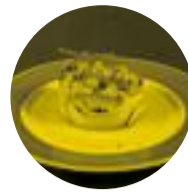


prospective

SUR
LE WEB



DU « BIG DATA » DANS L'ASSIETTE
Après les échecs ou la médecine, les ingénieurs d'IBM ont un nouveau défi pour leurs algorithmes : les recettes de cuisine !
<http://wrd.cm/1bCwRRx>



IMPRESSION AU FUTUR 3D
Plus fort que l'impression 3D : l'équipe de Skylar Tibbits, au MIT, envisage des objets capables de s'assembler ou de se modifier... tout seuls !
<http://slate.me/1bx16C>

Le fantasme du cerveau immortel

LA
CHRONIQUE
de Michel
Lévy-Provençal



L'humanité n'a eu de cesse de dépasser les limites de la nature. Au siècle dernier, la révolution industrielle a été un formidable accélérateur pour l'espérance de vie et la démographie mondiale. Les avancées scientifiques et technologiques, notamment grâce aux NBIC (nanotechnologies, biotechnologies, informatique et sciences cognitives) mettent un nouveau défi à notre portée : le rallongement radical de l'espérance de vie (« Les Echos » du 27 septembre 2013). D'autres abordent la question sous l'angle de la cybernétique. C'est le cas de Dmitry Itskov, entrepreneur russe, qui a lancé l'initiative 2045 (<http://2045.com>). Son projet vise plusieurs objectifs, dont le plus extravagant consiste à copier le contenu d'un cerveau et l'implanter dans un corps artificiel !

Pour ce faire, Itskov a planifié quatre étapes. Au cours de la première, entre 2015 et 2020, seront développés des robots contrôlés à l'aide d'interfaces cerveau-machine dont nous voyons déjà apparaître les premières versions. La deuxième étape, entre 2020 et 2025, consisterait à construire une enveloppe artificielle permettant d'héberger un cerveau vivant. La troisième étape, entre 2030 et 2035, permettrait la conception d'un modèle informatique de l'intelligence et de la conscience humaine, donnant naissance au premier cerveau artificiel, capable de recevoir le contenu d'un esprit vivant et de le faire évoluer de façon autonome. Cette hypothèse, folle, permettrait d'envisager rien moins que l'immortalité cybernétique de l'humanité. Enfin la dernière étape, en 2045, annoncerait l'avènement de l'esprit indépendant de toute matière, et ainsi transférable à souhait dans des enveloppes holographiques capables de se déplacer instantanément partout et tout le temps !

Evidemment, ces anticipations peuvent faire glousser par leurs accents prophétiques. Pourtant, la course à la modélisation du cerveau humain est déjà largement entamée et alimente les scénarios prospectifs les plus passionnants de notre époque.

Michel Lévy-Provençal est le PDG de Joshfire et le président de TEDx Paris.

L'INVENTION

Poppy, le robot « open source » imprimé en 3D

Avec ses 84 centimètres et ses 3,5 kilogrammes, Poppy est encore tout petit. Ce jeune robot bipède, développé dans le cadre du projet Flowers Lab par l'Inria et Ensta ParisTech, a encore besoin d'une main humaine pour l'aider à marcher. Comme un enfant. Car, quand ses congénères ont de gros pieds larges et lourds pour être stables, les concepteurs de Poppy l'ont doté de proportions humaines, avec pour objectif de le doter d'une démarche naturelle. Mais il devrait faire de rapides progrès. Le projet, encore en phase très amont, fait le pari de l'impression 3D pour fabriquer les pièces rapidement et à moindre coût et celui de l'innovation ouverte pour le faire progresser. Les plans et les logiciels vont être progressivement mis à disposition de la communauté des scientifiques et des entreprises du secteur, qui pourront apporter des améliorations ou trouver des moyens de faire baisser son prix de revient, aujourd'hui estimé entre 7.000 euros et 8.000 euros.

« Il est probable que nous verrons apparaître des Poppy avec des jambes ou des bras de différentes formes », explique Pierre-Yves Oudeyer, le responsable du projet pour l'Inria.

— Frank Niedercorn

BIOTECHNOLOGIE // Grâce à la reprogrammation de cellules de peau pour générer tous les types de cellules, et à terme réparer des organes, la médecine régénérative semble promise à un bel avenir.

Des organes neufs avec les cellules souches ?

Catherine Ducruet
cducruet@lesechos.fr

Fin septembre, la société de biotechnologie Cellectis lançait un nouveau service porté par une filiale, Scéil : pour la modeste somme de 60.000 dollars, elle propose, à partir d'un petit morceau de peau du client, de reprogrammer ses cellules pour en faire des quasi-cellules souches embryonnaires, les IPS (« induced pluripotent stem cells » ou cellules pluripotentes induites) et de les stocker. Objectif : si, dans quinze ou vingt ans, le client est atteint d'une maladie touchant un organe comme le cœur, le foie, le pancréas ou la rétine – et pourquoi pas le cerveau – et que les progrès de la médecine le permettent, il lui sera alors possible de puiser dans son stock d'IPS pour se faire refabriquer tout ou partie de ses organes.

Une telle offre est-elle techniquement sérieuse ? La réponse est positive pour ce qui est de la reprogrammation – même si le rendement est encore faible – et du stockage. Et l'offre de Cellectis s'arrête là. S'agissant maintenant de l'utilisation des IPS pour refaire des tissus, voire des organes fonctionnels, on est aujourd'hui encore loin des essais thérapeutiques – même si le prix Nobel de médecine 2012, Shinya Yamanaka, inventeur de la technique d'obtention des IPS, envisage un premier essai exploratoire dans le traitement de maladies rétinienne l'an prochain.

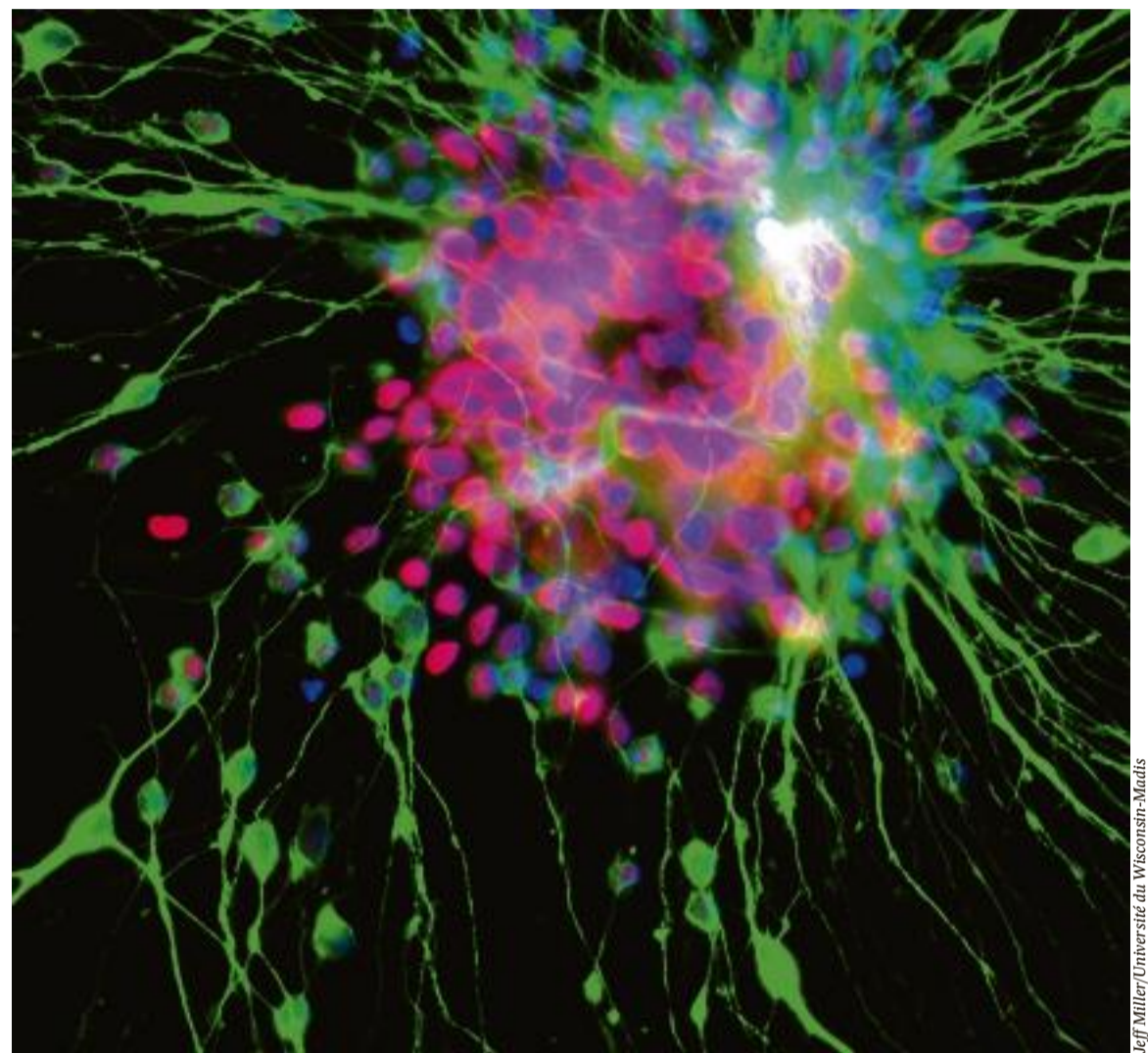
Les IPS soulèvent en effet toute une série de questions scientifiques et techniques. Certes, elles partagent avec les cellules souches embryonnaires deux importantes caractéristiques : elles sont capables de se multiplier à l'infini et elles peuvent théoriquement se différencier dans tous les types de cellules du corps. Pour autant, elles présentent aussi certaines caractéristiques moléculaires qui les distinguent des cellules souches embryonnaires, et dont on ignore aujourd'hui les conséquences.

Des méthodes de greffe déterminantes

Il faut aussi rappeler que, pour l'instant, après dix ans d'efforts pour optimiser les cocktails permettant la différenciation des cellules souches embryonnaires, les cellules ainsi obtenues fonctionnent moins bien que leurs équivalents dans le corps. Et elles sont aussi plus fragiles, ce qui pose des problèmes d'administration, d'autant qu'un tissu malade est un milieu particulièrement peu accueillant (mauvaise vascularisation, processus inflammatoires, etc.). Pour les cellules issues d'IPS comme pour celles issues de cellules souches embryonnaires, les méthodes de greffe choisies seront donc déterminantes, et, là encore, beaucoup reste à inventer. Enfin, si on suppose le problème du rejet réglé (puisque les IPS sont celles du patient), en revanche la question du contrôle de la multiplication de ces cellules, c'est-à-dire du risque de cancer induit, demeure.

« Le caractère brutal de la reprogrammation peut entraîner une instabilité génétique ou des modifications épigénétiques dont on mesure mal l'impact à long terme », écrivait Laure Coulombel, directrice de recherche de l'Inserm, dans un article de décembre 2012 du magazine « Pour la science ». Cela suppose donc probablement de réimplanter les cellules non pas au stade IPS mais à un stade de différenciation un peu plus avancé, sachant que des cellules adultes auraient une durée de vie trop courte pour qu'une régénération durable des tissus soit possible. Résoudre ces problèmes prendra du temps, d'autant que les choses s'avèrent toujours plus complexes que prévu, en biologie. Pour autant, rien n'interdit de penser qu'on y arrivera.

Une autre question surgit alors : tout cela a-t-il un sens ? Pour Hervé Chneiweiss, président du comité d'éthique de l'Inserm, le principe d'une reprogrammation et d'un stockage individualisés n'ont pas de sens



Vue microscopique de cellules cérébrales générées à partir de cellules souches pluripotentes induites.

Chronologie

- 1981** Premières cellules souches embryonnaires de souris multipliées indéfiniment in vitro.
- 1988** Greffe des premières cellules souches de sang de cordon pour traiter une patiente atteinte de leucémie.
- 1996** Naissance de la brebis Dolly, premier mammifère obtenu par clonage c'est-à-dire par transplantation d'un noyau de cellule adulte dans un ovule préalablement énucléé.
- 1998** Premières cellules souches embryonnaires humaines multipliées indéfiniment in vitro.
- 2007** Première reprogrammation de cellules adultes pour en faire des cellules souches pluripotentes : les IPS (« induced pluripotent stem cells »).
- 2008** Amélioration des symptômes de Parkinson chez des rats ayant bénéficié de greffes issues d'IPS.
- 2012** Attribution du prix Nobel de médecine aux inventeurs des IPS.

d'un point de vue médico-économique. « Sachant que les IPS sont des cellules précurseurs, donc très peu immunogènes [NDLR : à faible risque de rejet], et que, d'autre part, la population française, y compris dans sa composante antillaise, est très homogène génétiquement, il suffirait de constituer une banque publique de quelque 60.000 variants pour couvrir toute la diversité génétique française », observe-t-il. Inutile donc de procéder à un stockage individuel... à condition que soit résolu le problème du financement d'une telle banque. Un problème politique au bon sens du terme, selon le chercheur, qui pose la question de l'accès ou non de tous à ce type de médecine. Est-il socialement et éthiquement acceptable que seule une minorité fortunée ait accès à ces progrès espérés de la médecine ?

Mais si l'objectif ultime de ce stockage, qu'il soit individuel ou collectif, est bien de pallier les défaillances d'organes apparaissant avec l'âge, pour soigner, voire empêcher le vieillissement, il semble bien mener à une impasse conceptuelle. Car le vieillissement, ce n'est pas seulement la défection d'une série d'organes comme une série de

pannes sur une machine. « Pour les philosophes du XVIII^e siècle comme La Mettrie, l'analogie entre l'homme et la machine est une métaphore à usage pédagogique. Mais les technoscientifiques du XXI^e siècle ont, eux, tendance à prendre le modèle pour la chose », observe le philosophe Roger-Pol Droit.

Mais le modèle de la machine est-il lui-même si pertinent ? « Il s'appuie sur une conception dualiste corps-esprit de plus en plus difficile à soutenir aujourd'hui, compte tenu des progrès des neurosciences », estime pour sa part Jean-Michel Besnier, professeur de philosophie des nouvelles technologies à la Sorbonne.

Georges Canguilhem (1904-1995), à la fois médecin et philosophe, semblait beaucoup plus proche de la réalité quand il voyait dans la vie – et donc dans le vieillissement – une succession dynamique d'états d'équilibre biologique, la mort étant l'arrêt de cette adaptation permanente du vivant à son environnement. Comme le dit le bon sens populaire, « avec l'âge, on change », et il ne suffira pas de remplacer un organe ou un autre – quand bien même ce serait le cerveau – pour empêcher cela. ■

Quête du bonheur ou aspiration mortifère ?

« Derrière la médecine régénérative, quelles que soient les cellules utilisées, il y a le fantasme de l'immortalité qui habite l'homme de toute éternité », explique le philosophe Jean-Michel Besnier. Fantasma, car, dans vingt ou trente ans, nous ne serons toujours pas immortels, même si nos cellules sont, elles, devenues répliquables à l'infini. Or, cette immortalité par procréation réservée à nos seuls composants cellulaires ne répondra pas, sauf peut-être pour les Orientaux, à nos aspirations. Elle sera même une source de frustrations. Mais peut-être faut-il finalement s'en réjouir, observe le philosophe dans un récent article publié dans la revue « Cités », car la quête de l'immortalité pourrait être paradoxalement celle de la mort et non pas celle du bonheur. En se prémunissant contre l'angoisse existentielle de disparaître, on cesserait bel et bien de vivre.

« On démontrerait sans peine que la métaphysique sous-jacente de l'immortalité est celle de l'immobile, explique Jean-Michel Besnier. Vouloir l'immortalité, ce serait tuer le désir, moteur de la vie, aspirer à une impassibilité proprement mortifère. » Le succès médiatique des recherches sur le vieillissement ne témoigne donc pas forcément d'un appétit de vivre. Au contraire. — C. D.