

Quand l'ADN se transforme en disque dur

Des biologistes d'Harvard ont incorporé les données d'une image et d'une courte vidéo dans le génome de bactéries vivantes. Le code génétique pourrait être le stockage informatique de l'avenir.

Le Figaro · 14 Jul 2017 · CYRILLE VANLERBERGHE @cyrillevan

BIOTECHNOLOGIE C'est une hybridation entre le vivant et l'informatique qui évoque au premier abord un mauvais scénario de science-fiction: une image et le petit film d'un cheval au galop ont été encodés dans l'ADN de bactéries vivantes. Les petits fichiers informatiques ont été ensuite récupérés et on a pu les lire en séquençant les génomes des microorganismes, racontent des chercheurs de Harvard (Massachusetts) dans la revue *Nature* du 13 juillet 2017.

Loin d'être une manipulation digne de Frankenstein, cette prouesse est en fait la dernière étape dans une course technologique très sérieuse. L'équipe de Harvard qui a signé cette prouesse technologique est en fait en pointe pour tenter d'utiliser l'ADN pour stocker des quantités gigantesques d'informations. Car le matériel génétique qui est au coeur des cellules est la meilleure méthode trouvée par des milliards d'années d'évolution pour enregistrer les données qui définissent chacun des êtres vivants sur Terre.

« Le génome d'une bactérie est une structure extrêmement compacte, explique Christophe Dessimoz, responsable d'un laboratoire d'informatique et de génétique à l'université de Lausanne. Les lettres de base sont de toutes petites molécules, qui s'assemblent en de longues chaînes linéaires qui s'enroulent ensuite sur elles-mêmes pour prendre le moins de place possible. On estime que si on arrivait à stocker la totalité des données informatiques produites par l'humanité, qui sont actuellement conservées dans des fermes de serveurs, de Google, Yahoo! ou Amazon et s'étendent sur des kilomètres carrés en consommant d'énormes quantités d'énergie, dans de l'ADN, cela occuperait une petite pièce de quelques mètres cubes.»

Et cela est rendu possible par le fait que l'élément de base du code génétique, le nucléotide, qui peut exister sous quatre formes différentes, A, T, C ou G, prend 100 fois moins de place que la plus petite unité de mémoire dans un disque dur actuel. «Et à la compacité s'ajoute aussi l'avantage que l'ADN est une structure très robuste, très durable, ce qui s'illustre par le fait qu'on est aujourd'hui capable de séquencer des génomes de mammoth et d'autres organismes disparus depuis des dizaines de milliers d'années », ajoute le chercheur suisse. Mais si les perspectives offertes par l'ADN sont alléchantes, la technique est encore très loin d'être opérationnelle. « Quelques équipes dans le monde sont déjà capables

de stocker des données dans de l'ADN in vitro, en laboratoire, mais avec cette publication assez fascinante dans Nature, l'équipe de George Church prouve qu'elle a trouvé une méthode relativement simple pour incorporer du code génétique dans des bactéries vivantes », commente Jean-François Lutz, directeur de recherche CNRS à l'Institut Charles-Sadron, à l'université de Strasbourg, qui explore la piste du stockage d'information sur des polymères synthétiques, à la place de l'ADN.

George Church et ses collègues de Harvard ont commencé par définir un code nouveau pour transformer les valeurs des couleurs de chaque point d'une image (le pixel) en une succession de quatre éléments, écrits avec les lettres de base de l'ADN (A,T, C, et G). Mais, une fois le fichier informatique d'une image, ou d'une petite vidéo, réécrit avec ce code génétique, il reste encore à faire le plus complexe: l'intégrer dans le génome de bactéries vivantes. Les chercheurs américains ont pour cela fait appel à une technique, appelée Crispr, qui est en train de révolutionner la manière dont on peut manipuler l'ADN d'organismes vivants. Dans le monde vivant, deux de ces «outils», Crispr-Cas 1 et Cas 2, permettent aux bactéries d'intégrer des fragments de matériel génétique de virus à leur propre génome, afin de les reconnaître et de pouvoir s'en protéger. À la place de virus, les biologistes ont trompé les bactéries, une culture d'E. coli, en les exposants à 33 fragments des lettres de base (A,T,C et G) qu'elles ont assimilées.

Après une mise en culture des bactéries, les chercheurs ont séquencé leur génome pour retrouver les fragments de codes, constatant qu'il n'y avait pratiquement pas de perte d'information même après 48 générations de ces microbes, soit un peu plus de six jours.

“Stockée dans de l'ADN, la totalité des données informatiques produites par l'humanité occuperait une pièce de quelques mètres cubes ” CHRISTOPHE DESSIMOZ, RESPONSABLE D'UN LABORATOIRE D'INFORMATIQUE ET DE GÉNÉTIQUE À L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

La vidéo choisie pour l'expérience est la plus vieille image animée d'un cheval au galop, enregistrée en 1887 par l'Anglais Eadweard Muybridge. « La démonstration est impressionnante et montre que le procédé qu'ils ont choisi fonctionne, reconnaît Christophe Dessimoz. Mais la technique présente tout de même de fortes limitations, notamment sur la très faible quantité d'informations qu'elle permet pour le moment de stocker. » Comme chaque bactérie n'intègre qu'un seul fragment d'ADN étranger à la fois, il faudrait grandement augmenter la population d'E. coli de l'expérience pour enregistrer plus d'informations. La technique reste de toute façon très embryonnaire, et de nombreux progrès sont possibles.

« Il ne faut pas rêver de voir nos ordinateurs ou nos téléphones fonctionner demain avec des disques durs à ADN, ce qui ne sera jamais concurrentiel, car l'écriture et la lecture ne pourront jamais être aussi rapides qu'avec l'électronique, mais je suis persuadé que l'ADN ou des chaînes de polymères synthétiques offriront un jour des solutions compétitives pour archiver des quantités énormes de données à long terme », assure Jean-François Lutz.