



L'INSOUTENABLE CROISSANCE DU NUMÉRIQUE

Le numérique connaît une croissance exponentielle et son empreinte environnementale également. Avec la multiplication des équipements et des usages, ce n'est pas près de s'arrêter.

Rarement une technologie aura aussi bien caché son infrastructure physique. Pour beaucoup d'entre nous, prendre un beau paysage en photo avec son smartphone et l'envoyer à ses proches via le groupe familial WhatsApp n'a pas de conséquence environnementale. D'ailleurs, le smartphone n'a même pas perdu 1 % de batterie. Pourtant, n'importe quelle action réalisée sur Internet mobilise une infrastructure large et énergivore.

Pour parvenir jusqu'à l'appareil de vos proches, le fichier numérique immatériel qui transporte le joli paysage traverse des milliers de kilomètres, via des câbles sous-terrains et sous-marins qui sont sous tension électrique. Et si

vous le conservez sur le *cloud*, le fichier se retrouve stocké dans un centre de données qui est branché et climatisé 24 heures sur 24. Enfin, pour parvenir jusqu'à d'autres smartphones, le fichier doit être émis par une antenne relais. Tout cela demande de l'énergie. L'empreinte environnementale du numérique est en réalité conséquente.

AUTANT DE GAZ À EFFET DE SERRE QUE LA RUSSIE

Il est difficile de la mesurer précisément dans son ensemble (production des équipements et utilisation) du fait de son caractère mondial notamment, « une simple requête sur un moteur de recherche pouvant parcourir plusieurs pays », précise Laurent Lefèvre, chercheur en informatique à l'Inria, également directeur adjoint du groupe de recherche au CNRS-EcoInfo. Si l'on s'en tient à la seule partie énergétique de ce bilan environnemental, on estime que le numérique représente 10 % de la consommation électrique mondiale (ce à quoi il faut ajouter d'autres sources tels des hydrocarbures



SSANCE

pour la fabrication des matériels). Un bilan énergétique qui se répartit plus ou moins à parts égales entre la production des équipements (45 %) et leur utilisation (55 %).

Or, le mix électrique mondial fonctionne encore largement aux énergies fossiles (charbon à 38 % et gaz à 23 %), et émet ainsi de grandes quantités de CO₂, le principal contributeur au réchauffement climatique. Résultat : les technologies numériques sont responsables de 3,7 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre [1]. Ce qui veut dire que ce secteur émet une quantité de gaz à effet de serre similaire à celle de l'aviation ou à celle d'un pays comme la Russie. Plus inquiétant : « *Aucun secteur d'activité n'a une croissance équivalente à celle du numérique* »,

10 %

C'est la part du numérique dans la consommation électrique mondiale.

observe Frédéric Bordage, fondateur de la communauté Green IT.

En effet, selon les calculs de l'association The Shift Project, les émissions de gaz à effet de serre dues à la production et à l'usage du numérique augmentent de 8 % par an, si bien que la part du numérique dans les émissions mondiales pourrait atteindre 8 % en 2025. Cette part est évidemment dépendante de l'évolution du mix électrique,

plus ou moins carboné, et de celle des émissions des autres secteurs. Une chose est certaine cependant : elle est croissante et alimentée de tous les côtés.

Car les technologies numériques ont devant elles encore des pans entiers de l'humanité à conquérir et à équiper. En 2016, 49 % seulement des habitants de la planète étaient utilisateurs d'Internet, mais la croissance est exponentielle ; en 2010, ils n'étaient que

28 %. Ce sont principalement les pays en voie de développement qui vont venir en masse grossir les rangs des internautes. Selon la Banque mondiale, 1 milliard d'Indiens n'avaient pas encore accès à Internet en 2016 par exemple, et 755 millions de Chinois. Le réservoir de nouveaux utilisateurs reste conséquent.

Mais cette croissance vient également des pays du Nord. Si la grande majorité de la population est déjà connectée (89 % en France, dont 80 % qui se connectent tous les jours), notre équipement numérique et notre consommation de données ne cessent de grandir. Smartphones, tablettes, ordinateurs, enceintes et téléviseurs connectés, consoles de jeux, imprimante connectée, etc. : le nombre moyen d'objets connectés par personne était de cinq en 2016 en Europe de l'Ouest et de huit en Amérique du Nord. En 2022, ces chiffres pourraient passer respectivement à 9 et 13. Il se vend chaque année 1,5 milliard de smartphones dans le monde, portant à plus de 10 milliards le nombre de ces objets qui se sont écoulés depuis leur apparition, il y a une décennie.

PRODUCTION TRÈS GOURMANDE

Or, la seule production de tous ces équipements (ordinateurs, smartphones...), appelés terminaux car ils sont positionnés à l'extrémité du réseau, est à la fois polluante et très coûteuse énergétiquement, avant même de parler de leur usage. Ils contiennent en effet des métaux précieux et rares, dont l'extraction demande, d'une part, une consommation massive d'eau et de produits chimiques, polluant les sols et les nappes phréatiques, et, d'autre part, de l'énergie, cette fois-ci principalement issue des hydrocarbures, fortement émetteurs de CO₂. Cette production, qui à elle seule est responsable de 45 % du bilan

[1] Il n'existe pas de chiffre global sur la consommation énergétique du numérique issu de mesures directes, mais uniquement des projections réalisées à partir d'échantillons représentatifs. Nous utilisons ici principalement les chiffres de The Shift Project, dont les calculs s'appuient sur la méthode Andrae et Edler.

énergétique total du numérique, se répartit entre smartphones (11 %), ordinateurs (17 %) et téléviseurs (11 %). Et sa gourmandise est telle que 0,2 % de la consommation en eau douce mondiale est imputable aux technologies numériques, selon Green IT. Ce chiffre peut paraître faible, mais en réalité « *la numérique ajoute de la tension sur cette ressource, qui est déjà constante et généralisée* », indique Frédéric Bordage.

Sur le cycle de vie d'un smartphone, sa production représente 90 % de son empreinte énergétique et son alimentation (rechargement des batteries) 10 %. Mais à cela il faut ajouter le fonctionnement du réseau qu'il utilise. En effet, n'importe quelle action sur Internet, comme celle de consulter un site, équivaut à charger des données sur son terminal. Des données qui sont stockées dans un serveur lui-même situé dans un centre de données, les fameux data centers. Pour parvenir jusqu'à notre terminal, les données empruntent les autoroutes numériques qui forment le réseau, constitué de câbles qui quadrillent le globe, de modems, d'antennes, etc. En moyenne, une donnée numérique parcourt 15 000 km, indique l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe).

GROSSE CHALEUR

Toute cette infrastructure est sous tension électrique constante. Elle est donc gourmande en courant. En France, par exemple, le numérique représente 10 % de la consommation électrique nationale, soit 40 tWh. Le réseau et les centres de données représentent 70 % de cette consommation, soit l'équivalent d'un peu plus des deux tiers de la consommation des chauffages électriques des ménages. Les centres de données sont particulièrement énergivores car les serveurs consomment non seulement de l'électricité pour leur fonctionnement, mais ils émettent aussi, et surtout, de la chaleur. L'utilisateur d'un simple ordinateur portable constatant la chaleur dégagée par sa machine

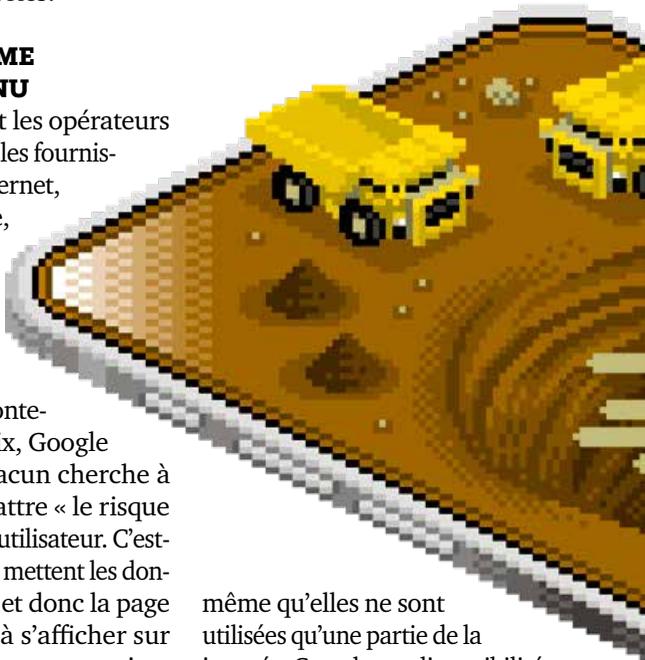
après quelques heures peut aisément imaginer comment la température monte dans ces grands hangars où fonctionnent en continu des dizaines de milliers de serveurs. Pour éviter la surchauffe, les centres de données sont donc constamment refroidis, en partie par l'aération, mais aussi via la climatisation. Une source supplémentaire de consommation d'énergie.

Tout ceci explique qu'au niveau mondial, 55 % de la facture énergétique du numérique provient de son utilisation. Cette consommation liée à l'usage se répartit à parts équivalentes entre les centres de données (19 %), le réseau (16 %) et le chargement des terminaux eux-mêmes (20 %), qu'il s'agisse de

smartphones, d'ordinateurs ou de téléviseurs connectés.

À PLEIN RÉGIME ET EN CONTINU

Or, que ce soient les opérateurs de réseau, comme les fournisseurs d'accès à Internet, à l'instar d'Orange, Bouygues ou SFR, ou ces gestionnaires de centres de données que sont les fournisseurs de contenus comme Netflix, Google ou Facebook, chacun cherche à tout prix à combattre « le risque de latence » pour l'utilisateur. C'est-à-dire le temps que mettent les données à se charger et donc la page Web ou la vidéo à s'afficher sur nos terminaux. Pour y parvenir et pouvoir répondre à n'importe quel moment à une demande très élevée, ils gonflent exagérément leurs infrastructures. « *Les infrastructures sont largement surdimensionnées, que ce soit par le nombre de serveurs dans les centres de données ou par la bande passante des réseaux de communication* », résume Laurent Lefèvre de l'Inria.



même qu'elles ne sont utilisées qu'une partie de la journée. Cette hyperdisponibilité des équipements se traduit également dans l'absence d'adaptation du réseau aux cycles de consommation, « *alors même qu'il peut y avoir une saisonnalité dans certains usages numériques, entre le jour et la nuit, la semaine et le week-end* », ajoute Laurent Lefèvre.

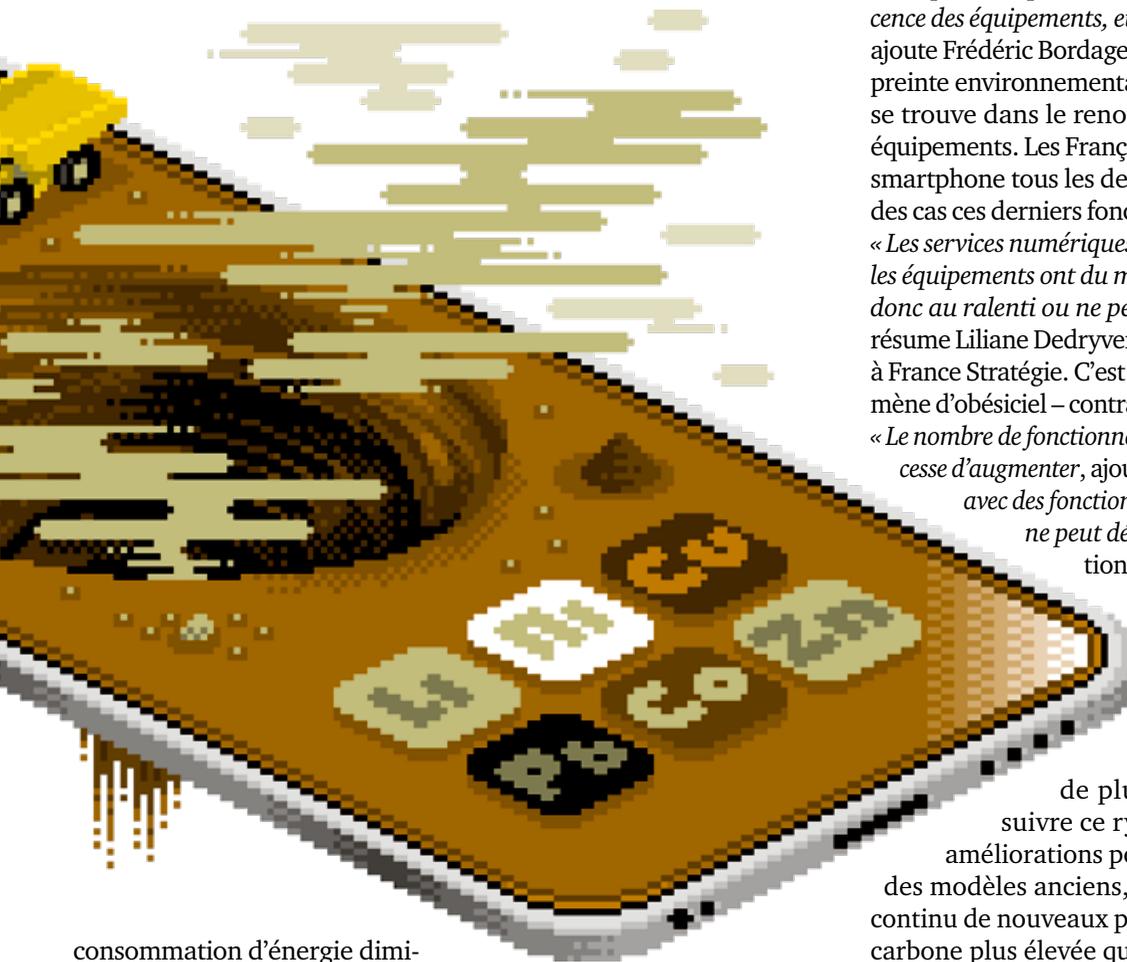
UNE ÉCONOMIE SANS LIMITES

Le numérique s'est en effet construit avec la volonté de livrer un service toujours plus efficace et rapide, mais avec une très faible, voire une absence, de prise en compte de son poids énergétique et environnemental. « *Du côté des fournisseurs, personne n'a vraiment acté qu'il fallait concevoir des limites physiques à l'économie numérique* », estime Hugues Ferrebœuf, chef de projet numérique à The Shift Project. Dans le même temps, le secteur s'est nourri de gains constants d'efficacité énergétique. Et pour une même action, une quantité d'énergie bien moindre qu'hier est aujourd'hui nécessaire. De là à faire baisser la facture énergétique ? Non, car il faut compter sur la puissance des « effets rebonds », qui sont très importants dans l'univers numérique. En effet, dès qu'il devient moins coûteux énergétiquement et économiquement de réaliser une action, la logique voudrait que la

Rendre un usage plus économe en énergie n'engendre pas mécaniquement une moindre consommation, mais l'inverse

n'est pas utilisé, il va consommer en énergie l'équivalent de 50 % de sa consommation au moment de ses pics d'activité, note Laurent Lefèvre. En outre, certains équipements du réseau ont une charge électrique constante, qu'ils soient utilisés ou pas. »

Les box Internet en sont un parfait exemple. N'étant pas équipées pour beaucoup d'entre elles d'un simple bouton marche/arrêt, elles fonctionnent 24 heures sur 24, alors



consommation d'énergie diminue. Or, c'est l'inverse qui se produit : puisque c'est moins cher, on intensifie les usages ! « Entre 2014 et 2018, pour une même donnée transportée sur le réseau mobile, nous sommes parvenus à mobiliser cinq fois moins d'énergie, mais dans le même temps, nous avons transporté sept fois plus de données », explique Marc Blanchet, directeur technique et du système d'information d'Orange. Rendre un usage plus économe en énergie n'induit pas mécaniquement une moindre consommation, mais l'inverse.

LE ROYAUME DE L'OBsolescence

Le déploiement à venir de la 5G le montre. Le réseau mobile de cinquième génération, qui doit rentrer en application dans les années à venir, est le résultat d'une innovation technologique, mais il promet de multiplier encore davantage la consommation de données. « Un débit multiplié par dix et un temps de transmission divisé d'autant », clament ses promoteurs. Si les contours de cette technologie ne

sont pas encore totalement fixés, ni les conséquences environnementales connues, il est certain en revanche qu'il va engendrer une intensification des usages. Mais également accélérer la bascule de l'Internet fixe vers l'Internet mobile. Or, le réseau mobile est bien plus consommateur d'énergie que le réseau fixe, puisqu'il faut émettre un signal depuis une antenne qui doit passer à travers des murs épais, et non l'amener via des câbles jusqu'à une box. Le régulateur français des télécoms, l'Arcep, indique que, comparé à la fibre optique, le réseau mobile consomme environ dix fois plus d'énergie pour une même quantité de données transportée.

« De plus, chaque saut technologique accélère l'obsolescence des équipements, et la 5G ne va pas y échapper », ajoute Frédéric Bordage. Or, une des raisons de l'empreinte environnementale croissante du numérique se trouve dans le renouvellement très rapide des équipements. Les Français changent en moyenne de smartphone tous les deux ans, alors que dans 88 % des cas ces derniers fonctionnent encore. La raison ? « Les services numériques sont de plus en plus lourds et les équipements ont du mal à le supporter. Ils tournent donc au ralenti ou ne peuvent pas se mettre à jour », résume Liliane Dedryver, cheffe de projet numérique à France Stratégie. C'est ce que l'on nomme le phénomène d'obésiciel – contraction d'obésité et de logiciel. « Le nombre de fonctionnalités pour un même service ne cesse d'augmenter, ajoute Laurent Lefèvre, et surtout avec des fonctionnalités non modulables, qu'on ne peut désactiver. » La simple réservation d'un billet peut s'accompagner de la géolocalisation du client, de la mémorisation de l'historique de ses recherches et de ses achats...

Les terminaux doivent être de plus en plus puissants pour suivre ce rythme effréné. Malgré des améliorations pour doper les performances des modèles anciens, les fabricants sortent à jet continu de nouveaux produits avec une empreinte carbone plus élevée que les versions précédentes. Entre l'iPhone 4, sorti en 2010, et l'iPhone X, commercialisé en 2017, l'empreinte carbone a augmenté de 75 %, passant de 45 à 79 g de CO₂.

FAIBLE RECYCLAGE

Avec un tel renouvellement, nos armoires se remplissent de vieux smartphones et ordinateurs. Car en fin de vie, ces déchets n'aboutissent pas toujours dans la poubelle appropriée. Le taux de collecte des téléphones portables n'est que de 49 % en France, contre 95 % pour les ordinateurs. Le bilan mondial est encore plus médiocre puisque seuls 20 % des déchets numériques tous équipements confondus sont collectés. De plus, collecter ne signifie pas systématiquement recycler.

De sa production à sa mort, le numérique est tout sauf un service immatériel et renouvelable. « En prenant trop peu en compte ses limites environnementales, une part de l'innovation actuelle n'est pas compatible avec le monde de demain », estime Jean-François Marchandise, directeur de la recherche et de la prospective de la Fondation Internet nouvelle génération (Fing). Un comble pour un secteur qui veut transformer nos vies.

20 %

C'est, au niveau mondial, la part des déchets numériques qui sont collectés.