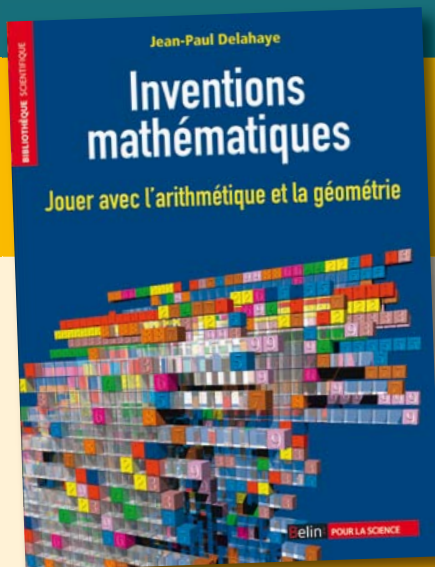


L'univers mathématique

de Jean-Paul Delahaye



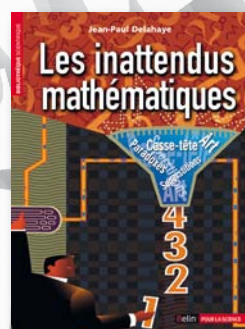
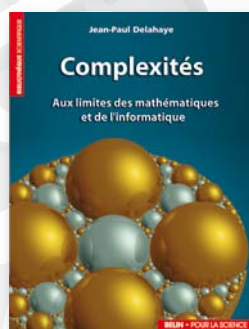
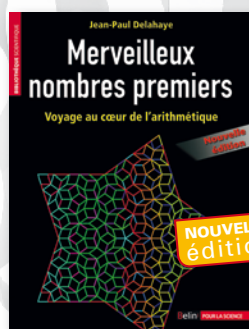
NOUVEAU !

Inventions mathématiques

Jouer avec l'arithmétique et la géométrie

Les mathématiques sont vivantes et l'imagination des chercheurs et des amateurs n'est jamais en repos. Sans cesse, de nouvelles idées conduisent à des inventions qui réjouissent, étonnent et instruisent. Dans ce livre, vous trouverez des figures paradoxales, des jeux classiques comme le Tangram et le cube de Rubik, des problèmes du quotidien tels le découpage d'une pizza ou l'accrochage d'un tableau, des énigmes élémentaires ou complexes, ou encore des images grises où la cryptographie cache des visages et des animaux. Vous serez étonné... à chaque page !

À l'occasion de la parution de son nouveau livre **Inventions Mathématiques**, redécouvrez l'ensemble de ses ouvrages parus dans la collection Bibliothèque scientifique.



Retrouvez Jean-Paul Delahaye chaque mois dans la rubrique "Logique et calcul" de *Pour la Science* !

Jean-Paul Delahaye est professeur d'informatique à l'Université des sciences et technologies de Lille et chercheur au Laboratoire d'informatique fondamentale du CNRS, à Lille.

HOMO SAPIENS INFORMATICUS chronique de Gilles Dowek

Homo habilis hypercapitalisticus

Pour construire une usine de circuits intégrés, l'État ne suffit plus : il faut des millions d'investisseurs.



Un « investissement » est un acte par lequel on renonce à consommer quelque chose aujourd'hui afin de produire et consommer davantage demain. Les dictionnaires d'économie nous donnent tous le même exemple : un Robinson qui, seul sur son île, consacre une journée de travail à la fabrication d'un filet, au lieu de la passer à pêcher à la ligne. Ce Robinson investit, car il renonce au produit d'une journée de pêche, afin de pouvoir, quand son filet sera terminé, pêcher davantage de poisson avec moins d'efforts.

Homo habilis, qui est le premier hominidé à avoir fabriqué des outils, est aussi le premier à avoir investi, car fabriquer un outil consiste précisément à consacrer du temps de travail à la fabrication d'un objet qui permettra, par la suite, d'en produire d'autres à moindre coût.

Ce que l'on renonce à consommer aujourd'hui constitue le « capital investi » et on peut classer différentes activités productives – la pêche au filet, la fabrication de céramiques, la fabrication de voitures, etc. – en fonction du capital qu'elles demandent d'investir. Dans ce classement, la fabrication des circuits intégrés, dont sont faits nos ordinateurs, constitue une sorte de record : le coût de la construction d'une usine qui fabrique de tels circuits se mesure en milliards, voire dizaines de milliards, d'euros, alors que celui d'une usine de voitures, par exemple, ne se mesure qu'en dizaines ou centaines de millions.

Et plus les circuits sont miniaturisés, plus le coût de l'usine est élevé. De ce fait, il n'y a dans le monde qu'un petit nombre d'usines capables de fabriquer les circuits les plus miniaturisés que l'on sache réaliser aujourd'hui – dans lesquels la grille d'un transistor mesure moins de 32 nanomètres : six aux États-Unis, quatre à Taïwan, deux en Europe – l'une à Dresde (Allemagne) et l'autre à Crolles (France) –, une en Corée du Sud et une en Israël.

Pour rentabiliser un tel investissement, ces usines doivent produire beaucoup de

L'augmentation du coût des outils que nous fabriquons est peut-être l'une des raisons pour lesquelles le secteur de la finance a pris autant d'importance.

circuits, si bien que, en général, elles ne les conçoivent pas elles-mêmes. D'autres entreprises le font et leur communiquent les plans des circuits à fabriquer dans un langage spécial, un « langage de description de matériel ». Il n'est pas possible de modifier ces plans après avoir fabriqué et testé les premiers circuits, si bien que ces plans ne doivent comporter aucune erreur au départ.

Le coût élevé des usines de circuits intégrés n'est pas un phénomène isolé : tout au long de l'histoire des techniques, on n'a cessé de fabriquer des outils de plus en plus élaborés et de plus en plus chers, pour arriver à ces outils qui exigent de beaucoup renoncer à consommer aujourd'hui,

pour produire et consommer beaucoup plus demain. Nous sommes ainsi devenus des *Homo habilis hypercapitalisticus* : nous appartenons à une espèce qui non seulement fabrique des outils, mais, de plus, fabrique des outils très chers.

Un pêcheur pouvait investir seul dans la fabrication d'un filet, une famille dans la construction d'une fabrique de céramiques, un État dans celle d'une usine de voitures. Mais construire une usine de circuits intégrés dépasse les capacités d'investissement d'une personne, d'une famille ou même d'un État : il faut que plusieurs millions de personnes investissent ensemble, ce qui demande une certaine coordination.

Cette coordination est aujourd'hui apportée par le secteur de la finance et l'augmentation du coût des outils que nous fabriquons est peut-être l'une des raisons pour lesquelles ce secteur a pris une telle importance.

Le pouvoir qu'il a pris sur nos existences est souvent critiqué ; mais ces critiques, pour justes qu'elles soient, resteront inefficaces tant que l'on n'inventera pas de nouvelles méthodes de coordination des investissements, afin de continuer à fabriquer des circuits intégrés sans subir ce pouvoir excessif. Et il n'est pas certain que les entreprises de financement collaboratif telles que *KissKissBankBank* soient une réponse à la mesure du problème. ■

Gilles DOWEK est chercheur à l'Inria et membre du conseil scientifique de la Société informatique de France.

CABINET DE CURIOSITÉS SOCIOLOGIQUES par Gérald Bronner



Une question de taille

Parce que la gestion de nos achats alimentaires exige des efforts cognitifs importants, nous les évaluons mal et gaspillons. Une solution consisterait-elle à réduire la taille des contenants ?

Il y a des secteurs économiques qui ne connaissent pas la crise. C'est notamment le cas du self-stockage : des entreprises proposent des surfaces de un à plusieurs dizaines de mètres carrés pour entreposer des objets. La personne qui les loue peut y accéder à tout moment pour déposer « provisoirement » des objets électroménagers ou des meubles dont elle n'a pas l'usage ou qu'elle possède en plusieurs exemplaires. En quelques années, le nombre de ces entreprises a plus que doublé en France. Aux États-Unis, en 2010, leur chiffre d'affaires s'élevait à 20 milliards de dollars, soit dix fois plus que celui de *Facebook*.

Elles proposent en quelque sorte d'éponger notre trop-plein de consommation. Leur vitalité, à ce titre, peut être considérée comme un des symptômes du gâchis dont se rendent coupables nos sociétés. Si l'on ajoute à cela qu'un tiers des produits dont nous garnissons nos réfrigérateurs finiront à la poubelle, ce gaspillage prend facilement les atours d'un scandale moral. Pourquoi faut-il donc que nous emplissions nos réfrigérateurs de cette façon ? Sans doute parce que l'activité qui consiste à faire des courses est fastidieuse et que nous souhaitons nous en acquitter « une fois pour toutes », qu'elle soit hebdomadaire ou mensuelle.

En outre, surveiller arithmétiquement les dates de péremption des produits que nous achetons et évaluer avec justesse nos besoins futurs constituent des activités dont la complexité excède les efforts mentaux que nous sommes prêts à consentir. Cela n'éclaire que

partiellement les raisons qui nous conduisent à ces excès. Il faudrait y ajouter le fait que nous sommes peu compétents pour évaluer nos propres désirs, notamment en termes d'alimentation. Dans une société qui fournit de la nourriture en quantité industrielle, le risque du gâchis représente moins pour nous que la peur de ne pas satisfaire nos désirs possibles.

Dans ces conditions, comment faire ? Nous pouvons compter sur la vertu des individus, leur expliquer combien cette gabegie est moralement problématique, et miser sur une autorégulation du désir. Il faut reconnaître qu'il n'y a pas beaucoup d'exemples où de telles entreprises aient fonctionné durablement et dans une société dans son ensemble. On peut encore manier le bâton et imaginer des lois coercitives (ticket d'alimentation, hausse des prix, etc., qui puniraient prioritairement les plus pauvres), mais chacun reconnaît que ce type d'actions est peu souhaitable.

Une étude récente fournit une piste d'un autre genre. Elle montre que les individus ont tendance à manger presque tout le contenu de leur assiette lorsqu'ils se servent eux-mêmes. Un peu plus pour un repas (92,8 pour cent) que pour une simple collation (76,1 pour cent), plus aussi s'ils se concentrent sur leur mets (97,1 pour cent) que si on les distrait (88,8 pour cent). Mais, en moyenne, ils mangent 92 pour cent du contenu de leur assiette.

Dans une certaine limite, ce n'est donc pas le volume global de ce qui est mangé

qui importe. C'est plutôt l'impression que ressent le consommateur d'avoir « honoré » son repas. Dans ces conditions, deux solutions sont possibles qui relèvent d'une approche volumétrique du problème. Soit l'on imagine des contenants infinis et l'on

Il faut veiller à ce que la concurrence, nécessaire dans une économie de marché, n'élargisse pas jusqu'au déraisonnable le domaine du possible consumériste.

suppose que la notion de « à chacun selon ses besoins » prévaudra. Soit on réduit la taille des assiettes. Seule la seconde solution étant envisageable, on imagine qu'en accord avec l'industrie, nombre de nos objets du quotidien pourraient être revisités pour inciter à une frugalité raisonnable sans qu'il soit nécessaire de promulguer des lois liberticides ou d'espérer d'improbables conduites vertueuses. Et pourquoi ne pas réduire aussi la taille moyenne des réfrigérateurs ?

Notre nature paraît ainsi faite que nous chercherons toujours à remplir le vide que notre espace privé met à notre disposition. Gérer ces espaces vides est une question politique : il faut veiller à ce que la concurrence, nécessaire dans une économie de marché, n'élargisse pas jusqu'au déraisonnable le domaine du possible consumériste. ■

Gérald BRONNER est professeur de sociologie à l'Université Paris-Diderot.