

FABRIQUER LE VIVANT : EST-CE NOTRE AVENIR ?

Sommes-nous à l'ère des Frankenstein et autres Prométhée modernes ? La fabrication du vivant est une réalité depuis plusieurs années. Le clonage n'est plus l'extrême limite, les chercheurs sont allés plus loin, n'hésitant plus à créer des matières vivantes qui n'existent pas à l'état naturel.

"Nous sommes dans la première minute du 8^e jour de la création." Aucun doute, l'homme fabrique désormais le vivant, se substituant à "Dieu" pour Philippe Marlière, cofondateur de l'entreprise Global Bioenergies pour des alternatives au pétrole. Les années 2000 furent celles de l'Internet et des innovations high-tech, place à celles des biotechnologies. Les exemples se multiplient et posent d'importantes questions éthiques. Dans le cadre du débat "Fabriquer le vivant, est-ce notre avenir ?" organisé le 5 juin par le CNRS et l'Université de Lyon, Lyon Capitale, partenaire de l'événement, a fait un tour d'horizon des révolutions et dilemmes soulevés par les nouvelles biologiques. Trois chercheurs ont répondu à nos questions et commenté les dernières innovations.



◆ **Marie-Hélène Parizeau**, philosophe spécialiste des biotechnologies et de l'éthique des sciences, université Laval, Québec



◆ **Marc Lévêque**, neurochirurgien spécialiste de la stimulation cérébrale profonde, CHU Pitié-Salpêtrière, Paris



◆ **Philippe Marlière**, conseiller "biologie synthétique" du directeur des sciences du vivant au CEA, et cofondateur de l'entreprise Global Bioenergies pour des alternatives au pétrole.

◆ La xénobiologie : fabriquer le vivant qui n'existe pas dans la nature

"Aujourd'hui, la biologie est synthétique. Demain, cela sera l'ère de la xénobiologie, créer de la biologie qui n'est pas dans la nature. Nous allons même fabriquer une autre nature, c'est plus facile que de comprendre celle qui nous a été donnée et qu'il faut préserver." Philippe Marlière sait de quoi il parle, il a été l'un des précurseurs en matière de xénobiologie, contribuant à créer une version nouvelle de la bactérie *Escherichia coli*, dont l'une des bases d'ADN a été remplacée par un composant artificiel. À terme, le scientifique espère que cette version de la bactérie, qui n'existait pas jusqu'à présent, pourra donner des substituts au pétrole ainsi que des médicaments. Pour Marie-Hélène Parizeau, la xénobiologie soulève de nouvelles questions : "Il ne faut pas oublier que cette bactérie aura une vie dans l'environnement et qu'elle va agir avec lui. Si on n'intègre pas tout cela dès le début, les gens vont se demander : ça sert à quoi de faire ça, quelles sont les interactions avec le monde, et les risques ?" Philippe Marlière est catégorique : "Il n'y a pas de danger." Prenant l'exemple du nucléaire, il ajoute : "Il y a eu quelques accidents, mais ce n'est rien face aux bénéfices." Les habitants de

Fukushima apprécieront, comme le fait remarquer Marie-Hélène Parizeau, rappelant qu'il ne faut pas oublier le principal problème, "la radioactivité".

◆ Sang à base de vers marins et steak de synthèse

La création du vivant a accéléré ces dernières années, avec des succès comme des échecs. Ainsi, le steak de synthèse – cultivé en éprouvette au lieu d'être récupéré sur une vache – est loin d'avoir convaincu les goûteurs, qui ont préféré ne pas finir leur assiette en 2013. Ces 142 grammes ratés ont coûté 290 000 euros, mais l'absence de gras en a fait un plat sans véritable saveur. Cela devrait être corrigé dans les prochaines versions. Créer du vivant en laboratoire tend à devenir l'un des enjeux économiques de la prochaine décennie, ce qu'illustre la start-up bretonne Hemarina. Cette dernière espère fabriquer du sang transfusable à l'homme à partir de vers marins dès cette année 2014.

Viande et sang de synthèse, à chaque fois ces inventions essaient de régler un problème courant. Dans le premier cas, la consommation en eau et en nourriture d'une vache destinée à l'abattoir, dans l'autre la pénurie de sang pour les transfusions. Fabriquer le



En août 2013 à Londres, un hamburger fabriqué à partir de muscle de vache cultivé dans un laboratoire a été servi et mangé.

vivant, c'est aussi prévoir l'inéluctable, à l'image de la raréfaction des ressources pétrolières nécessaires à la création d'hydrocarbures, mais aussi de plastiques et textiles. Pour Philippe Marlière, la solution viendra des bactéries : "Toutes les matières plastiques et textiles vont être faites de manière renouvelable. On est dans une révolution culturelle. Faire des pneus en respectant la forêt amazonienne, ça devient possible. Nous sommes en mesure de fabriquer des pneus de manière propre." À Montpellier, l'entreprise Deinove tente de répondre à ces besoins grâce à la bactérie deinocoque. Objectif à terme : faire avancer nos voitures grâce à l'éthanol qu'elle produit.

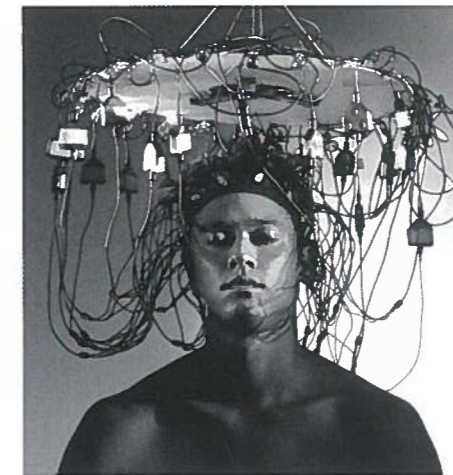
◆ Recouvrer la mémoire

"La convergence nanotechnologie, biotechnologie et informatique ouvre des perspectives vertigineuses." Le neurochirurgien Marc Lévêque estime qu'il sera ainsi possible de raviver la mémoire : "Souvent, les découvertes arrivent par hasard. En 2006, à Toronto, on a essayé d'implanter un patient au niveau de l'hypothalamus pour traiter son obésité. Il était éveillé et a ressenti de vieux souvenirs. Le chirurgien a gardé les électrodes et s'est aperçu qu'en stimulant un endroit précis cela joue sur le circuit de la mémoire. Ce hasard a engendré un programme de recherche pour stimuler la mémoire chez les patients atteints d'Alzheimer." Philippe Marlière imagine

déjà l'homme de demain : "Il sera augmenté. Dans quelle mesure va-t-on pouvoir accroître ses capacités cognitives, on ne sait pas encore, mais il ne faudra pas que nous soyons dépendants des prothèses."

◆ Le spectre de 1984

À partir du moment où l'on agit sur le cerveau, quelle est la limite à ne pas franchir ? Philippe Marlière s'inquiète : "À ce stade-là, nous devenons des robots. On ne peut pas imaginer un électeur sous stimulation profonde lors des élections européennes. Il n'aurait plus le choix de son vote. L'humanité doit rester



une espèce sauvage. Il vaut mieux subir que d'aller vers une humanité programmée avec des électrodes partout dans le cerveau. Tout progrès dans ce sens ira vers une emprise plus poussée de la NSA sur nos vies. Ils pourront tout savoir sur nous, car à l'intérieur de nos têtes. C'est aussi le rêve du tenancier de supermarché qui pourra nous pousser à acheter quelque chose qu'on ne veut pas. Mais comment s'en prémunir ?" Un débat déjà dépassé pour Marc Lévêque : "Pas besoin d'aller si loin, il suffit de lire son compte gmail pour tout savoir sur quelqu'un." Philippe Marlière a une solution : "Les entreprises qui vont nous aider à nous faire oublier sont sans doute celles qui vont rencontrer le succès à l'avenir."

◆ L'immortalité à notre portée ?

Fabriquer le vivant, est-ce le premier pas vers l'immortalité ? Philippe Marlière est catégorique : "Cela n'arrivera pas." Des propos que préfère nuancer Marc Lévêque : "D'ici vingt ans, on sera en mesure de récolter tellement d'informations tout le long de notre vie qu'on pourra uploader une forme de notre conscience dans le "cloud" des serveurs informatiques. Notre esprit pourrait partir dans ces nuages." Marc Lévêque va même plus loin : "Nous aurons des capteurs partout autour de nous. Grâce aux big data, toutes ces informations pourront être traitées et à

terme cela permettra de prédire notre comportement. Aujourd'hui, on fait cela avec la météo, on récolte tout et on peut prédire le temps qu'il fera pour plusieurs jours d'avance. Mais le climat est moins prévisible que l'homme. Demain, on pourra prévoir les phénomènes de foule sans problème."

◆ Tous brevetés ?

Aujourd'hui, il est impossible de recharger un iPhone sans utiliser le câble choisi par Apple. Dans le futur, la situation se répétera-t-elle avec les biotechnologies, nos gènes seront-ils tous brevetés ? Et surtout, pour éviter d'en arriver là, faut-il que les innovations soient en open source, c'est-à-dire ouvertes et exploitables par tous ? Philippe Marlière est radical : "La question ne se pose pas. Si on passe à l'open source, il n'y a plus d'innovation. Si on renonce au brevet, on renonce à l'innovation." Néanmoins, des barrières légales existent déjà : "Il n'est pas possible de s'approprier le vivant, grâce à l'Europe. Avant, quand on trouvait un gène, certains essayaient de mettre un brevet dessus, ce n'est pas permis. Par contre, si je me sers de ce gène pour en faire un outil de diagnostic, je peux le breveter." L'Europe est ainsi parvenue à faire changer les choses même aux États-Unis, comme le rappelle Marie-Hélène Parizeau : "L'Europe a fait plier les États-Unis, qui se sont rangés derrière cette règle empêchant le brevetage du vivant existant."

◆ Biologie de garage et low cost

Dans les années 1970-1980, Steve Jobs et Steve Wozniak révolutionnaient l'informatique dans un garage. Aujourd'hui, des biologistes plus ou moins amateurs essaient de faire de même, sans contrôle ni frontières. Philippe Marlière s'inquiète de cette mode du do it yourself, "faites-le vous-même" en français : "On va vivre dans un océan de produits contrefaits. La traçabilité devient un point essentiel. Heureusement, plus ça sera artificiel, plus ça sera traçable, pas le contraire." Parallèlement, certaines modifications du vivant voient leur prix baisser et des alternatives low cost apparaissent, comme en témoigne Marc Lévêque : "Par exemple, les techniques de neuro-stimulation sont coûteuses, mais il existe des alternatives comme faire une simple lésion chirurgicale dans le cerveau ; d'un côté, c'est 40 000 dollars, de l'autre 500 dollars. Les technos peuvent être effrayantes, on peut penser que nous allons être dépendants de choses qui coûteront cher, mais il ne faut pas oublier que des technologies plus rudimentaires sont aussi efficaces." Dans tous les cas, fabriquer le vivant n'est plus notre avenir, mais bien notre présent.

◆ DÉBAT ANIMÉ PAR FLORENT DELIGIA ET RAPHAËL RUFFIER-FOSSOUL