

Numérique et écologie

Par Françoise BERTHOUD

Directrice du GDS EcoInfo, LPMMC, UMR 5493, CNRS/UJF

Juxtaposer dans une même phrase « numérique » et « écologie » n'est pas neutre. Il règne dans nos sociétés une croyance dans le pouvoir quasi magique du numérique d'être à même de résoudre les défis écologiques. Certes, nous sommes tous plus ou moins conscients que la consommation énergétique des équipements impliqués n'est pas négligeable et qu'il convient d'y prêter une attention particulière, de même qu'aux déchets générés, mais cela ne modifie en rien notre croyance collective ni nos actes. Entre vocabulaire flou, informations parcellaires ou simplifiées à l'extrême, contrevérités et idées reçues, il est difficile de se faire une idée précise de l'état de nos connaissances sur les impacts environnementaux des technologies numériques. C'est pourquoi il semble nécessaire aujourd'hui d'en revenir à des éléments factuels et d'éviter de précipiter une nouvelle catastrophe écologique. Il convient surtout de penser le numérique comme un outil d'aide à la transition écologique en restant conscients des défis qu'il s'agira de relever dans le monde numérique lui-même.

Dans cet article, nous proposons un éclairage critique sur quatre idées fausses ; cette démarche nous donnera l'opportunité de revenir sur les informations les plus critiques relatives aux impacts négatifs des TICs.

Une société basée sur les échanges d'informations a une empreinte écologique négligeable

Dématérialisation, virtualisation, *cloud*, information, réseaux, données, simulation, avatars, réalité virtuelle, *smartgrids*, e-objets, courriels... sont autant de termes empruntés au champ lexical de l'informatique. Clairement, ces mots teintés d'intelligence nous éloignent de la réalité physique, tangible, mobilisant des ressources, quant à elles, bien réelles et générant des polluants définitivement non virtuels. Pourtant, les estimations de consommation d'électricité des technologies de l'information et de la communication (TICs), dans leur ensemble, sont de l'ordre de 10 % de la consommation totale, aujourd'hui, au niveau mondial. Ces 10 % se répartissent approximativement entre 30 % pour les *data centers*, 30 % pour les équipements terminaux des utilisateurs (principalement les ordinateurs) et 40 % pour les réseaux de télécommunications. Les prévisions indiquent que cette consommation devrait globalement continuer à augmenter d'environ 7 % par an. L'augmentation de la part des *data centers* et des réseaux est essentiellement provoquée par la multiplication des services offerts par le *Cloud* (notamment le stockage des données), et donc des équipements les hébergeant. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées aux TICs ne sont pas en reste, puisqu'elles représentent aujourd'hui entre 2 et 5 % de l'ensemble des GES émis sur la planète, soit plus que l'ensemble de l'aviation civile.

De plus, l'empreinte écologique d'un produit ou d'un service ne se limite pas aux questions énergétiques et aux impacts climatiques pendant sa phase d'usage. L'industrie des TICs s'appuie en effet sur des équipements et des infrastructures à haute valeur ajoutée, dont les caractéristiques sont relativement constantes :

- L'empreinte écologique de ces produits est fortement marquée par l'utilisation de très nombreux métaux, dont un grand nombre de métaux rares (au sens géologique) et/ou critiques (aux sens géologique, économique et géopolitique). Ainsi, par exemple, un simple *smartphone* concentre à lui seul quelques dizaines de métaux différents, dont au mieux, en fin de vie, dix-sept d'entre eux feront l'objet d'une valorisation jusqu'au stade de la récupération du métal lui-même. Les autres métaux seront, quant à eux, dispersés et perdus. Or, les géologues estiment qu'au rythme actuel de consommation, les réserves d'argent, d'indium, de galium ou de germanium sont de l'ordre d'une quinzaine d'année seulement (voir le Tableau 1 de la page suivante).

Dans ce tableau, une réserve représente une quantité géologiquement identifiée, extractible avec la technologie disponible aujourd'hui, tenant compte de la valeur économique actuelle du métal et estimée sur les bases de la consommation présente et prévisible. Ces valeurs sont donc à prendre avec précaution. Cependant, la réalité d'aujourd'hui est que la concentration des métaux (cuivre, or, argent, par exemple) est en moyenne en di-

	Argent	Cuivre	Indium	Galium	Germanium	Lithium	Tantale	Terres rares
Usage	Contacts	Câbles	Écrans	Leds	Wifi	Batteries	LCD, condensateurs	LCD, aimants
Part de la production mondiale dédiée aux TICs	21 %	42 %	>50 %	40 %	15 %	20 %	66 %	20 %
Réserves (ans)	15-30	40	10-15	10-15	10-15	grandes	150	grandes
Recyclage	>50 %	>50 %	<1 %	<1 %	<1 %	< 1%	< 1%	< 1%

Tableau 1 : Exemples de métaux utilisés dans les TICs et les enjeux associés (DREZET, 2012 ; VIDAL, 2016) ⁽¹⁾.

minution dans les nouveaux gisements découverts. La question des métaux est donc un enjeu majeur pour ces technologies.

- Dans un scénario d'utilisation moyen, la phase de fabrication des équipements nécessaires au traitement et à l'échange d'informations (*smartphones*, ordinateurs, serveurs, équipements de stockage, etc.) concentre à elle seule entre un quart et plus des trois-quarts de leurs impacts environnementaux. La phase de transport est significative pour le fret aérien, et la phase de recyclage est très mal estimée aujourd'hui, même dans un pays industrialisé comme la France. Les données sont manquantes ou entachées d'un important niveau d'incertitude. Quant à la phase d'usage, il faut souligner qu'elle a fait l'objet de progrès très significatifs. Pour autant, compte tenu de l'explosion des volumes de données, du nombre des applications, de la taille des logiciels et de nos besoins en applicatifs, on n'observe pas de réduction globale de la consommation électrique.

Ces constats motivent trois conclusions préliminaires :

- Plus que jamais, il convient de faire attention à l'arbre qui cache la forêt ;
- Il est urgent de prolonger les durées d'utilisation des équipements afin de réduire les prélèvements de ressources non renouvelables, ainsi que les impacts liés à leurs phases de fabrication et de recyclage ;
- Les effets induits et rebond desquels résulte une augmentation de la consommation, suite à une réduction des limites à l'utilisation d'une technologie (par exemple : diminution de prix, réduction de la consommation d'énergie), risquent à eux seuls d'annuler les bénéfices attendus des progrès réalisés.

Le télétravail permet de réduire l'empreinte carbone

Éviter les déplacements en voiture pour se rendre à son travail tous les jours, à l'heure où il paraît plus économique d'utiliser les technologies de l'information pour travailler chez soi, paraît être une excellente voie pour agir sur l'environnement. Mais ce serait passer sous silence de nom-

breux aspects négatifs qui annulent en partie les bénéfices escomptés :

- Travailler à domicile suppose de chauffer sa maison, et d'y prévoir un espace de travail (une pièce supplémentaire), et donc d'augmenter les impacts liés à l'habitation ;
- Il n'est ni envisagé ni souhaitable que les salariés passent 100 % de leur temps de travail à leur domicile, mais plutôt de l'ordre de 2 jours sur 5. Or, cela n'engendre pas de réduction significative des impacts liés aux locaux professionnels, ni en surface ni en consommation énergétique ;
- Le télétravail conduit nombre de salariés à opter pour un environnement plus propice à une meilleure qualité de vie, ce qui les amène le plus souvent à s'éloigner de leur lieu de travail et donc à augmenter la distance à parcourir les jours travaillés dans l'entreprise ;
- Les déplacements secondaires (courses, déplacements scolaires, etc.) deviennent primaires les jours de télétravail, induisant donc malgré tout des émissions de GES.

Au final, en tenant compte de l'ensemble des conditions et des effets induits qui ont fait l'objet de plusieurs études, les bénéfices du télétravail sont largement inférieurs à ceux escomptés : selon les périmètres, les hypothèses, les scénarios et les pays, l'ordre de grandeur du gain potentiel (sur les GES) est de 0,1 à 0,5 %. Autrement dit, compte tenu des incertitudes sur les données utilisées et dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de conclure que l'apport des TICs dans le développement du télétravail soit « écologique » (sans compter qu'il faudrait aussi tenir compte des problématiques liées à la porosité de la frontière vie professionnelle/vie personnelle et des risques de perte de cohésion des collectifs de travail).

Aujourd'hui, on recycle les déchets d'équipements électriques et électroniques à hauteur de 80 %

C'est un chiffre trompeur qui, de plus, dépend de ce que l'on entend par « recyclage ». Selon les règles de

(1) Voir www.ecoinfo.cnrs.fr

la directive européenne sur les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et d'après l'Ademe, 80 % des DEEE français sont en effet indiqués comme ayant été recyclés dans les filières réglementées⁽²⁾.

Mais regardons plus en détail ce que ce chiffre de 80 % recouvre. Ce taux est calculé à partir du tonnage collecté des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) qui ont subi un traitement de dépollution, puis de broyage et de tri, rapporté au tonnage de DEEE collectés. Rappelons, à ce stade, que le tonnage collecté correspond seulement aujourd'hui à environ 45 % des déchets générés. Quant aux opérations dont il est question, leurs produits se présentent sous la forme de différentes fractions (fractions de plastiques plus ou moins triés selon leurs propriétés physicochimiques, fractions de cartes électroniques, fractions de composés ferreux et non ferreux, etc.). Dès lors que ces fractions quittent le site de l'opérateur, le déchet est considéré comme « recyclé ». Or, entre ces fractions et les matériaux qui pourraient repartir dans une filière de fabrication, il y a une importante différence, surtout pour les matières plastiques et de nombreux métaux présents en très faibles quantités dans les équipements. La valorisation d'une fraction n'implique pas nécessairement la récupération de plastiques pour refaire du plastique. Même pour des métaux relativement faciles à recycler, il y a des pertes importantes dans le processus (de l'ordre de 5 % en poids pour l'aluminium, par exemple). En réalité, cet indicateur ne rend pas compte du recyclage tel que l'utilisateur peut l'imaginer. Pire, on ne sait pas, aujourd'hui, mesurer précisément (jusqu'en bout de chaîne) les taux de valorisation matière des déchets électroniques générés (y compris dans un pays comme la France).

Deux conclusions s'ajoutent aux précédentes :

- Il est nécessaire, en tant qu'utilisateurs d'équipements électriques (et donc générateurs de déchets), d'utiliser les points de collecte spécifiques (points de collecte dans les magasins et lieux publics, points DEEE des déchetteries, etc.), y compris pour les petits équipements ;
- Ce n'est pas parce qu'un déchet électronique est dans la bonne filière de recyclage que ses matériaux vont être la source de nouveaux équipements équivalents. On est très loin, aujourd'hui, d'une boucle (au sens de l'économie circulaire) dans le cycle de vie de ce type de produits.

Les technologies de l'information et de la communication (TICs) permettront en 2030 d'économiser au moins l'équivalent de 10 fois leur propre impact

De nombreux travaux prospectifs ont été publiés ces dernières années. Ils ont fortement mobilisé les acteurs politiques et industriels dans le sens d'un encouragement à développer davantage les outils numériques. Ces études concluent en effet à un potentiel important de réduction des GES d'autres secteurs (d'un facteur allant de 5 à 10). Citons par exemple les études SMART2020 et 2030, ainsi



© Natalya Yakouleva, macrovector - Fotolia / Revellin-Faboz L. CNRS

Cycle de vie d'un produit : de l'extraction des métaux au traitement en fin de vie. Une très faible fraction des matériaux qui entrent dans la composition des nouveaux équipements est issue du recyclage de produits divers.

qu'une étude de la Fédération française des Télécoms, l'Alliance TICS et la Fédération des industries électriques, électroniques et de communication. Globalement, ces études ont proposé d'évaluer et de comparer aux horizons 2020 ou 2030 (par rapport à la situation actuelle) :

- les empreintes liées aux impacts directs négatifs d'une partie des TICs, essentiellement des objets « end-user » comme les ordinateurs ou les téléphones, ainsi que les *data centers* et le réseau ;
- les empreintes liées aux impacts indirects positifs de ces mêmes TICs appliquées à différents usages ou secteurs : la dématérialisation, la mobilité, les bâtiments, les réseaux énergétiques, voire l'industrie et l'agriculture.

Mais un examen plus attentif de ces études met en évidence un certain nombre de limites et d'incertitudes importantes ; il s'agit donc de travaux exploratoires plutôt que d'études prospectives robustes. La prise en compte de leurs résultats dans des choix politiques/stratégiques relève dès lors d'un pari sur l'avenir, avec une prise de risques d'autant plus importante que ceux-ci sont mal évalués.

Citons quelques limites critiques de ces études, à titre d'illustration. Seul l'indicateur correspondant au potentiel de réchauffement climatique est évalué, les autres indicateurs environnementaux, comme l'épuisement des ressources non renouvelables, sont ignorés.

Par ailleurs, certaines phases du cycle de vie sont totalement omises, ou très partiellement prises en compte (approvisionnement/fabrication et fin de vie, notamment). Les scénarios sont construits sur un modèle « au fil de l'eau » dans un monde sans limites écologiques et biophysiques. Les hypothèses posées consistent en des agrégations is-

(2) <http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/registre-eee-donnees-2015-201610-rapport-annuel.pdf>

sues de sources variées : agences publiques, industriels, rapports d'études, organisations internationales, dires d'experts, etc. De même, les données sectorielles sont souvent extrapolées à d'autres secteurs géographiques, sans analyse de leur robustesse. Ne sont pris en compte ni les effets induits négatifs ni les effets rebond, qu'ils soient positifs ou négatifs. Ces limites affaiblissent les conclusions des études, et ce d'autant plus que, selon le rapport 2017 des Chiffres clés du climat ⁽³⁾, l'évolution de l'empreinte carbone par Français a retrouvé en 2015 le même niveau qu'en 1995, mais avec une inversion des poids relatifs de CO₂ du territoire métropolitain par rapport au CO₂ importé (sous la forme, par exemple, de produits manufacturés) : 35 % importés en 1995 contre 55 % en 2015, ce qui tend à mettre en évidence un transfert de pollution plutôt qu'une réduction.

En conclusion, au travers de ces exemples, nous avons voulu montrer comment une communication simplifica-

trice, la diffusion de conclusions peu robustes d'études exploratoires auprès de décisionnaires et de politiques à la recherche d'un nouveau souffle pour la société et le choix d'un vocabulaire associé à un imaginaire volontairement épuré des réalités matérielles sous-jacentes nous rendent collectivement inconscients des conséquences de ce type de choix. Or, le numérique pourrait constituer un levier pour la transition écologique, pour peu que les comportements des utilisateurs, les stratégies de *marketing* des constructeurs et les connaissances de chacun soient éclairés sur tous les plans, et pas seulement en fonction de nos désirs et de nos pulsions.

(3) http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Produits_editoriaux/Publications/Datalab/2016/chiffres-clés-du-climat-edition2017-2016-12-05-fr.pdf

Photo © Michel Viaia/PhotoPCR- La Dépêche Du Midi/MAXPPP



Envie 2, société située à Portet-sur-Garonne, recycle des appareils électroménagers et électroniques usagés. Elle fait partie du réseau Envie, lequel, notamment au travers d'une activité de rénovation et de revente d'appareils électroménagers et électroniques, participe à la réinsertion de personnes éloignées du monde de l'emploi.

« Dès lors que les fractions d'objets ou de matières quittent le site de l'opérateur, le déchet est considéré comme "recyclé". Or, entre ces fractions et les matériaux qui pourraient repartir dans une filière de fabrication, il y a une importante différence, surtout pour les matières plastiques et de nombreux métaux présents en très faibles quantités dans les équipements. »