnement quotidien et personnel. Chacun étant différent, chaque pathologie étant différente, les robots d'assistance doivent être éminemment flexibles pour s'adapter à toutes les situations humaines possibles. Le sociologue s'est également intéressé aux représentations du robot anthropomorphe à travers la série télévisée *Real Humans*.

www.youtube.com/watch?v=f1pli7_Xfd8

“ Comment les idées et innovations transhumanistes peuvent-elles créer un monde meilleur dès aujourd'hui, pour des milliards de personnes sur Terre ? ”

Dix ans plus tard, lors du forum international de Davos en 2015, les participants réunis autour des grands défis et des technologies émergentes, soulignent à leur tour trois valeurs, individuelles et collectives, à développer.

- *l'empathie* : la capacité à comprendre ce que l'autre ressent, essentielle dans une société de la diversité qui veut assurer sa cohésion. Les technologies avancées doivent aider à la fois à maîtriser ces émotions qu'elles rendront encore plus accessibles, et à libérer du temps aux humains pour qu'ils se concentrent sur ces activités d'empathie.
- *le choix personnel* : les humains doivent pouvoir déterminer par eux-même leurs choix d'amélioration. Par exemple un nouveau-né doit naître vierge de technologies, car il ignore le droit qu'il a de choisir pour lui-même. Chacun doit de même pouvoir choisir le travail qui lui convient.
- *la responsabilité* : qu'elle soit collective ou individuelle. Les risques qui pèsent sur notre environnement, par exemple, ne permettent plus de se défausser sur les autres. Les technologies peuvent nous aider à éclairer nos choix, à comprendre en temps réel l'impact de nos décisions.

L'heure est à la réflexion sur une plus large dissémination de ces idées, comme en témoignent les sujets traités lors d'une conférence en mars 2015 dans la Silicon Valley, qui en soulignait le caractère d'urgence : Quels sont les objectifs du projet transhumain à court terme ? De quelle manière atteindre le grand public et placer ces idées au cœur des débats ? De quelle manière s'installer dans le milieu politique ? Comment les idées et innovations transhumanistes peuvent-elles créer un monde meilleur dès aujourd'hui, pour des milliards de personnes sur Terre ?

Et s'il est un sujet qui soulève de nombreuses questions aujourd'hui, c'est bien celui de l'intelligence artificielle, une IA non maîtrisée, devenue folle ou hostile, comme l'imaginait Nick Bostrom avec son IA spécialiste de la fabrication des trombones qui transforme la planète entière en usine à trombones. Stuart Russel, fondateur du *Center for Intelligent Systems* à l'Université de Californie, Berkeley, est à l'initiative en janvier 2015 de la lettre ouverte sur les risques liés aux IA signée depuis par plus de 300 personnalités. Il ne faut cependant pas voir cette lettre comme un appel à freiner brusquement toute recherche dans le champ de l'IA. Russel explique également comment les algorithmes d'apprentissage doivent être pensés pour apprendre les valeurs des humains et non pas créer leur propre référentiel. Les fonds collectés à cette occasion sont d'ailleurs destinés à travailler sur des IA bénéfiques pour les humains, dont les algorithmes sont pensés non pas pour les aliéner ou leur faire perdre leur libre arbitre, mais pour les assister dans leur quête d'amélioration. Cette question des algorithmes, leur fonctionnement, leur impact, doit être expliquée et enseignée dès le plus jeune âge, mais également dans les générations actuelles qui ne l'ont pas encore comprise. Résumée par la formule « *programmer ou être programmé* », la prise de conscience qu'il faut maîtriser ces algorithmes pourra faciliter une exploration conjointe, homme/machine, des connaissances. Andrew Ng (Coursera, Google Brain, Baidu...) estime ainsi que les processus de *deep learning* actuellement en pointe en IA qui sont fortement consommateurs de données, doivent inspirer les humains qui devraient, eux aussi, dans une logique d'*extreme learning*, assimiler tout au long de leur vie ces connaissances fondées sur les données, et faire évoluer leurs capacités d'apprentissage en regard.

Un défi éthique

Le débat éthique est au cœur des réflexions sur l'Homme augmenté. Il se pourrait même que l'éthique soit un des points qui ne puisse être délégué aux machines et soit notre part d'humanité. Pour Laurent Alexandre, « *aujourd'hui, il faut miser sur une grande culture générale et une grande culture éthique. Elles vont devenir fondamentales dans le monde qui vient. Si le droit est assez automatisable, le gisement d'emplois sur la réflexion éthique ne l'est pas.* »

C'est d'ailleurs par la médecine d'abord que les réflexions éthiques arrivent. Le docteur Bertalan Meskó, auteur d'un récent guide du futur de la médecine, fait la liste des questions éthiques soulevées par les technologies de rupture. Il en envisage déjà dix : le risque de piratage des dispositifs médicaux ; la défense

de notre vie privée et de celle des autres ; la valeur des tests et analyses faits à la maison ; les demandes de personnes saines souhaitant remplacer des parties d'eux-même ; les différences biologiques fondées sur des capacités financières différentes de leurs porteurs ; le bioterrorisme et le nanoterrorisme ; le décalage entre les avancées technologiques de la médecine qu'on voit dans les médias et ce qu'il est possible de faire effectivement dans l'hôpital de quartier ; la question même du transhumanisme ou du posthumanisme, philosophies difficiles à appréhender et qu'il faut prendre le temps d'analyser ; la sexualité devenue objet technologique.

Ethical Issues of The Future of Medicine: The Top 10, 2015 <http://goo.gl/uTGxss>

“ La condition transhumaine ne relève pas d'une transcendance de l'être humain, mais concerne son devenir non téléologique, dans un processus immanent de dérégulation anthropologique. ”

Keith Ansell-Pearson

à découvrir dans :
« Sport & Humanités »
Pascal Taranton
<https://vimeo.com/111918723>

Explorateurs du posthumain

Les grands acteurs de l'Internet ont pris plusieurs longueurs d'avance en ayant accès aux données de nos comportements. Dans un pays comme la France où la culture verticale est encore très présente, où les transformations dans les entreprises sont longues à mettre en place, le rattrapage d'innovation viendra plus des startups que des grands groupes, mais peut-être qu'il ne viendra pas uniquement d'une surenchère dans les technologies. Les racines des Lumières doivent nous rappeler que nous devons nous concentrer d'abord sur l'humanité. Que l'objectif n'est pas de construire des stratégies numériques, mais de construire des stratégies dans un monde numérique. Il faut prendre un nécessaire recul pour envisager le panorama dans sa globalité, dans ses transversalités, dans ses transdisciplinarités, et dépasser tous les clivages. Entrepreneurs, chercheurs, penseurs, politiques, citoyens tous ensemble pour retrouver une capacité à penser le monde avec une vision haute.

Joël de Rosnay, scientifique et prospectiviste, écrit depuis longtemps sur *l'Homme symbiotique*, et sur un macro-organisme planétaire qu'il nomme le *Cybionte*, produit du mariage de la cybernétique et de la biologie. Pour lui, le transhumanisme tel qu'il se révèle actuellement relève d'une démarche élitiste, égoïste et narcissique. Il lui préfère une autre voie qu'il appelle *l'hyperhumanisme*, une voie qui permet

« la symbiose intégrée et collective avec les machines ». Selon cette approche, ce sont les valeurs et les caractères humains qui seront augmentés et « encore plus humains que ne l'a produit l'évolution ». En faisant disparaître la compétition, la concurrence, et les autres mécanismes qui ont poussé l'humanité dans les méandres de l'individualisme, les technologies pour l'hyperhumain lui permettront de développer des dimensions aujourd'hui inhibées, comme la coopération, le partage, le respect, la solidarité, la fraternité, l'empathie, l'altruisme, autant de valeurs qu'on retrouve bien dans les textes fondateurs de Nick Bostrom.



Finalement, ce que trouvera l'Homme dans sa quête d'augmentation, s'il réussit, c'est se dépasser lui-même en tant qu'individu et accéder à une perception intime du collectif. Ce n'est ni plus ni moins l'émergence d'une conscience planétaire, Cybionte, Noosphère ou Gaïa. Francisco Varela, spécialiste s'il en est de l'émergence de la conscience, expliquait que le monde n'avait pas de couleur définie, animaux, et humains selon les époques, percevant le monde en trichromie, quadrichromie ou pentachromie. Tous les modes de perception sont utiles à la conscience pour comprendre le monde où elle s'incarne. C'est ce que nous devons faire à l'échelle collective pour comprendre le monde qui évolue avec nous, et lui donner tout son sens. ■

Un défi collectif

Projet éminemment transdisciplinaire, le transhumanisme est également un projet collectif pour l'Humanité qui doit rassembler chercheurs, entrepreneurs, penseurs, décideurs, citoyens... C'est également une chance unique, compte-tenu de la variété des disciplines convoquées, et une nécessité absolue, de donner une place égale aux femmes et aux hommes dans le débat et dans la recherche. Ce pourrait être une voie royale pour les femmes qui sont encore en minorité dans les acteurs en vue de l'ère numérique. On les trouve d'ailleurs aujourd'hui en pointe sur les questions de longévité et d'immortalité. Parmi les figures féminines du transhumanisme, se trouve ainsi Martine Rothblatt, transgenre et fondatrice de Sirius Satellite Radio et CEO de United Therapeutics,

une entreprise de transplantation d'organes. Elle a créé une organisation à but non lucratif dédiée au chargement, espéré un jour, de l'esprit dans la machine. Aujourd'hui, cependant, les personnes ne peuvent que charger les activités qu'ils ont dans les réseaux sociaux.

Maria Konovalenko et Anna Kozlova poursuivent une autre voie vers l'immortalité, celle de préserver sa santé et son corps jusqu'à ce que des techniques futures permettent d'aller plus loin. Jeunes chercheuses en biologie et en chimie installées dans la Silicon Valley, elles lancent en mai 2015 une opération de financement participatif pour rédiger le *Longevity Cookbook*.

<http://goo.gl/3VKnn6> – <https://goo.gl/DyYwjQ>

Références & lectures complémentaires

Laurent Alexandre : <http://goo.gl/YZ00sP> & <http://goo.gl/5ZGsDQ> & <https://youtu.be/KGD-7M7iYzs>

Transhumanisme en Inde, entre foi et modernité : <http://goo.gl/k757i7>

Nick Bostrom, *Transhumanist Values*, [in Ethical Issues for the 21st Century, ed. Frederick Adams] : <http://goo.gl/NOUf2p>

Stuart Russel : <http://goo.gl/GH0j4M>

Joël de Rosnay : <http://goo.gl/mbxF28>

Francisco Varela : <http://goo.gl/IXKXcG>

Glossaire

Anthropotechnie : activité modifiant l'être humain en intervenant sur son corps, sans but médical.

Bioconservateurs : opposants au transhumanisme. vs. **Biolibéraux, bioprogressistes** : enthousiastes des progrès NBIC.

Conférences Macy : à l'initiative du neurologue Warren McCulloch entre 1942 et 1953, elles réunissent un groupe interdisciplinaire pour établir une science générale du fonctionnement de l'esprit.

Connectome : plan complet des connexions neuronales dans un cerveau.

Cybernétique : proposé en 1947 par le mathématicien américain Norbert Wiener pendant les conférences Macy pour désigner les domaines naissants de l'automatique, de l'électronique et de la théorie mathématique de l'information.

Cyborg : contraction de « cybernetic organism », mi-homme mi-mécanique.

Démiurgique : δημιουργός, de démos, peuple, et ergos, travail. Platon définit le démiurge comme le dieu qui organise le monde à partir de la matière originelle. Pouvoir créateur.

Deep learning : classe d'algorithmes de machine learning, fondée sur des modèles à nombreuses couches de réseaux de neurones. Pour une classification des algorithmes de manipulation des données, voir le cahier de veille Big data, page 17.

Homme diminué : résultat malheureux où l'Homme aurait plus à perdre qu'à gagner des conséquences du transhumanisme.

Huxley (Sir Julian Sorell) : est un biologiste britannique (1887-1975), connu pour ses ouvrages de vulgarisation sur la biologie et l'évolution, et premier directeur général de l'Unesco en 1946. Son grand-père, Thomas Henry Huxley, biologiste également, était un collègue et partisan de Charles Darwin. Il est également le frère de l'écrivain Aldous Leonard Huxley, l'auteur de l'ouvrage de science-fiction Le Meilleur des mondes.

Humanity+, World Transhumanist Association (WTA) : Fondée en 1998 par les philosophes Nick

Bostrom et David Pearce, la WTA est une organisation non gouvernementale mondiale qui œuvre à la reconnaissance du transhumanisme par le milieu scientifique et les pouvoirs publics. Elle devient Humanity+ en 2008, et publie le trimestriel H+ magazine.

Human enhancement : la terminologie anglophone pour désigner l'augmentation / l'amélioration de l'Homme. Discussion de ce terme en partie I, au centre de chaque page impaire.

Loi de Moore : loi empirique énoncée par Gordon Moore faisant le constat que la complexité de composants double tous les ans à coût constant, et prolongeant ce constat pour prédire l'évolution de venir. Moore a énoncé deux lois de ce type.

Luddites : membres du mouvement violent qui opposa au Royaume-Uni en 1811-1812 des artisans contre les employeurs et manufacturiers qui préféraient l'emploi de machines pour travailler la laine et le coton. On croise aujourd'hui des **néo-luddites**.

Manifeste des généticiens : texte présenté par 22 généticiens (dont Huxley), pour un « eugénisme de gauche », lors du septième Congrès International de Génétique qui s'est clôturé à Edinburgh trois jours avant la déclaration de la Seconde Guerre Mondiale.

Méliorisme : doctrine selon laquelle le monde tend à s'améliorer ou peut être amélioré par l'effort de l'Homme ; tendance à s'améliorer.

NBIC : Nanotechnologies, Biotechnologies, Informatique et sciences Cognitives. Voir page 5.

Noosphère : néologisme introduit en 1922 par Pierre Teilhard de Chardin pour désigner la sphère de pensée humaine. Voir aussi : **Cybionte**, macro-organisme mixant cybernétique et biologie, proposé par Joël de Rosnay (page 26) ; **Gaïa**, planète présente dans le cycle Fondation d'Isaac Asimov, en phase empathique avec ses habitants.

Posthumanisme : voir discussion encart page 5.

Prométhée : Titan qui crée les Hommes à partir d'eau et de terre, et qui vole le « savoir divin », le feu sacré de l'Olympe, pour le leur offrir.

Travailler avec l'Institut Mines-Télécom

Ce cahier de veille met en avant des contributions d'enseignants chercheurs de l'Institut Mines-Télécom sur certains des nombreux axes de recherche et de réflexion sur l'Homme augmenté. Un séminaire transdisciplinaire complètera cette publication après l'été 2015.

Des documents complémentaires sont disponibles sur la partie réservée aux partenaires sur le site de la Fondation Télécom.

Singularité technologique : point hypothétique dans l'évolution de notre progrès technologique, à partir duquel la croissance technologique passe à un ordre supérieur, non descriptible à ce jour. Le terme fait référence à la singularité gravitationnelle engendrée par un trou noir, au-delà de laquelle la lumière, et donc l'information, ne passe plus.

Synecdochique : de synecdoque, une métonymie (la partie pour le tout, l'espèce pour l'individu...) particulière dans laquelle les termes liés ont une dépendance matérielle ou conceptuelle.

Technocorps : néologisme proposé par Pierre Musso pour désigner un corps technologisé.

Transbémisme : de bème, construit sur gène, et même. Un même est un élément culturel, reconnaissable, qui est répliqué et transmis par l'imitation du comportement d'un individu par d'autres individus. Proposé par Martine Rothblatt (voir encart page 26), un **bème** est un élément de personnalité reconnaissable, répliquable, transmissible : sentiments, croyances, attitudes, valeurs...

Transhumanisme : voir discussions encart page 4.

Ville sensible : traduction actuelle préférée pour Smart city, mettant l'accent sur la profusion de capteurs et l'adaptation de la ville à son environnement.

Wearable technologies : anglicisme pour désigner les vêtements et accessoires connectés. Voir discussion en encart haut de page 11.

WTA : voir Humanity+.

Les cahiers de veille de la Fondation Télécom

Les cahiers de veille de la Fondation Télécom sont le résultat d'études menées conjointement par des enseignants-chercheurs de l'Institut Mines-Télécom et des experts industriels. Chaque cahier, qui traite d'un sujet spécifique, est confié à des chercheurs de l'Institut qui réunissent autour d'eux des experts reconnus. Tout à la fois complet et concis, le cahier de veille propose un état de l'art technologique, et une analyse tant du marché que des aspects économiques, sociologiques, juridiques et éthiques, en mettant l'accent sur les points les plus cruciaux. Il se conclut sur des perspectives qui sont autant de pistes possibles de travail en commun entre les partenaires de la Fondation Télécom et les équipes de l'Institut Mines-Télécom.



Avec le soutien de:
Alcatel-Lucent, BNP Paribas et Orange,
partenaires fondateurs de la Fondation Télécom

Et Accenture, Airbus Defence & Space, Solucom,
Sopra Steria, Thales et Streamwide

Fondation Télécom

46, rue Barrault – 75634 Paris CEDEX 13 – France

Tel.: + 33 (0) 1 45 81 77 77

Fax: + 33 (0) 1 45 81 74 42

Directrice des opérations et des programmes
audrey.loridan-baudrier@fondation-telecom.org

www.fondation-telecom.org

