

Mettons du désordre dans nos idées

LE MONDE SCIENCE ET TECHNO | 20.09.2012

Thomas Heams, maître de conférences à AgroParisTech

Peut-on comparer une cellule à un ordinateur ? Deux articles récents semblent renforcer cette métaphore très répandue. L'[un décrit la première modélisation informatique intégrale d'une cellule](#), qui ouvrirait la voie à des simulations d'un intérêt évident, comme tester l'effet de mutations ou l'action de drogues. L'[autre annonce qu'un livre entier a été "encodé" dans des quantités dérisoires d'ADN](#), grâce aux propriétés de cette molécule qui porte nos gènes, faisant de cette dernière un support possible des nanodisques durs externes de demain. Un ordinateur pourrait donc abriter une cellule, et l'ADN préfigurer un composant informatique. Mais est-ce une séduisante symétrie ou une tautologie ?

Après tout, si l'on parle d'information ou de programme génétique, c'est bien parce que l'ADN, qui peut stocker et se transmettre, possède en partie les caractéristiques qui justifient l'analogie. S'il est une figure reliant ces deux mondes, c'est celle d'Alan Turing, qui aurait cent ans cette année, et dont les "machines" théoriques ont contribué tant à la naissance de l'informatique qu'à la formalisation du concept de code génétique.

Cette métaphore engendra un formidable programme de recherche depuis les années 1950, celui de la biologie moléculaire et ses milliers de gènes, d'abord étudiés un par un, pour culminer avec les grands programmes de séquençage, dont celui du génome humain, au tournant du millénaire. Cette logique vivace se prolonge dans la vogue actuelle de la biologie de synthèse, une approche ingénierique stimulante mais aux contours encore flous qui présente le vivant comme un Meccano à portée de main et englobe, entre autres, des projets d'hypermodification génétique de bactéries pour la médecine et l'industrie, et d'autres qui visent à recréer rien de moins que la vie en laboratoire.

Disparates, ces recherches reposent pourtant sur un socle commun : une confiance décisive accordée à la capacité (re)programmatoire de l'ADN et la conviction que celui-ci est le réacteur informationnel, le programme de la vie cellulaire. Si récents soient-ils, les articles évoqués s'inscrivent donc dans la continuité historique d'un état d'esprit dominant.

Il est pourtant légitime de questionner ses fondements. Après des décennies réductionnistes, la génétique croule sous les données, dans une fuite en avant dispendieuse qui comble d'aise les marchands de technologie. Une biologie des systèmes convaincante, enfin apte à mettre en cohérence ces millions de résultats parcellaires, n'émerge que péniblement. On s'en remet à la puissance et la sophistication des ordinateurs (les revoilà !) pour tenter d'y déceler de l'ordre, comme si l'on avait accepté l'abdication des cerveaux humains face à cette tâche. Hormis quelques travaux pionniers, des synthèses multiéchelles (de la molécule à l'organisme) se font attendre : on invoque opportunément une complexité croissante pour expliquer cet embourbement, comme si l'objectif à atteindre était empêché par les techniques mêmes mises en oeuvre !

Et c'est précisément là que la métaphore de la cellule-ordinateur pourrait nous avoir aveuglés, voire nuire. Selon de nombreux travaux récents, le fonctionnement d'une cellule ne reposerait pas tant sur une mécanique de haute précision que sur un désordre intrinsèque permettant une grande flexibilité adaptative. Cette idée est contre-intuitive mais pourtant riche, par la souplesse qu'elle insuffle dans notre cadre conceptuel. Elle intègre le paradigme darwinien d'évolution par sélection naturelle, qu'elle élargit même ; cependant, elle remplace l'idée d'un génome-programme (étymologiquement : "écrit à l'avance") par celle de boîte à outils que chaque cellule utilise avec des fortunes diverses, et plus ou moins de degrés de liberté. Longtemps évoquée avec circonspection, mais désormais confortée par de nombreuses observations expérimentales, elle fait son chemin chez les biologistes*. La question de l'importance de ce processus, voire de sa concurrence ou non avec

certain mécanismes évolutifs de précision, est un beau chantier, encore largement en friche.

Pourquoi évoquer ces débats qui semblent relever des échanges entre chercheurs ? D'abord parce qu'ils offrent une voie alternative à la course folle à laquelle on assiste. Rendre sa juste place au désordre cellulaire dans l'explication biologique, c'est se dispenser de chercher des programmes inexistantes. C'est aussi contester la pertinence de l'empilement de données en cours : espérerait-on comprendre le climat par un atlas de tous les nuages et de toutes les gouttes de pluie sur Terre ? L'informatique nous fournira peut-être un jour une vue précise d'une hypothétique cellule moyenne, mais à quoi bon si cette cellule n'existait pas ?

Autre raison de soulever cette question : l'absolue nécessité de démythifier les objets scientifiques. Concernant l'ADN, convenons que la tâche est immense : le public ne comprendrait-il pas mieux les OGM ou le clonage si on ne l'avait pas abreuvé de formules, certes flatteuses pour les chercheurs, comme "le grand livre de la vie" et ses déclinaisons ? Si l'on avait expliqué qu'un génome dépend de la machinerie cellulaire autant qu'elle dépend de lui ? Si l'on soulignait combien de modifications rationnelles du programme échouent ? A ce titre, la biologie de synthèse est un cas d'école. Elle joue de son projet attractif et composite pour embarquer en nombre sociologues et philosophes, de sorte qu'elle devient, en temps réel, à la fois une discipline et un récit d'elle-même, où la frontière entre promesses et avancées se brouille : son discours autoréflexif est son bras armé. Et même quand les résultats arrivent, le storytelling rôde : le livre évoqué plus haut, que George Church a encodé dans l'ADN, est... son prochain ouvrage, à paraître incessamment, consacré à la biologie de synthèse ! Un coup de génie promotionnel, révélateur des liens étroits entre gènes et mots passés dans notre imaginaire collectif. La grammaire du vivant pour stocker un récit du vivant : quelle mise en abyme ! Mais la biologie de synthèse mérite mieux qu'être le énième avatar 2.0 de la cellule-ordinateur. Elle en a les atouts : au-delà des slogans, ses hérauts sont souvent parmi les plus attentifs au désordre cellulaire et à ses implications en cascade.

Espérons que ces approches se pollinisent encore plus : si ce dialogue prenait, l'occasion inédite d'une recherche qualitative originale de haut niveau, capable de défier l'orgie quantitative en cours, serait à notre portée. Accepter le désordre créateur pour comprendre le vivant serait une rupture et, pour le coup, un beau programme.

Thomas Heams

* voir l'ouvrage collectif *Le hasard au coeur de la cellule* - éditions Matériologiques, 2011 – www.materiologiques.com