

accusent aussi les industriels de faire passer la quantité de produits devant leur qualité ou leur durabilité, afin de rentabiliser les machines. On s'oppose aussi aux pollutions et aux nuisances. Des intellectuels romantiques participent au mouvement.

PLS

N'y a-t-il pas toujours eu des personnes opposées aux innovations ?

J.-B. F. : Oui, mais ce qui est intéressant ici, c'est la multitude des discours et des solutions proposées : les résistances ne portent jamais sur « la » technique en général, mais sur « une » technique particulière. Il revient alors à l'historien de mettre en lumière les alternatives existantes à chaque moment : au lieu des chemins de fer coûteux, des canaux plus économes ; au lieu du gaz d'éclairage et ses dangers d'explosion, des lampes à huile ; etc. Or ces alternatives n'ont pas été prises en compte par l'historiographie de la « révolution industrielle » qui a dominé les décennies d'après 1945. La mécanisation et la production de masse étaient dépeintes comme inexorables, et les luttes comme rétrogrades.

De fait, l'histoire des débats, résistances et alternatives nous apprend que l'Anthropocène n'était pas inéluctable, mais le fruit d'une succession de choix.

PLS

Pourriez-vous donner un exemple concret ?

J.-B. F. : Prenons le cas de l'énergie. La focalisation des historiens sur la révolution industrielle et les énergies fossiles masque la prédominance des énergies renouvelables jusqu'à la fin du XIX^e siècle. Par exemple, c'est au début du XX^e siècle que le nombre de chevaux atteint son apogée aux États-Unis. De même, vers 1870, l'hydraulique y fournit 75 pour cent de l'énergie industrielle, et 92 pour cent du tonnage de la marine marchande britannique est encore à voile.

L'histoire des énergies renouvelables, animales, éoliennes et solaires, avant qu'elles ne soient considérées comme « alternatives », fait apparaître un passé riche de trajectoires techniques négligées. À la fin du XIX^e siècle, six millions d'éoliennes activant autant de puits ont

L'impact humain en chiffres :

Entre 1950 et 2000, plusieurs indicateurs de l'impact humain sur le système Terre se sont emballés :

- La population mondiale a plus que doublé.
- La consommation d'eau a triplé.
- La consommation d'engrais a été multipliée par cinq.
- La consommation de papier a été multipliée par cinq.
- Les pertes de forêt ont triplé.
- Le nombre de barrages de rivière construits a été multiplié par six.
- Le nombre de véhicules motorisés est passé de quelques dizaines de milliers à plus de 600 millions.

participé à l'ouverture des plaines du Midwest américain à l'agriculture et à l'élevage. Dans le monde rural américain, la production d'électricité décentralisée (par des éoliennes et des batteries) a dominé, jusqu'aux grands programmes d'électrification rurale de la Dépression et de l'après-guerre.

De même, l'énergie solaire a bien failli s'imposer aux États-Unis pour les usages domestiques. En Californie et en Floride, près de 80 pour cent des habitations étaient équipées de chauffe-eaux solaires en 1950, jusqu'à ce que les compagnies électriques exercent une forte pression en faveur du chauffage électrique. Les industries pétrolière et automobile ont aussi travaillé à la banqueroute des compagnies de tramways dans les années 1930 (allant même jusqu'à racheter des lignes pour les fermer) afin de vendre leurs produits plus rentables.

PLS

En quoi ce regard historique peut-il nous aider à stabiliser le système Terre ?

J.-B. F. : En révélant la stratification des intérêts et des décisions qui ont abouti à la construction de notre monde, l'histoire nous ouvre des libertés pour le présent. Par exemple, elle montre que la pétrolisation du monde est le résultat de choix politiques et militaires. Elle est tout d'abord le fait de l'urbanisation de la périphérie des villes et de la motorisation des sociétés occidentales – un processus encouragé par les dirigeants américains conservateurs pour lutter contre le communisme : la périurbanisation défaisait les solidarités ethniques et sociales qui avaient été le support des solidarités ouvrières et des grandes grèves en 1917 et 1946. Les militaires ont aussi joué un grand rôle. Notamment, la logistique du pétrole est sortie transformée de la Seconde Guerre mondiale : pipelines et capacités de raffinage ont augmenté de façon brutale pour répondre aux besoins militaires.

En nous aidant à identifier des institutions, des élites sociales, des systèmes matériels puissants qui nous ont fait basculer dans l'Anthropocène, l'histoire nous indique sur quels leviers décisionnaires des contraintes politiques fortes doivent être appliquées en priorité. ■

Propos recueillis par Marie-Neige CORDONNIER

HOMO SAPIENS INFORMATICUS chronique de Gilles Dowek



Le zappeur et le chercheur

La profusion d'informations disponibles conduit au zappage, qui n'est pas forcément à déplorer : ce mode de connaissance se rapproche de celui des chercheurs.

Depuis l'invention du Web, en 1990, nous sommes tous devenus des « zappeurs » : nous avons pris l'habitude de sauter d'une information à une autre, au lieu de rester concentrés sur la première. Cela nous donne une connaissance fragmentée, constituée d'une multitude d'articles de journaux auxquels nous avons juste jeté un coup d'œil, de livres que nous avons commencés sans les terminer, ou de morceaux de cours que nous avons suivis en dilettante, sans aller jusqu'à passer l'examen.

Il faut sans doute relativiser ce jugement quand on connaît le nombre de lecteurs qui sont venus à bout des 4 606 pages de *Harry Potter* – de fait, la longueur des œuvres de fiction ne cesse d'augmenter, notamment avec les séries télévisées. Mais il est probable que l'abondance d'informations augmente notre propension à leur réception partielle.

Ce phénomène n'est pas difficile à expliquer. Au XX^e siècle, voir un film exigeait de se déplacer jusqu'à une salle de cinéma, de le faire à une heure précise, d'acheter une place... et même si le film nous ennuyait un peu, nous restions jusqu'au bout, car il était difficile de changer de salle pour aller voir un autre film peut-être meilleur. En revanche, quand nous regardons le même film en flux continu, sur un ordinateur ou une tablette, il est très facile d'en changer, si celui que nous regardons ne nous plaît pas.

Une façon plus positive de présenter les choses serait donc de dire que l'abon-

dance d'informations nous a rendus plus sélectifs. Car quel intérêt y a-t-il à terminer un mauvais film, sous prétexte que nous l'avons commencé ? De même, le fort « taux de décrochage » des cours en ligne peut être interprété comme le fait que ces cours, contrairement aux cours en chaire, attirent des curieux désireux de s'initier à, disons, l'écriture cunéiforme, mais qui n'ont aucune intention de passer un diplôme d'assyriologie, ni de devenir capables de lire l'*Épopée de Gilgamesh* dans le texte.

L'encyclopédisme fragmenté auquel donne lieu le zappage pourrait devenir l'un des objectifs de l'école.

Le point peut-être le plus intéressant est que l'organisation des connaissances du zappeur rapproche ce dernier du chercheur. À l'image d'Épinal du savant qui sait tout s'est substituée celle du chercheur qui sait tout sur son domaine de recherche, mais est totalement ignorant dès que l'on en sort. Cette seconde caricature est bien entendu aussi fausse que la première : outre des connaissances spécialisées et opérationnelles dans son domaine, un chercheur a aussi une multitude de connaissances disparates sur des sujets voisins, venues d'un article lu mais oublié, d'un séminaire écouté distraitement, d'une conversation avec un collègue, d'un article lu dans *Pour la Science*, etc.

Comme le zappeur, le chercheur est – depuis longtemps, avant même l'arrivée du Web – bombardé d'informations : articles, conférences, séminaires, etc., et s'il intègre une partie de ces informations en des connaissances structurées, il laisse aussi s'accumuler dans son cerveau une foule de connaissances fragmentées. Ces dernières jouent d'ailleurs un rôle central dans sa dynamique intellectuelle, car elles balisent le terrain sur lequel il pourra, plus tard, développer des connaissances plus structurées.

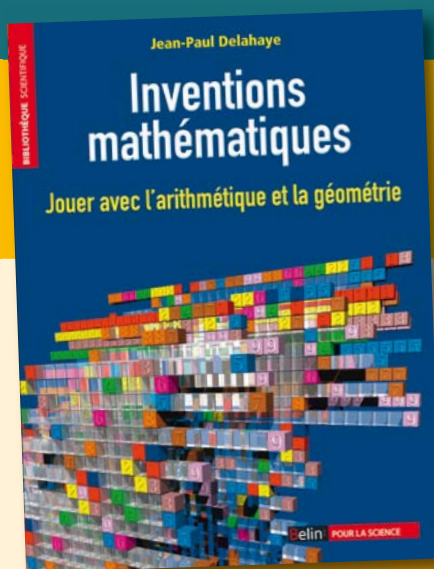
Le développement du zappage serait donc simplement la généralisation à la population entière d'un mode de connaissance que les chercheurs expérimentent depuis longtemps.

Ce nouvel encyclopédisme fragmenté pourrait devenir l'un des objectifs de l'école : les lycéens savent aujourd'hui parfaitement résoudre les équations du deuxième degré, mais la plupart ignorent qu'il existe aussi des méthodes similaires pour résoudre les équations du troisième et du quatrième degré, et qu'il ne peut pas en exister au-delà. Sans avoir à apprendre les détails des méthodes de Cardan et Ferrari – que beaucoup de mathématiciens de métier ignorent –, il ne serait pas inutile qu'ils en aient entendu parler, autrement dit que l'école intègre une part de ce que l'on appelait au XX^e siècle la « vulgarisation ».

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

L'univers mathématique

de Jean-Paul Delahaye



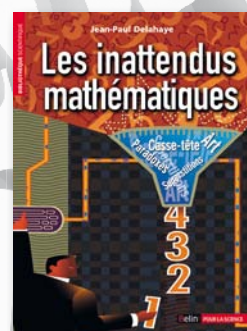
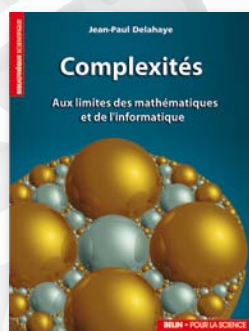
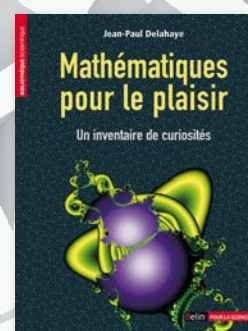
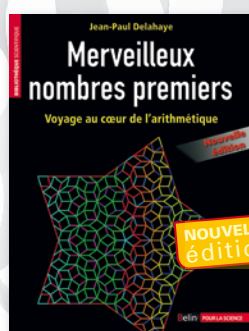
NOUVEAU !

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.