

redonnent de la crédibilité à leurs thèses. Théodore Modis et Jonathan Huebner, chacun par des méthodes différentes d'analyse historique et statistique des événements scientifiques et technologiques, affirment détecter une baisse ou l'esquisse d'une baisse de l'innovation depuis quelques années. Th. Modis, par exemple, conclut : « Nos analyses prévisionnelles montrent que nous sommes sur le point d'atteindre le taux maximal de croissance de la complexité générale, et que ce taux à l'avenir [qui est le taux de changement dans nos vies] sera en baisse. »

Le devenir de la loi de Moore, de ses variantes et de ses généralisations étant un sujet délicat et incertain, tournons-nous vers une autre réflexion qui, elle aussi, prétend nous éclairer sur des questions fondamentales, cette fois du passé, à l'aide d'une variante de la loi de Moore.

Loi de Moore... et origine de la vie

Alexei Sharov du Laboratoire de génétique des NIH (Instituts américains de la santé) a mené une série d'études et développé une méthode de mesure de la complexité fonctionnelle (selon ses termes) des diverses formes de vie sur la Terre au cours de l'évolution. La méthode qu'il met en œuvre pour mesurer la complexité des êtres vivants se fonde sur leur génome en n'en retenant que l'ADN non répété et fonctionnel.

La méthode est discutable et discutée par les spécialistes ; cependant, elle n'est pas absurde quand on la confronte aux idées que l'informatique théorique propose pour mesurer la complexité structurelle (voir cette rubrique dans le numéro de mai 2013). Comme A. Sharov, on considère que seule la partie non aléatoire d'une information doit être prise en compte dans une mesure de richesse en organisation.

A. Sharov remarque un alignement remarquable des points mesurant cette complexité structurelle du vivant lorsqu'on les dessine sur une échelle logarithmique en fonction du temps. Cet alignement signifie que la complexité des êtres vivants sur la Terre suit une sorte de loi de Moore. Cette

fois, le temps de doublement observé est 376 millions d'années ! La remarque, si elle est confirmée par des données complémentaires et validée par la communauté des spécialistes de l'évolution (ce qui n'est pas le cas aujourd'hui), serait très intéressante. Elle signifierait qu'il existe une loi générale de l'évolution indiquant non seulement que la complexité de la vie s'accroît, ce qu'on admet en général (avec quelques réticences pour certains), mais que cet accroissement, pour des raisons profondes sans doute, suit un rythme constant et continu.

Les propositions théoriques de A. Sharov deviennent hautement spéculatives quand il prolonge sa courbe en arrière dans le temps pour rechercher l'instant initial de cette apparition de la complexité des êtres vivants, assimilée à l'apparition de la vie. En effet, il découvre que cette origine se situerait à environ dix milliards d'années, donc avant la date de formation de la Terre estimée à 4,54 milliards d'années ! A. Sharov déduit de cette origine lointaine que la vie terrestre serait née ailleurs dans l'espace.

Remarquons que le point d'origine de la vie de A. Sharov est compatible avec l'estimation admise de l'origine des temps, le Big Bang dont on évalue la date à 13,82 milliards d'années. A. Sharov pense que les formes primitives de vie sont arrivées sur la Terre par accident. La vie aurait commencé ailleurs très progressivement (au rythme d'un doublement de complexité tous les 300 ou 400 millions d'années environ) et à l'occasion d'échanges accidentels de matière entre corps célestes, et se serait retrouvée sur la Terre, où la croissance de la complexité se serait poursuivie, toujours au même rythme (sans doute fixé par une loi que nous comprendrons plus tard) jusqu'à présent.

On le voit, l'observation des régularités dans l'évolution de la complexité des technologies ou de la vie (qui, à sa façon, est une technologie) est une remarquable source d'inspiration et d'argumentation pour ceux qui tentent d'entrevoir le futur ou de comprendre le passé. Écouter ces considérations n'oblige pas à en accepter sans réserve les sidérantes conclusions. Toutefois, ne refusons pas de nous poser la question : et si c'était vrai ? ■

■ L'AUTEUR



Jean-Paul DELAHAYE est professeur à l'Université de Lille et chercheur au Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille (LIFL).

■ BIBLIOGRAPHIE

B. Nagy *et al.*, Statistical basis for predicting technological progress supporting information, *PLoS ONE*, vol. 8(2), e52669, 2013.

A. Sharov, Life before Earth, <http://arxiv.org/abs/1304.3381>

S. H. Fuller et L. I. Millett, The Future of Computing Performance, The National Academies Press, 2011.

J. Huebner, A possible declining trend for worldwide innovation, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 72, pp. 980-986, 2005.

Th. Modis, Forecasting the growth of complexity and change, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 69(4), pp. 377-404, 2002.

R. Kurzweil, The law of accelerating returns, www.kurzweilai.net/the-law-of-accelerating-returns, 2001.

G. Moore, Cramming more components onto integrated circuits, *Electronics*, vol. 38(8), pp. 114-117, 19 avril 1965.

SCIENCE & FICTION

Des sauteurs hors compétition

Certains héros de la science-fiction, tel Hulk ou John Carter, accomplissent des sauts... défiant tant les lois de la physique que les contraintes anatomiques et physiologiques.

Jean-Sébastien STEYER et Roland LEHOUCQ

De Hulk à John Carter, en passant par de nombreux Jedi ou mutants des X-men, les héros de science-fiction sont souvent des acrobates : pirouettes, saltos ou sauts démesurés, comment ces personnages sont-ils capables d'effectuer de telles voltiges ? Sur Terre, les animaux comme la sauterelle ou la grenouille nous permettent-ils de mieux comprendre ces mutants et autres acrobates extraterrestres ?

À la suite d'une expérience utilisant des rayons gamma ayant mal tourné, le physicien Bruce Banner subit d'importantes modifications génétiques. Depuis lors, sous l'effet de la colère ou d'une émotion forte, il perd le contrôle de lui-même et se transforme en Hulk, un humanoïde vert à la force décuplée et capable d'une extrême violence. Inspiré de *L'Étrange cas du docteur Jekyll et de Mr Hyde* de Robert Louis Stevenson (1886), ce personnage à la musculature hypertrophiée (ses habits, toujours les mêmes, se déchirent à chaque fois qu'il se transforme !) est capable de sauts vertigineux.

Dans l'adaptation cinématographique d'Ang Lee (2003), Hulk bondit de colline en colline dans le désert de l'Utah, franchissant plusieurs kilomètres à chaque pas ! Les bases de données Internet nous précisent même que le géant vert, dont la force peut augmenter à l'infini avec la rage, peut faire des sauts de 1 000 mètres en hauteur et de 20 kilomètres en longueur.

Voilà qui laisse rêveur quand on compare ces performances à celles des meilleurs humains. Le record du monde de saut vertical en détente est de 1,48 mètre et est

détenu depuis 2011 par le Danois Jonas Hussom. Même avec un bon élan et aidé d'une perche, le saut de 6,15 mètres effectué par l'Ukrainien Sergueï Bubka (record mondial depuis 1993) demeure très loin des performances de Hulk. Même chose pour le saut en longueur, dont le record mondial – 8,95 mètres – fut établi en 1991 par l'Américain Mike Powell.



L'INCROYABLE HULK est capable de bondir à un kilomètre de hauteur et sur 20 kilomètres de longueur. Sa constitution est certes extraordinaire, mais l'accélération due à de tels sauts devraient entraîner, notamment, un afflux de sang dans les pieds et, par conséquent, une absence préjudiciable de sang dans le cerveau, ainsi que diverses contraintes excessives sur les tendons et les os...

De Hulk à John Carter

Si les chiffres avancés pour le superhéros donnent le vertige, sont-ils réalistes ? Même dopé aux rayons gamma, Hulk n'en demeure pas moins un humanoïde avec des os, des muscles, des tendons et devant respecter des contraintes physiques. Livrons-nous à un petit calcul : pour que Hulk puisse effectuer un « modeste » saut vertical de 120 mètres de hauteur par-dessus un building new-yorkais, il faut que sa vitesse initiale soit de l'ordre de 50 mètres par seconde. Sachant que la masse de ce gaillard d'environ 2,50 tonnes est estimée à 250 kilogrammes (et supposant que le saut dure trois centièmes de seconde), la force qu'il doit exercer au moment du bond doit être de l'ordre de 400 000 newtons. Cela correspond au poids d'une masse de 40 tonnes ou à une pression au niveau des pieds de l'ordre de trois millions de pascals (3 MPa), soit 30 fois la pression atmosphérique !

Si le béton de New York résiste à des pressions de dix millions de pascals, en pratique ce n'est le cas ni des os ni des tendons de Hulk, qui ne supporteraient probablement pas les contraintes imposées lors du décollage