



# L'électricité du numérique

Jean-Paul Delahaye

Professeur émérite à l'Université de Lille

Les dispositifs numériques partout présents dans le monde consomment massivement de l'électricité. Il s'agit de nos smartphones, de nos ordinateurs, de nos écrans, des serveurs qui font fonctionner les réseaux et permettent aux données qu'on envoie de circuler, et aux données qu'on veut consulter de nous parvenir. Il s'agit bien sûr aussi des data-centers, ces centres de données qui collectent, gardent et trient toutes sortes d'informations : moteurs de recherche, médias d'actualité, centres de stockage d'articles scientifiques en ligne, équipements informatiques pour mettre à jour et faire fonctionner les GPS, centres de calcul météo ou de recherche...

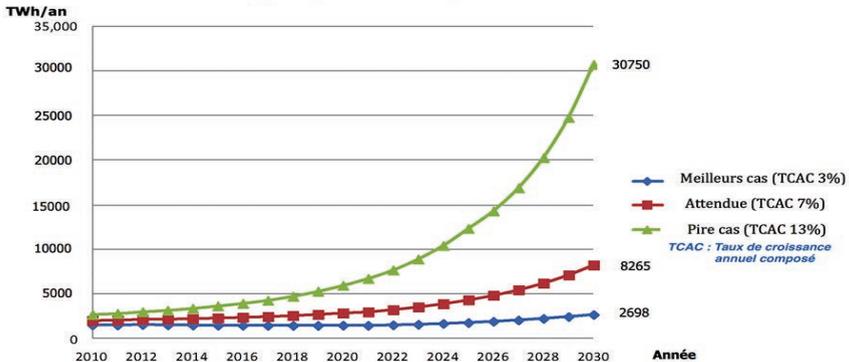
## Une part croissante de l'énergie dépensée par le numérique

Dans un rapport publié en 2016, le conseiller scientifique Joël Hamelin écrit : «*En 2012, la consommation électrique du numérique était de 930 TWh/an, soit 4,7% de la consommation mondiale [ ... ]. Ce ratio était de 4% en 2007. La progression de l'énergie électrique dépensée par le numérique est estimée en 2016 à 6,6% par an et devrait évoluer au même rythme dans les prochaines années. La consommation électrique mondiale [ totale ] a progressé durant les quarante dernières années de 3,2% par an. En 2020, la consommation électrique mondiale [ du numérique ] devrait être de 1 550 TWh/an et de 2 940 TWh/an en 2030, soit respectivement 5,8% et 8% de la consommation globale.* » (Énergie et numérique, indicateurs France Stratégie, 2016)

Devons-nous nous inquiéter de cela ? Devons-nous tenter de limiter cette part croissante de l'énergie électrique dépensée par le numérique ?

La réponse est bien évidemment oui. Autant que nous le pouvons, nous devons limiter cette dépense, de la même façon que nous devons limiter toutes les dépenses énergétiques car toutes ont un impact environnemental que l'on doit réussir à contrôler.

## Projection de la consommation mondiale annuelle du numérique (TWh/an) 2010-2030



Source : On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030, A. Andrae, T. Edler, Challenges, 2015.

Prévisions jusqu'en 2030 de la dépense du numérique selon diverses hypothèses.

Source : On Global Electricity Usage of Communication Technology : Trends to 2030. Anders Andrae, Tomas Edler, Challenges, 2015

Pour autant, il ne faut pas se tromper d'ennemi. Lorsque l'on utilise un ordinateur pour consulter un article de journal (ou les références proposées en dernière page de ce texte), cela nous évite probablement un déplacement physique qui aurait coûté en énergie fossile, et cela nous évite aussi de consommer le papier qui aurait servi à l'imprimer. Le bilan précis permettant de savoir si l'on est « gagnant » avec la version numérique de l'article numérique est très délicat à calculer car il dépend de la taille de l'article lu, de l'éloignement du site Internet utilisé pour télécharger l'article, de la taille de l'écran pour le visualiser, et bien sûr dans l'hypothèse de l'achat du journal de la distance parcourue pour aller l'acheter et de la façon dont il est produit et distribué.

Il est cependant certain que le numérique est plus économique dans la très grande majorité des situations. Cette remarque vaut aussi pour les courriers électroniques comparés aux envois de courriers postaux, à condition bien évidemment de ne pas faire imprimer ses courriels.

**Il est important de ne pas se tromper d'ennemi !**

Deux autres points ne doivent pas être oubliés. Déjà, envoyer un courrier électronique sans fichier attaché demande un transfert de données bien inférieur à ce qui est induit par la consultation d'un article sur un média Internet car ce dernier comportera sans doute des photos ou des images qui

transiteront sur le réseau : on passe de quelques milliers d'octets de données à quelques centaines de milliers d'octets, ou même plus. Cette consultation d'article elle-même demandera beaucoup moins de ressources réseaux (et donc de consommation d'énergie au final) que l'écoute d'un morceau de musique en *streaming*, ou pire le visionnage d'une vidéo ou d'un film : on passe cette fois de quelques centaines de milliers d'octets à quelques dizaines de millions d'octets. Si vous voulez limiter les dépenses électriques liées à votre usage du numérique, ne vous préoccupez donc pas trop de vos courriels, mais plutôt des téléchargements de fichiers volumineux (provoqués par le «surf» sur Internet) et surtout prenez garde au *streaming* audio et vidéo : un épisode de série télé équivaut à plusieurs milliers ou dizaines de milliers de courriers électroniques.

Ensuite, ce que l'on pouvait dire il y a quelques années concernant par exemple le coût d'une requête sur un moteur de recherche (ou de tout autre usage du numérique) évolue rapidement à la baisse. La loi de Gordon Moore indique que les coûts des opérations numériques sont divisés par 2 tous les deux ans. Cette loi est en train lentement de s'épuiser et doit être réévaluée (les deux ans devenant trois, et sans doute bientôt quatre). Pourtant, actuellement, il se produit toujours une baisse du coût énergétique d'une opération donnée. Si la consommation du numérique croît au rythme de 6% ou 7% par an, c'est que l'on est de plus en plus nombreux à l'utiliser, que chacun l'utilise beaucoup plus et que l'on se permet des opérations de plus en plus coûteuses en calcul (le *streaming* par exemple), ce qui, malgré la baisse des coûts de chaque opération, engendre globalement une augmentation.

La taille des écrans des smartphones et ordinateurs est un exemple de ce confort que l'on se permet et qui demande, pour fonctionner, des quantités de calculs croissantes, qui heureusement (grâce notamment à la loi de Moore) ne se traduisent pas proportionnellement en dépenses électriques.



## Les chaînes de blocs et la consommation électrique

Les centres de données tentent, pour des raisons économiques évidentes, de dépenser moins d'énergie ; ils y parviennent grâce aux progrès de leur conception. D'une manière générale, toutes les opérations de calcul

qu'engendre l'usage du numérique continueront de baisser par opération, que ce soit l'envoi d'un courrier électronique, une requête informatique, l'écoute d'une chanson en ligne... En outre, les opérations que l'on effectue grâce au numérique font souvent économiser d'autres dépenses énergétiques ( transports, papier... ). Il faut être vigilant, attentif et progresser encore, mais ne pas considérer que le numérique est mauvais en soi pour l'environnement et qu'il faut absolument en limiter les usages, car on risquerait d'aboutir à l'inverse de ce que l'on souhaite !

Il existe cependant un domaine où la dépense électrique du numérique augmente follement, et cela sans que cela puisse être sérieusement justifié. Il s'agit des opérations de « minage » des crypto-monnaies de type Bitcoin.



Le minage du Bitcoin. Une usine de la firme chinoise Bitmain qui mine du Bitcoin. De dizaines de bâtiments contiennent des milliers de machines qui calculent en continu la fonction SHA256 révisions jusqu'en 2030 de la dépense du numérique selon diverses hypothèses.

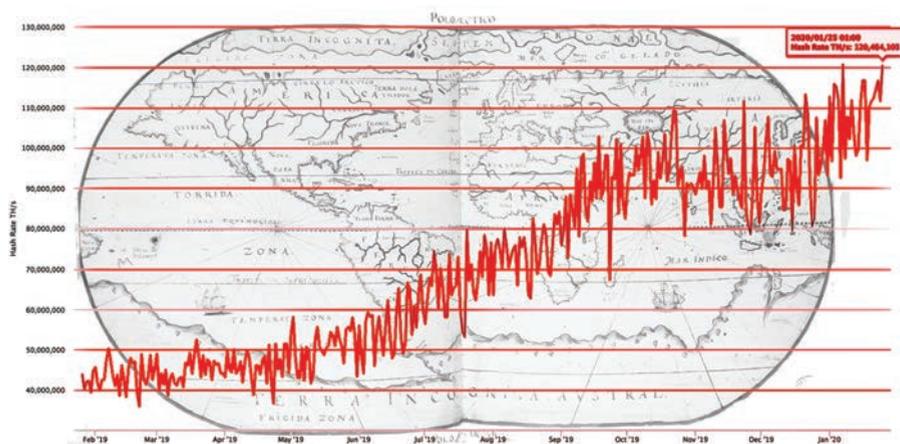
© Shofon.net

Sans entrer dans les détails faute de place, expliquons le problème avec le minage. Le fonctionnement des monnaies cryptographiques sans autorité centrale de contrôle exige que les ordinateurs validateurs des opérations exécutées sur le réseau ( transactions d'un compte vers un autre, ajout de nouvelles pages à la mémoire de chaque ordinateur validateur ) se coordonnent et s'accordent.

Cette recherche de consensus exige que soit désigné périodiquement un *nœud validateur principal* – toutes les dix minutes environ dans le cas du Bitcoin – sans que l'on puisse anticiper qui jouera ce rôle. Cette désignation tournante du nœud validateur principal peut se faire selon plusieurs méthodes. Les trois principales sont (a) la *preuve de travail*, (b) la *preuve d'enjeu*, et (c) le *fonctionnement tournant* pour les systèmes de consortium, où les nœuds validateurs ne sont pas anonymes et en nombre limité.

## Mauvais choix technologique et électricité gaspillée

La *preuve de travail*, qui est la méthode utilisée par le Bitcoin, consiste à résoudre un problème mathématique. Le réseau formule automatiquement, toutes les dix minutes environ, un problème exigeant par nature une grande quantité de calculs pour être résolu. L'énoncé est tel que résoudre le problème demande « seulement » de disposer d'une certaine capacité à calculer la fonction SHA256 (il s'agit d'une fonction cryptographique de hachage standard). Si un nœud dispose d'une capacité à calculer ce SHA256 équivalent à 10% par exemple de la capacité totale du réseau Bitcoin à calculer ce SHA256, alors ce nœud validateur sera désigné dans 10% des cas comme validateur principal, ce qui lui rapportera à chaque fois une certaine somme car 12,5 bitcoins sont distribués au « gagnant » toutes les dix minutes (en février 2020, et deux fois moins à partir de mai 2020). Ce concours qui, au total, a distribué l'équivalent de plus de cinq milliards de dollars en 2019, a conduit ceux qui y participent à s'équiper en matériels spécialisés et optimisés pour calculer le plus rapidement possibles des SHA256.



La fonction SHA256 est calculée  $120 \times 10^{18}$  fois par seconde, par le réseau Bitcoin (janvier 2020). Ce calcul provoque une dépense électrique équivalente à ce que produisent environ cinq réacteurs nucléaires.

© Trading View, 2020

Ces dispositifs dépensent de l'électricité ! Depuis 2009, la date de mise en marche du Bitcoin, on a assisté à une course folle entre nœuds validateurs, qui a abouti aujourd'hui à ce que le réseau Bitcoin calcule plus de  $10^{20}$  évaluations de la fonction SHA256 par seconde. Ces calculs consomment 40 TWh par an d'électricité au minimum, ce qui est environ le double de ce

que produisent toutes les éoliennes de France (24 TWh/an) et correspond, en ordre de grandeur, à la consommation électrique de pays comme la Suisse ou l'Autriche.

L'absurdité de la situation provient de ce que (b) et (c), les méthodes de consensus concurrentes de la preuve de travail (a), donnent une sécurité au réseau équivalente, sans provoquer de dépense sensible d'électricité. On peut donc dire aujourd'hui que l'on brûle pour rien plus de 40 TWh/an d'électricité à cause de ce mauvais choix technologique au cœur de Bitcoin ! Il faudrait changer la méthode de consensus du Bitcoin, et c'est d'ailleurs ce que va faire le réseau de crypto-monnaie Ethereum (le deuxième en importance derrière Bitcoin). Pour des raisons de gouvernance mal conçue dans le cas de Bitcoin, cela semble impossible pour Bitcoin, et rien aujourd'hui ne semble aller dans ce sens pour cette crypto-monnaie.

Une autre source de gâchis indirectement liée au numérique résulte des appareils mis en veille. Rien qu'en France, la dépense de ces systèmes de veille atteindrait de 8 à 13 TWh/an. Même si tous ces systèmes de mises en veille ne sont pas totalement inutiles, il se trouve sans doute là une possibilité d'économie non négligeable.

Oui, il y a des économies à faire sur les calculs du numérique. Mais ce n'est pas en vous retenant d'écrire des courriels ou même en limitant le nombre de requêtes à votre moteur de recherche préféré que vous parviendrez à quoi que ce soit de sensible. Concentrons-nous sur les plus gros gâchis et laissons tranquilles les usages du numérique vraiment importants, qui sont aussi sources d'économies (en papier, en déplacements...). N'oublions pas aussi, lorsqu'on jette des ordinateurs, des tablettes, des *smartphones* pour les remplacer par des neufs, que cela a un impact environnemental important. Faire durer les matériels est aussi un moyen très sérieux d'économiser la planète.

**J.-P. D.**

### Pour en savoir (un peu) plus :

***Empreinte environnementale du numérique mondial.*** Frédéric Bordage, 2019, disponible en ligne.

***La face cachée du numérique.*** Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), 2019, disponible en ligne.

***L'insoutenable usage de la vidéo en ligne.*** Rapport du Shift Project, 2019, disponible en ligne.

***Pour une sobriété numérique.*** Rapport du Shift Project, 2018, disponible en ligne.

***La folie électrique du Bitcoin.*** Jean-Paul Delahaye, *Pour la science* 294, février 2018, disponible en ligne sur le site de l'auteur.

***Coinshare research.*** The Bitcoin Mining Network, 2019, disponible en ligne.