

# Big Data et Environnement : Quel est le réel impact du numérique sur notre planète ?



Pauline Lemeille  
Léa Clauzel  
Nadège Miquey  
Guillaume Page  
Hugo Le Morvan

<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>Le Big Data : une solution aux défis environnementaux actuels ?</b>	<b>2</b>
Les données au service des objectifs de développement durable	2
<b>Cout environnemental du Big Data</b>	<b>4</b>
Un impact positif insignifiant par rapport aux consommations énergétiques impliquées (Data center).	4
Augmentation très forte du nombre d'équipements terminaux	7
Big Data : profilage, utilisation marketing conduisant à une augmentation de la consommation	9
<b>Sensibilisation et prise de conscience collective lié à ces problématiques</b>	<b>10</b>
<b>Conclusion</b>	<b>11</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>12</b>

## Introduction

La quantité de données produite à travers le monde augmente de manière exponentielle à travers chaque interactions avec des appareils et services connectés. Aujourd'hui ces données sont principalement traitées et analysées dans le secteur privé afin de mieux comprendre et cibler les comportements des consommateurs de biens et de services. L'analyse de ces données peut-elle également se mettre au service de problématique d'intérêt générale que sont les questions environnementales actuelles ? Ce contexte nouveau de Big Data est-il propice à des progrès en matière de consommation et d'optimisation énergétique ou implique-t-il au contraire un coût environnemental supplémentaire ?

## Le Big Data : une solution aux défis environnementaux actuels ?

### Les données au service des objectifs de développement durable

L'utilisation de ces grandes quantités de données peut également être un levier de **compréhension et d'actions efficaces** au service des **enjeux environnementaux actuels**. Dans ce cadre, le projet **Global Pulse** mis en place par les Nations Unis vise à rassembler des experts, des gouvernements, des universités et des partenaires privés autour du Big Data afin de relever les défis environnementaux et sociétaux actuels [1]. Ce projet s'articule autour des 17 objectifs de développement durable des Nations Unis et propose des exemples d'application de l'analyse de données au service de chacun d'entre eux. Par exemple :

- Concernant l'objectif 13 de lutte contre le réchauffement climatique, l'imagerie satellite combinée au Big Data peut permettre d'aider à suivre l'évolution de la déforestation
- Concernant l'objectif 12 pour une consommation et production responsable : les tendances de recherches ou de transactions en ligne pourraient mettre en lumière le rythme de transition vers des produits écoénergétiques



Comment la science et l'analyse des données peuvent contribuer au développement durable



[www.unglobalpulse.org](http://www.unglobalpulse.org)  
@UNGlobalPulse 2018

- 1 PAS DE PAUVRETÉ**  
Les habitudes de dépenses sur les téléphones mobiles peuvent fournir des indicateurs indirects des niveaux de revenus.
- 2 FAIM « ZÉRO »**  
Le crowdsourcing ou le suivi en ligne des prix des denrées alimentaires peuvent aider à surveiller la sécurité alimentaire en temps réel.
- 3 BONNE SANTÉ ET BIEN-ÊTRE**  
Cartographier les déplacements d'utilisateurs de téléphones mobiles peut contribuer à anticiper la propagation des maladies infectieuses.
- 4 ÉDUCATION DE QUALITÉ**  
Le « journalisme citoyen » peut donner des pistes d'explication des taux de décrochage scolaire.
- 5 ÉGALITÉ ENTRE LES SEXES**  
L'analyse des transactions financières peut révéler des habitudes de dépenses ou les conséquences d'un choc économique sur les hommes et les femmes.
- 6 EAU PROPRE ET ASSAINISSEMENT**  
Des capteurs connectés aux pompes à eau permettent de contrôler l'accès à une eau propre.
- 7 ÉNERGIE PROPRE ET D'UN CÔTÉ ABORDABLE**  
Les relevés intelligents permettent aux entreprises de services d'augmenter ou réduire les flux d'électricité, de gaz ou d'eau afin de réduire les déchets et d'assurer un approvisionnement adéquat en période de pointe.
- 8 TRAVAIL DÉCENT ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE**  
Les tendances mondiales en matière de trafic postal peuvent fournir des indicateurs de croissance, de transferts de fonds, de commerce et de PIB.
- 9 INDUSTRIE, INNOVATION ET INFRASTRUCTURE**  
Les données issues des appareils GPS peuvent être utilisées pour la gestion du trafic et l'amélioration des transports publics.
- 10 INÉGALITÉS RÉDUITES**  
L'analyse de la transcription des textes prononcés sur les radios locales peut révéler des inquiétudes en matière de discrimination et servir à apporter des réponses politiques appropriées.
- 11 VILLES ET COMMUNAUTÉS DURABLES**  
La télédétection par satellite peut aider à observer d'éventuels empiètements sur des terrains publics comme des parcs protégés ou des forêts.
- 12 CONSOMMATION ET PRODUCTION RESPONSABLE**  
Les tendances de recherches ou de transactions en ligne peuvent mettre en lumière le rythme de transition vers des produits écoénergétiques.
- 13 LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**  
L'imagerie satellite, combinée aux mégadonnées et aux témoignages des internautes peut aider à suivre l'évolution de la déforestation.
- 14 VIE AQUATIQUE**  
Les données issues du trafic maritime peuvent déceler des pratiques de pêche illégales, non réglementées et non déclarées.
- 15 VIE TERRESTRE**  
Les données issues des réseaux sociaux peuvent aider à la gestion des catastrophes avec des informations en temps réel sur la localisation des victimes ou encore la puissance d'un feu de forêt.
- 16 PAIX, JUSTICE ET INSTITUTIONS EFFICACES**  
Les données issues des réseaux sociaux peuvent indiquer l'état de l'opinion publique sur la gouvernance, les services publics ou les droits de l'homme.
- 17 PARTENARIATS POUR LA RÉALISATION DES OBJECTIFS**  
Des partenariats combinant les statistiques sur Internet et mobiles peuvent fournir une meilleure compréhension en temps réel du monde d'aujourd'hui.

Figure 1 : Les objectifs du développement durables & les données

Dans le cadre de l'initiative Global Pulse, le concours **Data for Climate Action** a été lancé en 2017 afin de promouvoir l'innovation en matière de Big Data pour la **lutte contre le réchauffement climatique**. L'application concrète de l'utilisation du Big Data du projet vainqueur porte sur l'électro-mobilité dans la ville de Mexico [2], l'une des villes les plus congestionnées et polluées au monde. L'étude des données du trafic routier et des mouvements de personnes dans la ville a permis d'estimer les émissions liées au secteur des transports et de modéliser l'impact de l'électrification de la flotte de taxi, des bus et des véhicules légers. La politique d'électrification des véhicules légers pourraient ainsi permettre de réduire les émissions de CO2 dans la ville de 49% et les émissions de particules PM2.5 de 44%.

Les organismes scientifiques tels que la NASA (National Aeronautics and Space Administration) ont également un rôle important à jouer en matière d'impact du Big Data sur les enjeux environnementaux de part leurs outils puissants (par exemple des satellites), permettant de récolter des données scientifiques sur les phénomènes climatiques en jeu. Ces données sont ensuite mises à disposition du grand public (scientifiques, décideurs politiques ...etc.) à des fins d'analyse, de compréhension, d'évaluation, de prédiction et de prise de décision. Par exemple, ces données sont utilisées par l'initiative **NASA's Carbon Monitoring System** établie conjointement par la NASA et le gouvernement américain [3]. Ce projet a pour but d'améliorer le suivi du stockage et des flux de carbone globaux sur la planète afin de quantifier, de comprendre et de prévoir l'évolution des sources d'émission et

de stockage. Cela permet d'anticiper les évolutions futures liées à l'augmentation des émissions carbonees et d'adapter en conséquences les prises de décisions politiques.

## Cout environnemental du Big Data

Pourtant, bien que le big data soit un outil révolutionnaire pour les entreprises du XXIème siècle, ses impacts négatifs n'ont pas tardé à se faire ressentir. Que ce soit par rapport au gouffre énergétique entraînés par les Data Center, de l'augmentation drastique du nombre d'équipement terminaux ou encore de son implication dans l'augmentation mondiale de la consommation.

### TOUR D'HORIZON

#### La galaxie numérique : bienvenue dans le réel

Qu'est-ce qui se cache derrière le numérique, devenu indispensable et évident à l'usage, mais dont le fonctionnement reste souvent obscur? Ce qui est certain, c'est qu'il n'a rien d'immatériel! Et que ses impacts environnementaux sont bien réels!

#### INTERNET AU NIVEAU MONDIAL

- ▶ 9 milliards d'appareils
- 2 milliards de smartphones
- 1 milliard d'ordinateurs
- 5 à 7 milliards d'objets connectés
- ▶ 45 millions de serveurs
- ▶ 800 millions d'équipements réseaux (routeurs, box ADSL...)

#### En 1 heure

- ▶ 8 à 10 milliards de mails échangés (hors spam)
- ▶ 180 millions de recherches Google

#### Prévision 2020

- ▶ 50 milliards d'objets connectés

#### LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE GÉNÉRÉES PAR LE NUMÉRIQUE

- 25 % dues aux data centers
- 28 % dues aux infrastructures réseau
- 47 % dues aux équipements des consommateurs (ordinateurs, smartphones, tablettes, objets connectés, GPS...)

15 000 km

c'est la distance moyenne parcourue par une donnée numérique (mail, téléchargement, vidéo, requête web...)

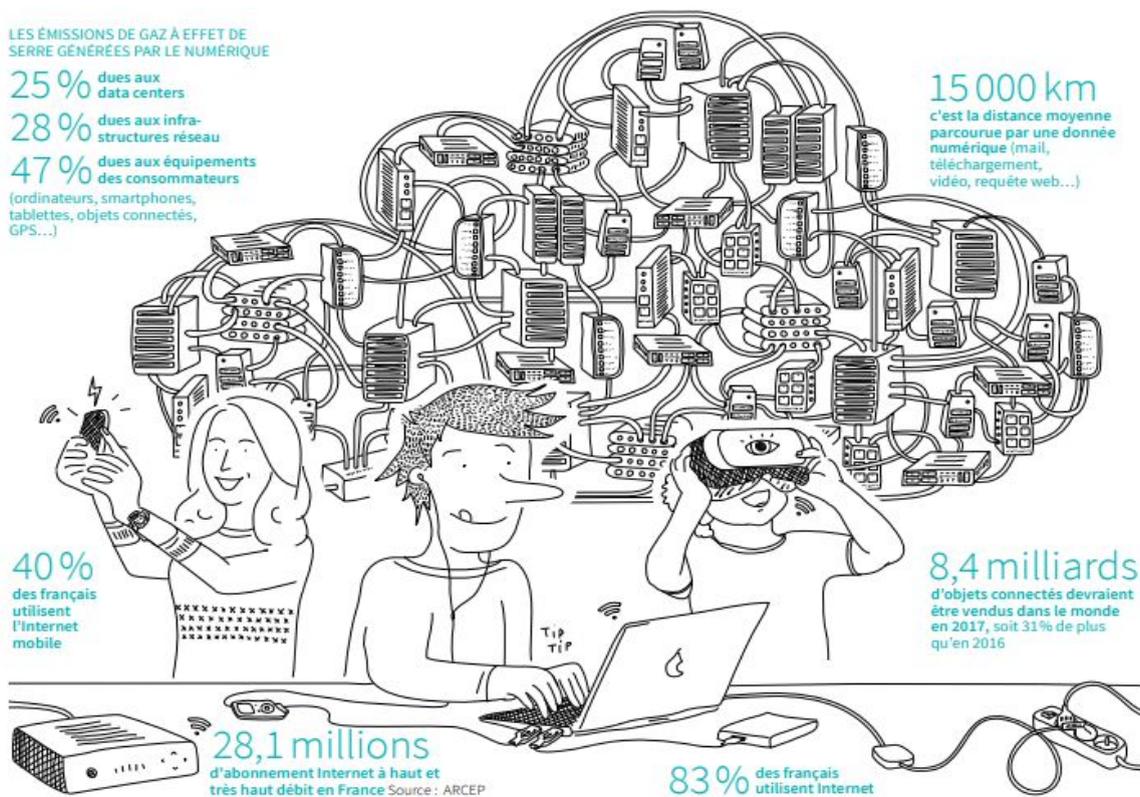


Figure 2 : Le numérique en quelques chiffres par l'Ademe (2017). (© Ademe)

Un impact positif insignifiant par rapport aux consommations énergétiques impliquées (Data center).

Bien qu'ils soient très difficilement discernables dans l'environnement urbain, les centres de données sont pourtant bien présents autour de nous. D'après Le Parisien, il y en aurait plus de 4081 répartis dans environ 118 pays, mais qu'est ce qu'un Data Center ?

Ces infrastructures concentrées en ordinateur et en serveurs permettent de stocker des quantités considérables de données. Ces bâtiments sont donc construits par des multinationales pour délocaliser leurs données, qui n'ont pas forcément besoin de les avoir à proximité. Ces espaces sont donc entièrement dédiés à l'organisation, au traitement et au stockage des données de millions de personnes à travers le monde.

La concurrence internationale entre les entreprises étant de plus en plus féroce, le besoin d'avoir un espace de stockage dédié est devenue une quasi-obligation, tant pour l'efficacité interne que pour la sécurité des informations clients.



Figure X : Data center du géant Amazon

Cependant, bien que ces infrastructures représentent une force considérable pour les entreprises qui ont les moyens d'en posséder, leurs impacts sur l'environnement restent désastreux. Si internet était un pays, il serait le 3eme plus gros consommateur d'électricité derrière les Etats-Unis et la Chine avec une consommation de l'ordre de 10 à 15% du total mondial, dont 4% rien que pour les data center !

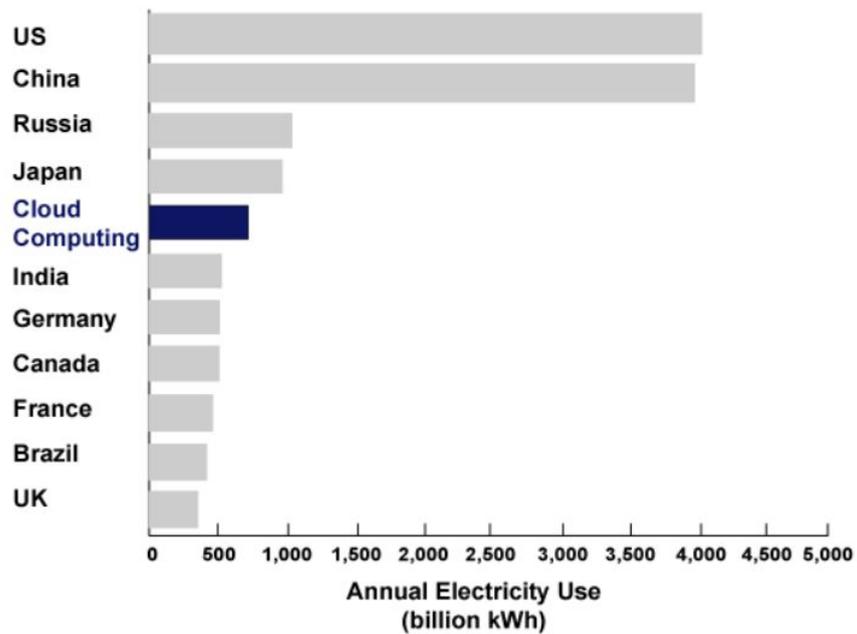


Figure 3 : La part du Cloud Computing dans la consommation électrique mondiale

De nos jours, les données numériques sont vue par une large majorité de la population comme des informations non-polluante, voire même contribuant à l'objectif d'une planète verte. Un préjugé plus que paradoxal lorsque l'on regarde simplement l'impact des e-mails, qui, chaque jours, représente la consommation de 18 centrales nucléaires.

De surcroît, cette vague ne va pas diminuer mais bien s'intensifier davantage, comme on peut le voir dans la figure ci-dessous : Les données engrangent les données.

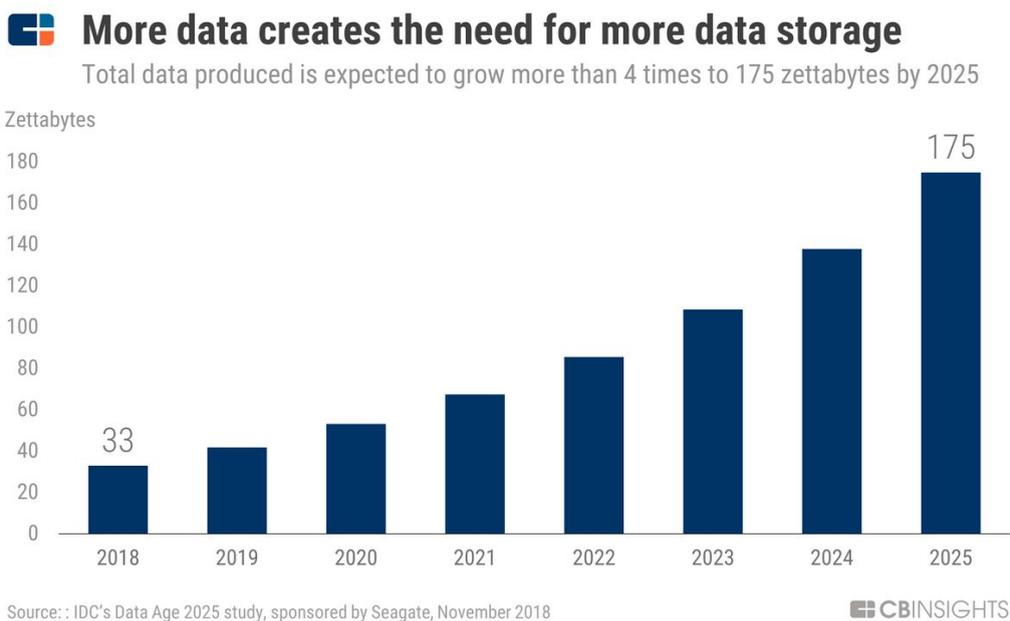


Figure 4 : Prévisions d'aménagement de Data Center

Des services particulièrement intéressants compte tenu de la bulle économique qu'ils ont créée : les crypto monnaies. En fort développement cette dernière décennie ce nouveau service amène son lot de consommation énergétique. En effet rien que le Bitcoin seul (qui représentait plus de 50% des parts du marché des crypto monnaies en 2019) a une consommation électrique estimée à 75 TWh par an, presque autant que... l'Autriche !

Cependant, et comme nous le verrons par la suite, des pistes de solutions ont été trouvées et sont en ce moment entrain d'être appliquées.

## Augmentation très forte du nombre d'équipements terminaux

La démocratisation des technologies de l'information pousse à la surconsommation. Tous les mois sont mis sur le marché de nouveaux appareils plus beaux, plus puissants, avec plus d'options et parfois à des prix plus abordables. Ainsi, le nombre d'appareils connectés dans le monde a explosé ces dernières années et la tendance est à la hausse (voir graphique ci-dessous).

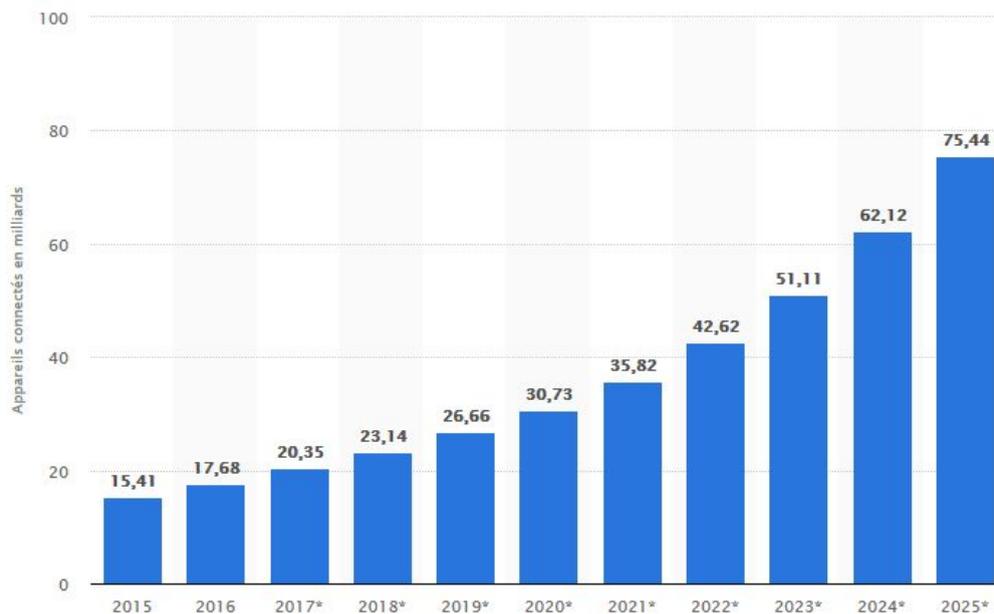


Figure 5 : Evolution du nombre d'appareils connectés dans le monde  
(Source: © Statista 2019)

Cependant, en plus de l'impact environnemental élevé de l'exploitation de nos données que nous avons pu développer dans le paragraphe précédent, les appareils en eux-même sont une grande source de pollution. Le graphique ci-dessous exprime ainsi cet impact, hors consommation d'internet (développée dans la partie précédente):

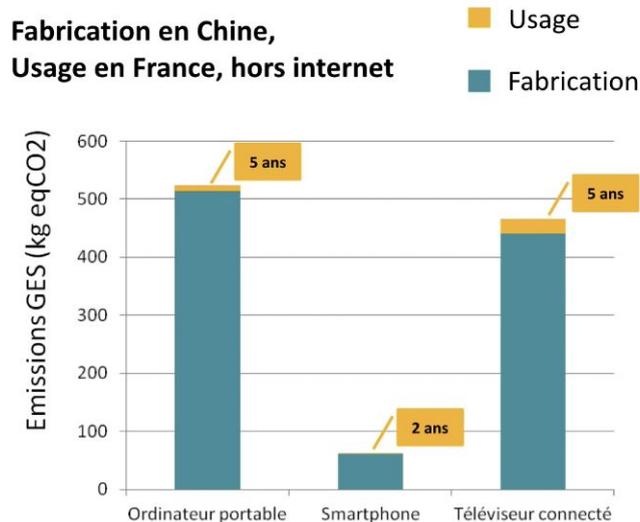


Figure 6 : Histogramme des émissions de gaz à effet de serre pour différents appareils  
(Source: © Carbone 4)

Cela s'explique par le cycle de vie de ces appareils, très énergivores et néfastes pour les populations et les sols.

Tout commence par l'extraction des métaux, dont la quantité et la variété n'a cessé de croître avec les dernières générations d'appareils. Aujourd'hui, on compte environ 45 métaux différents dans un smartphone. Avec les 171 000 smartphones vendus par heure en 2017, la demande concernant ces métaux et "terres rares" subit une croissance exponentielle. Cela a de graves conséquences politiques et environnementales : conflits armés sur les zones d'extraction (Tental en République Démocratique du Congo), conflits sur l'usage de l'eau entre agriculture et extraction minière (en Amérique du Sud notamment), pollution de l'eau avec le processus de minage, érosion des sols etc...

Ensuite, si nous n'avons pas de données sur les processus de fabrication de ces appareils, nous pouvons pointer du doigt le coût de leur transport. Souvent fabriqués dans les pays en développement (Chine), ils sont ensuite acheminés partout dans le monde par bateau ou, plus fréquemment, par avion pour répondre aux exigences des consommateurs (livraison inférieure à 15 jours).

Une fois reçu, l'appareil va alors être utilisé et rechargé. Ainsi en France, environ 10% de l'électricité d'un ménage est consacré à la recharge de ces appareils électroniques (chiffre variable entre 8 et 14%). À cela s'ajoute bien évidemment l'impact du stockage et de la transmission des données que l'on exploite comme vu précédemment.

Enfin et au bout de quelques mois voire années (22 mois en moyenne pour un smartphone en France), l'appareil va être jeté. Dans le monde, on ne sait pas ce qu'il advient de 80% des déchets électroniques. En France par exemple, seulement 50% de ces déchets sont collectés. Quand ils sont alors recyclés, si c'est le cas, seule une partie faible des composants pourra effectivement être récupérée. Pour cela dans les usines d'Afrique ou

d'Inde où ces déchets sont envoyés, les ouvriers brûlent les plastiques et phtalates et utilisent des acides et autres substances toxiques pour récupérer certains métaux précieux, tels que l'or. En faisant cela non seulement les vapeurs émises sont néfastes pour les opérateurs, mais elles le sont également pour l'environnement et les populations avoisinantes par contamination des nappes phréatiques avec les eaux nécessaires à ce processus.

## Big Data : profilage, utilisation marketing conduisant à une augmentation de la consommation

Le Big Data est énormément utilisé à des fins de manipulation des utilisateurs grâce à la collecte et l'analyse de données personnelles. Durant les dernières années un grand coup de projecteur a été mis sur ces pratiques d'utilisation des données personnelles en particulier avec les scandales de la NSA (dévoilé par Edward Snowden en 2013) et de Cambridge Analytica (2018). Ici nous n'évoquerons pas les scandales politiques associés mais simplement l'utilisation des données utilisateurs à des fins commerciales via des processus de :

- Marketing temps réel : récupérer en direct les données collectées par d'autres sites pour promouvoir immédiatement une offre ou une annonce personnalisée
- Native advertising : processus allant encore plus loin en mettant en avant des publicités qui participent à l'expérience de l'internaute, souvent au format vidéo. Les outils de native advertising se basent souvent sur le text mining, c'est-à-dire l'analyse du contenu d'un article pour insérer des annonces pertinentes.

Ces processus de plus en plus utilisés ont deux effets néfastes pour l'environnement : l'augmentation des données traitées et stockées, impliquant donc une consommation d'énergie importante comme expliqué dans les parties précédentes mais aussi une augmentation de la consommation de biens. En effet, en rendant les publicités plus ciblées, les promotions mieux désignées et mises en avant auprès des utilisateurs selon leurs goûts, l'incitation à acheter de nouveaux produits en devient plus grande. Cette augmentation de la consommation a un impact fortement négatifs sur l'environnement comme le rappellent les défenseurs d'une société où la sobriété serait la norme pour pouvoir atteindre les objectifs de réduction des émissions des gaz à effet de serre et de la pollution des milieux naturels.

Prenons l'exemple de l'industrie textile avec quelques chiffres particulièrement significatifs sur son impact environnemental :

- 80 milliards de vêtements sont fabriqués chaque année dans le monde
- 70 millions de barils d'essence sont nécessaires pour la production de polyester chaque année (la première matière synthétique)
- Le coton : 25 millions de tonnes produites par an dans le monde, 10 000 L d'eau nécessaires pour produire 1kg de coton (la matière naturelle la plus utilisée dans ce secteur), 1/4 de la consommation mondiale de pesticide est engloutie par la production de cette matière dans le monde
- 70% de la garde robe des français n'est pas portée et chaque français jette 12 kg de vêtements par an

Quand on sait qu'en France environ 20% des achats de vêtements sont réalisés sur internet <sup>1</sup>, on comprend l'impact direct des stratégies de marketing liées au big Data sur l'environnement.

## Sensibilisation et prise de conscience collective lié à ces problématiques

Dans cette partie, nous allons voir comment des actes du quotidien qui paraissent bénins peuvent avoir un réel impact négatif et pourquoi une prise de conscience collective serait la clé d'une utilisation intelligente et responsable du Big Data.

Comme mentionné précédemment, l'utilisation du Big Data et plus largement d'Internet, peut être vue, pour le grand public, comme un acte éco-citoyen. Ne pas pouvoir palper physiquement nos objets de consommation nous rend moins conscients des enjeux et des risques.

Prenons l'exemple du télétravail, qu'on pense, à première vue, être un acte bon pour l'environnement. En effet, il induit moins de déplacements personnels donc moins de voitures et moins de bouchons donc moins de gaz à effet de serre. De plus, s'il y a moins d'employés dans les bureaux, on pourrait considérer chauffer moins de pièces. Or, le télétravail a aussi plein d'effets négatifs sur l'environnement. Les salariés doivent disposer d'équipements supplémentaires pour travailler de chez eux : ordinateurs portables, écrans, imprimante, bon réseau, etc... On peut même imaginer que lorsque l'on construit un logement on désire une pièce spécifiquement dédiée au travail à la maison, un bureau, qui engendre donc plus de matériaux de construction, etc... Enfin, pour aller à l'encontre des arguments avancés en faveur du télétravail, on peut soulever le fait que, certes, les déplacements personnels sont limités mais que certains autres, qui étaient auparavant inclus sur le trajet domicile-travail, sont maintenant réalisés exprès. De plus, il est nécessaire de chauffer le domicile tout au long de la journée au lieu de ne le chauffer que quelques heures par jour. Ainsi, nous voyons que le télétravail peut complètement être critiqué et remis en cause d'un point de vue éco-responsable.

Nous pouvons également prendre l'exemple des factures numériques. Le grand public peut rationnellement considérer que recevoir ses factures par mail plutôt que par la poste engendre une plus faible empreinte carbone. En effet, une facture papier a des impacts à plusieurs niveaux : production du papier, impression, envoi... Si nous nous contentons, une fois la facture reçue dans notre boîte mail de l'enregistrer et de supprimer le mail, l'impact carbone est en effet bien moindre qu'un envoi papier. En revanche, si on finit par imprimer la facture chez nous et qu'on ne supprime pas la facture de notre boîte mail, on finit par largement dépasser l'impact carbone d'un envoi papier (+30%). Cet exemple prouve bien que chacun de nos gestes est à étudier avec précaution et recul.

---

<sup>1</sup> Chiffre Institut Français de la Mode

De même, nous pouvons aborder une activité qui paraît anodine et inoffensive : le visionnage de vidéo sur Internet. En effet, aujourd'hui, 80% de la bande passante dans les réseaux est dédiée aux vidéos. Il faut savoir que le besoin en bande passante augmente de 25% par an. Netflix représente par exemple 10% de la bande passante mondiale. Or, augmenter la bande passante augmente la consommation d'électricité. On ne parle pas ici de l'impact du stockage de ces vidéos sur des serveurs mais bien uniquement de l'impact du visionnage de ces vidéos.

Nous voyons ainsi que le moindre acte de notre quotidien peut être remis en question. Sans dramatiser la situation, il faudrait trouver une solution permettant une prise de conscience collective et ainsi permettre à tous d'agir ensemble. En effet, le numérique est une vraie menace car les principaux utilisateurs ne mesurent pas son impact (voire même le voient comme LA solution à la transition écologique). Voici quelques actions qui pourraient être mises en avant auprès du grand public pour une consommation plus responsable :

- faire durer les équipements plus longtemps (ce n'est pas parce que l'on remplace par des nouveaux équipements qu'on consomme moins : il faut 5 ans pour être rentable)
- couper l'alimentation des équipements non utilisés (action qui paraît minime mais a un réel impact)
- inventer et participer à un internet plus sobre, résilient et peu consommateur
- se former davantage aux enjeux

N'oublions tout de même pas que le numérique et le Big data en particulier sont des outils incroyables pour comprendre, modéliser et anticiper tous les points mentionnés ci-dessous. Il ne s'agit pas là de les exclure de notre quotidien, mais juste d'apprendre à les utiliser autrement.

## Conclusion

Le Big Data est donc devenu un outil indispensable, que ce soit en terme d'efficacité de traitement, de plus-value business ou encore d'ergonomie client, les entreprises actuelles ne peuvent plus se permettre de passer à côté afin de rester innovantes et concurrentielles. La question n'est donc plus de savoir comment limiter son utilisation mais plutôt comment limiter ses impacts, qui, comme nous avons pu le voir, participent très fortement aux émissions anthropiques de gazs à effets de serre. Bien que son influence soit largement sous-évaluée par la conscience collective due notamment au fait que le numérique soit un secteur "invisible" pour l'oeil humain, les répercussions sont bien présentes et les effets rebond sous-jacents innombrables.

Cependant, des solutions sont envisageables et commencent petit à petit à être implantées : la délocalisation des data centers dans les pays froids pour limiter leur utilisation de chauffage (qui représente la majorité de leur utilisation énergétique), le développement du

“edge computing” qui favorise le traitement des données en local, l’émergence des “green data center”...etc.

Également, le Big Data peut devenir notre allié dans l’optique des réductions de GES quotidiennes grâce à des applications de gestion du trafic plus écologiques, le “crowdsourcing” ou même la gestion autonome des appareils électroménagers.

Respect de la planète et Big Data ne sont donc pas incompatibles et son optimisation est aussi notre responsabilité à tous. En adoptant une mentalité plus soucieuses des gestes du quotidien nous pourrions dès à présent faire un grand pas en avant.

## Bibliographie

- *Les mégadonnées au service des Objectifs de développement durable*, Nations Unies,  
<https://www.un.org/fr/sections/issues-depth/big-data-sustainable-development/index.html>
- *Grand Prize Winner*, Data for Climate action,  
<http://www.dataforclimateaction.org/meet-the-winners/>
- *Responding to Climate Change*, NASA Climate Change,  
<https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>
- *Data Centers, a latent environmental Threat*, Duke Green Classroom,  
[https://sites.duke.edu/lit290s-1\\_02\\_s2017/2017/03/08/data-centers-a-latent-environmental-threat/](https://sites.duke.edu/lit290s-1_02_s2017/2017/03/08/data-centers-a-latent-environmental-threat/)
- *Internet, le plus gros pollueur de la Planète ?*, Fournisseur Energie,  
<https://www.fournisseur-energie.com/internet-plus-gros-pollueur-de-planete/>
- *Data centers, mais où se trouvent vos données ?*, Le Parisien, 2017,  
<http://www.leparisien.fr/economie/business/data-centers-mais-ou-se-trouvent-vos-donnees-20-02-2017-6694767.php>
- *Internet est-il un fléau pour la Planète ?*, ARTE sur Youtube, 2019  
<https://www.youtube.com/watch?v=d9pNduQedZk>
- *Bitcoin energy consumption*, Digiconomist,  
<https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>
- *Le numérique, menace ou espoir pour l’environnement ?*, Laurence Berthoud, Ecoinfo, Comprendre et Agir sur Youtube, 2019  
<https://www.youtube.com/watch?v=b8yL-ikvszE>
- *Pollution numérique, quel impact environnemental ?*, BSI Economics,  
<https://www.mdpi.com/2504-2289/3/1/12/pdf>
- *Quelle est l’impact environnemental du Web?*, Green IT,  
<https://www.greenit.fr/2015/05/12/quelle-est-l-empreinte-environnementale-du-web/>
- *Impact environnemental du numérique*, Ordi 3-0,  
<http://www.ordi3-0.fr/impact-environnemental-numerique.html>
- *Big Data, 5 exemples de son utilisation marketing*, WebMarketing.com,  
<https://www.webmarketing-com.com/2015/04/03/36983-big-data-5-exemples-de-son-utilisation-marketing>

- *Quel est l'impact de l'industrie textile sur l'environnement ?*, Huffington Post, 2015, [https://www.huffingtonpost.fr/2015/11/29/impact-textile-environnem\\_n\\_8663002.html](https://www.huffingtonpost.fr/2015/11/29/impact-textile-environnem_n_8663002.html)