

- des prédictions produites par des ordinateurs à partir de théories trop complexes pour être comprises. Par exemple, contrairement à ce que l'on entend parfois, ce n'est pas le fait que tous les modèles climatiques s'accordent dans leurs prédictions qui importe, mais le fait que les prédictions passées aient été en accord, ou non, avec les observations.

Comme souvent, ces transformations de la technique et de la science en annoncent d'autres, dans divers autres domaines de notre culture. Un premier changement, conséquence de cette capacité nouvelle de collecter, stocker, transformer et transmettre de grandes quantités d'information, est celui de notre rapport à la mémoire et au passé.

La plupart des quelque 100 milliards de femmes et d'hommes qui ont vécu avant nous n'ont laissé aucune trace de leur passage sur Terre. Par exemple, malgré l'écriture et l'imprimerie, peu d'entre nous peuvent citer le nom et le prénom de leurs 16 arrière-arrière-grands-parents. Et les plus anciennes personnes dont nous connaissons le nom, sans doute quelques souverains de Mésopotamie ou d'Égypte, remontent à un passé relativement récent. De l'histoire de l'humanité durant les centaines de milliers d'années qui les ont précédés, depuis l'apparition des premiers *Homo sapiens*, nous n'avons presque aucune trace.

UN BIG BROTHER HYPERMNÉSIQUE

Les femmes et les hommes des siècles prochains auront une vision bien différente de leur passé, car les capacités actuelles de stockage de l'information rendent l'humanité hypermnésique. Ainsi, nos descendants connaîtront mieux que nous leur arbre généalogique; et au lieu d'un nom laissé, pour toute trace, dans un registre d'état civil, ils pourront conserver sur chacun de leurs lointains ancêtres une grande quantité d'informations. Et les futurs historiens rendent jaloux ceux d'aujourd'hui, car ils disposeront de documents bien plus nombreux et complets...

Cette médaille a son revers: il n'est pas si facile de vivre en sachant que chacun de ses gestes laisse potentiellement une trace à la postérité – c'est vivre avec un *Big Brother* hypermnésique. Aussi est-il probable, et souhaitable, que se développera un véritable droit à l'oubli, afin de permettre à chacun de décider des traces qu'il souhaite effacer ou transmettre. Ces préoccupations sont à l'origine des recherches des informaticiens qui développent des techniques pour protéger la vie privée, par exemple celle des personnes enregistrées dans des bases de données.

D'autres éléments de la culture humaine transformés par cette capacité nouvelle à

collecter, stocker, transmettre et transformer de grandes quantités d'information sont les institutions politiques. Notre démocratie représentative a été inventée aux XVII^e et XVIII^e siècles, à une époque où le débit de l'information que chaque citoyen pouvait communiquer à la collectivité – et, de façon symétrique, la collectivité à chaque citoyen – était très faible.

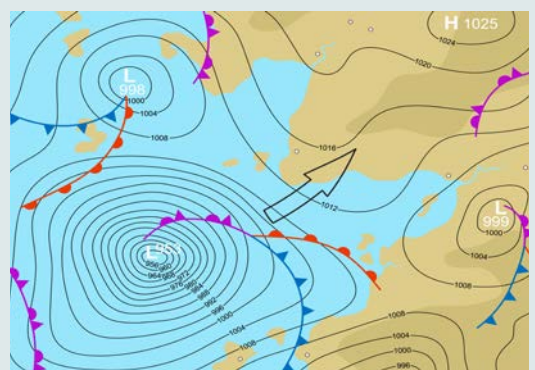
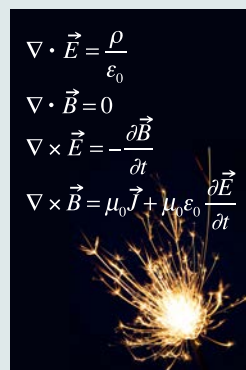
De fait, en participant tous les cinq ans à l'élection d'un chef d'État parmi 16 candidats, chaque citoyen communique à la collectivité une information de quatre bits. Le débit d'information est donc de 0,8 bit par an – soit 2×10^{-8} bit par seconde. On peut ajouter l'information communiquée lors des élections législatives, locales..., l'ordre de grandeur reste le même: quelques bits par an.

Aussi, jusqu'au XX^e siècle, de nombreuses stratégies – tracts, pétitions, manifestations, etc. – ont été inventées pour accroître cette quantité. Ces formes de militantisme ont vieilli et sont aujourd'hui remplacées par d'autres: sites Web, pétitions en ligne... La faible quantité d'information échangée a également pour conséquence que, lors d'une unique élection, nous décidons à la fois du devenir de l'armée, de la police, de la justice, de la diplomatie, de l'éducation, de la recherche, de la santé, des arts, du logement, de

DES THÉORIES SCIENTIFIQUES QUI S'ALLONGENT ?

Les phénomènes électriques et magnétiques, telles des étincelles (à gauche), sont bien décrits à partir de la théorie électromagnétique élaborée par James Clerk Maxwell vers 1870. Cette théorie s'exprime sous forme compacte par quatre équations vectorielles (les « équations de Maxwell ») mettant en jeu le champ

électrique $\vec{E}$ et le champ magnétique $\vec{B}$. En revanche, les prévisions météorologiques (à droite) résultent de modélisations théoriques et de calculs qu'il est impossible d'exprimer sous forme courte. Avec les données massives, les situations de ce type seront probablement de plus en plus fréquentes.



l'économie, de l'agriculture, du travail... Un chef d'État, comme un roi de jadis, est en effet en charge de toutes ces questions.

L'augmentation du débit de l'information que chaque citoyen peut communiquer à la collectivité et que la collectivité peut communiquer à chaque citoyen permet d'imaginer d'autres formes de démocraties, par exemple des systèmes électifs où plusieurs représentants, élus indépendamment les uns des autres, gèrent chacune de ces questions. La séparation des pouvoirs, jusqu'ici limitée aux trois pouvoirs législatif, exécutif et judiciaire, sera peut-être bientôt rendue possible à une toute autre échelle. Cette augmentation de la quantité d'information que chaque citoyen peut échanger avec la collectivité est sans doute l'une des causes du vieillissement rapide de nos institutions, qui ne sont plus en phase avec les techniques.

NOURRIR L'ÉCONOMIE

Une autre transformation est celle de nos économies, dont l'information est, selon une métaphore déjà un peu usée, le nouveau pétrole. Par exemple, chacun de nos achats en ligne, ainsi que dans un magasin dont nous détenons une carte de fidélité, permet aux commerçants de construire notre profil de consommateur et de nous proposer des produits adaptés à nos besoins et nos désirs. Mais ces constructions de profils individuels ne sont qu'une partie de l'énorme iceberg que représentent les données en économie.

Il est ainsi devenu possible de suivre en temps réel la progression d'une épidémie de grippe simplement en comptant le nombre de requêtes dans un moteur de recherche qui portent sur un mot lié à la grippe – alors que les signalements par les médecins aux autorités de santé ne permettent de suivre la progression d'une épidémie qu'avec plusieurs jours de retard. Ce type d'information est beaucoup plus utile à l'industrie pharmaceutique, qui essaie d'anticiper nos besoins en médicaments, que de construire le profil de tel ou tel consommateur.

De même, les achats de pétrole ou de gaz sont conditionnés à la fois par les prévisions météorologiques à moyen terme et par l'analyse du comportement collectif des consommateurs en réaction à une vague de froid ou à un hiver clément. Sans de telles analyses, il deviendra rapidement impossible pour une entreprise de se maintenir sur le marché du gaz ou des médicaments. Et cela explique, parmi d'autres raisons, que certains pays, dont la Chine, aient décidé de développer leurs propres moteurs de recherche et de limiter l'accès aux moteurs de recherche étrangers, pour ne pas laisser fuir cette information, comme nous le faisons en Europe.



Lorsqu'un citoyen vote, il communique à la collectivité, via son bulletin, quelques bits d'information à peine. La technologie actuelle permet pourtant de transmettre beaucoup plus d'information par des sites Web, des blogs... À quand des institutions politiques adaptées, qui profiteraient de ces capacités techniques ?

Un autre domaine qui subit l'influence du déluge de données est celui de l'éducation. Depuis quelque temps déjà, les enseignants savent que toutes les connaissances qu'ils transmettent à leurs élèves sont déjà disponibles sur le Web. Le rôle des enseignants n'est plus d'être une source d'information, la bouche d'où s'écoule la connaissance, mais de donner un sens à cette information, d'aider leurs élèves à se l'approprier et de leur en montrer la cohérence et l'utilité.

Le déluge de données bouleverse le secteur de l'éducation plus radicalement encore, en transformant l'enseignement à distance. Nous prenons conscience rétrospectivement du caractère élitiste des universités du ^{xx}e siècle, qui s'adressaient uniquement à ceux qui pouvaient être présents quand la connaissance sortait de la bouche de l'enseignant. Pour les autres, qui travaillent en plus d'étudier, ou qui vivent dans un village ou un bidonville loin des centres universitaires, rien n'était possible. L'augmentation des capacités de stockage de l'information, en permettant l'enregistrement des cours en vidéo et leur accès de manière souple et depuis le monde entier, contribuera sans doute à réaliser ce vieux rêve d'une éducation pour tous.

Nous comprenons plus ou moins l'impact de ces possibilités nouvelles de collecter, stocker, transformer et transmettre de l'information à grande échelle sur tel ou tel élément de notre culture – la science, la politique, l'économie, l'enseignement, etc. Mais nous avons encore du mal à penser globalement ces transformations. C'est le défi qui s'offre aujourd'hui à nous. ■

BIBLIOGRAPHIE

Dossier « Universités en ligne », *Pour la Science* n° 431, pp. 33-49, septembre 2013.

M. SERRES, *Petite Poucette*, Le Pommier, 2012.

E. HOOG, *Mémoire année zéro*, Seuil, 2009.