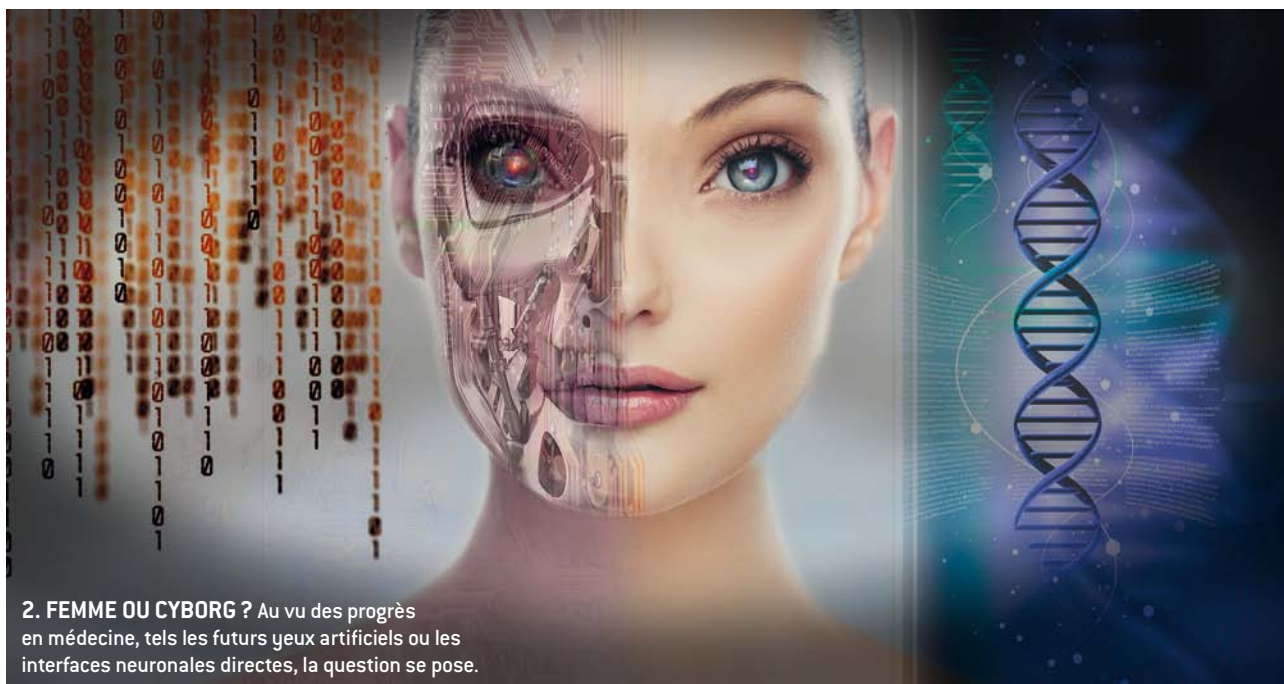




2. FEMME OU CYBORG ? Au vu des progrès en médecine, tels les futurs yeux artificiels ou les interfaces neuronales directes, la question se pose.

Dans la série *L'homme qui valait trois milliards*, Steve Austin, astronaute devenu pilote d'essai, est mutilé après un crash. Son œil gauche, son bras droit et ses jambes sont alors remplacés par des prothèses coûteuses qui font de lui un homme « augmenté ».

Il a plus de chance qu'Alex Murphy, ancien policier déclaré cliniquement mort à la suite d'un attentat, mais soigneusement réparé et transformé en Robocop. Ce dernier semble plus près de la machine que de l'homme. Il ne sert alors plus que les intérêts d'une société hypersécuritaire et corrompue : sa mémoire a été effacée et son cerveau est connecté en permanence à la base de données des fugitifs recherchés par la police. Mais, étrangement, ce cyborg fait encore preuve de sentiments humains et se révolte.

Cyborg malgré lui

Cette fiction rappelle celle, véridique, de Johnny Ray. Cet homme souffrait du syndrome d'enfermement (une paralysie totale) après une attaque cérébrale. Le neurologue Philip Kennedy l'a opéré en 1997 et a implanté dans son cerveau une « interface neuronale directe », c'est-à-dire une sorte d'électrode qui transmet aux muscles le signal électrique émis par le cerveau. Le patient a retrouvé une partie de sa motricité jusqu'à son décès en 2002. Les travaux sur les interfaces neuronales ont bien avancé depuis, si bien que l'on parle maintenant de « neuroprothèses » capables de restaurer l'ouïe, la vue et certains

mouvements : il s'agit de rendre à des patients certaines de leurs capacités perdues à la suite d'une maladie ou d'un accident. Ces prothèses, qui raccourcissent la chaîne cerveau-nerfs-muscles et réduisent parfois de plusieurs dixièmes de seconde le temps de réponse, intéressent aussi les militaires : l'armée américaine effectue déjà des recherches dans le but d'améliorer les performances de ses troupes.

L'accélération des capacités techniques, la convergence entre nanotechnologie, biotechnologie, sciences cognitives et techniques de l'information rendent plus crédibles l'hypothèse d'une humanité profondément modifiée par la technique. Cette tendance est encouragée par le mouvement transhumaniste qui promeut la fusion entre l'humain et la machine, d'abord pour réparer, puis pour transformer et augmenter. Mais comment s'assurer qu'un tel monde ne creuse pas des inégalités entre ceux qui ont accès aux techniques et les autres ?

Aujourd'hui, deux aspects techniques semblent encore séparer les cyborgs des hommes. Les premiers sont incapables de générer la totalité de l'énergie nécessaire à leur fonctionnement : après chaque mission, Robocop doit revenir dans son laboratoire pour se recharger. Le T-800, modèle initial du Terminator, est censé, grâce à une « batterie nucléaire à iridium », être autonome pendant au moins trois ans. Mais vu la demi-vie courte de l'iridium 192 (74 jours), il aurait été plus adapté d'utiliser une bat-

terie au plutonium 238, déjà employée dans les générateurs thermoélectriques des sondes spatiales et dont la demi-vie est proche de 88 ans. Cependant, ce dispositif n'est pas assez compact pour loger dans le torse du Terminator.

Autre différence essentielle entre le vivant et les cyborgs : les derniers ne sont pas capables de se reproduire en totalité d'une manière indépendante – même si aujourd'hui une imprimante 3D, donc un robot, peut créer des pièces détachées de robot.

Si l'on peut se demander à partir de quel seuil de technologie – et de tolérance – l'homme allié à la machine perd son identité humaine, la question se pose aussi dans l'autre sens : si l'intelligence artificielle devient vraiment performante, à partir de quand une hypothétique machine intelligente deviendrait-elle humaine ? Dans l'excellent manga *Ghost in the Shell* (Masamune Shirow, 1989), certains androïdes – robots de forme humaine – prennent conscience d'eux-mêmes et, désespérés, se suicident. Et Philip K. Dick de nous rappeler, dans son roman devenu référence *Les androïdes rêvent-ils de moutons électriques ?* (1966, adapté à l'écran par Ridley Scott en 1982 sous le titre *Blade Runner*), que des robots doués de compassion valent peut-être mieux que de cupides et égoïstes humains... ■

J.-S. STEYER est paléontologue au CNRS-MNHN, à Paris. R. LEHOUCQ est astrophysicien au CEA, à Saclay.

ART & SCIENCE

Mondrian et les arbres

Une méthode de visualisation de données rend hommage au peintre néerlandais, célèbre pour ses compositions abstraites. Elle est fondée sur l'idée d'arbre, un motif essentiel dans l'évolution de l'œuvre de Mondrian.

Loïc MANGIN

Depuis le 16 octobre 2014 et jusqu'au 15 avril 2015, l'Académie américaine des sciences, à Washington, propose une exposition étonnante. L'une des œuvres exposées est représentée sur la page ci-contre. Une composition du peintre néerlandais Piet Mondrian (1872-1944) ? Pas tout à fait. Même si la ressemblance avec, par exemple, l'œuvre *Composition C (n° III)* avec rouge, jaune et bleu est évidente, il s'agit de bien autre chose. En fait, l'exposition, intitulée *Every AlgoRiThm has ART in it: Treemap Art Project*, est dédiée aux réalisations de Ben Shneiderman, qui est... professeur émérite d'informatique à l'Université du Maryland, à *College Park* ! Quels sont les liens entre le pionnier de l'abstraction et l'informatique ? Ils sont plus profonds qu'il n'y paraît.

D'abord, voyons en quoi consiste l'œuvre qui se prend pour un Mondrian. C'est une *treemap*, c'est-à-dire une façon de visualiser des données. L'idée est de représenter des informations selon un mode hiérarchique dans un espace limité, en l'occurrence un rectangle. Le concept a été inventé par B. Shneiderman lui-même, au début des années 1990.

Confronté à un serveur informatique souvent saturé, il cherche à repérer les fichiers et les dossiers volumineux. Il développe alors une méthode pour représenter l'espace occupé par chacun des éléments du disque de stockage. Le point de départ

est l'arborescence du contenu (le *tree* de *treemap* signifie *arbre*) : chaque branche est transformée en un rectangle qui est ensuite pavé de rectangles plus petits correspondant aux sous-branches et ainsi de suite jusqu'aux fichiers, eux-mêmes illustrés par des rectangles. À chaque fois, la superficie d'un rectangle est proportionnelle au volume de son contenu (voir la figure ci-dessous). Un algorithme se charge de faire en sorte que l'ensemble occupe également un rectangle.



D'autres caractéristiques, telles que la couleur, peuvent aider à se repérer dans l'ensemble des données. En fin de compte, l'arborescence et les éléments qui y sont rattachés sont projetés sur un plan, ou une carte (*map* en anglais), un peu comme si on regardait du dessus un arbre.

Cette technique a fait florès et on l'utilise aujourd'hui pour visualiser et analyser le budget d'un État, les résultats détaillés d'une élection, la nature des exportations d'un pays, la population urbaine mondiale,

les émissions mondiales de dioxyde de carbone... Qu'en est-il de la *treemap* Mondrian ?

B. Shneiderman s'est intéressé au palmarès dressé par une webradio américaine à l'occasion de son dixième anniversaire. Les 20 premiers artistes sont représentés par un rectangle dont la surface rend compte de leur popularité (le nombre de fois où ils ont été écoutés). La couleur correspond au genre : le rock en blanc, la pop en jaune, les musiques alternatives en bleu et le hip-hop en rouge.

Le choix des couleurs de la *treemap* est ici un hommage à Mondrian, et ce n'est pas fortuit. En effet, des historiens de l'art mettent en avant la place centrale du motif de l'arbre qui aurait conduit l'artiste vers l'abstraction.

Schématiquement, jusqu'à la fin des années 1900, les arbres sont fréquents dans les peintures de Mondrian, mais ils sont surtout des éléments dans des paysages où ils sont néanmoins essentiels. C'est le cas de *Arbres le long du Gein* (1907) ou de *Peupliers rouges au couchant* (1908). Ensuite, l'arbre devient le sujet unique, notamment dans *Soir : l'arbre rouge* (1910) et *L'Arbre gris* (1911). Enfin, la transition vers l'abstraction commence avec *Pommier en fleurs* (1912) et *Composition VII* (1913). L'arbre s'estompe et est progressivement remplacé par des lignes verticales et horizontales, vestiges des branches. Mondrian est le père spirituel des *treemaps* ! ■

Le site de l'exposition : <http://bit.ly/1q7QAxg>
Le catalogue de l'exposition : <http://bit.ly/1rG27TX>