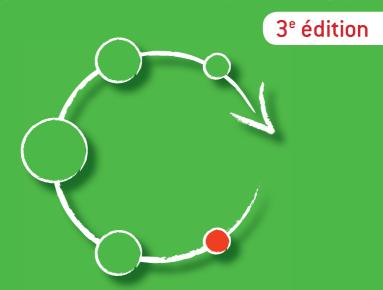
Écoconception web/les 115

Doper son site et réduire son empreinte écologique



Frédéric Bordage

Avec la contribution de Stéphane Bordage et Jérémy Chatard



Écoconception web/les 115

3e édition

Un site plus performant qui respecte la planète

L'empreinte environnementale des sites web explose depuis quelques années, en grande partie parce qu'ils sont mal conçus : en témoigne le poids des pages web, multiplié par six entre 2010 et 2018 ! Heureusement, lorsqu'elle est appliquée au Web, la démarche d'écoconception réduit significativement ces impacts et le coût des sites, tout en augmentant leur performance et donc l'expérience et la satisfaction des utilisateurs.

Très concret, ce livre vous aide à écoconcevoir votre site ou votre service en ligne, grâce à 115 bonnes pratiques à appliquer à chaque étape du cycle de vie (conception, réalisation et exploitation). Chacune d'elles a été mise au point par des experts reconnus — Breek, GreenlT.fr et les contributeurs du Collectif conception numérique responsable, notamment — et validée par des partenaires institutionnels tels que l'ADEME, des représentants des entreprises utilisatrices (Club Green IT et Cigref), et des fédérations professionnelles comme Syntec Numérique, Tech In France et l'Association des agences conseil en communication (AACC).

Reconnu comme l'un des pionniers et des meilleurs experts du numérique durable en France, **Frédéric Bordage** est un ancien développeur et architecte logiciel. Fondateur et animateur du Collectif conception numérique responsable, il est à l'origine de GreenIT.fr, la première source francophone d'information sur l'écoconception des services numériques. Il aide ses clients (entreprises, collectivités et des institutions) à écoconcevoir leurs sites web, services en ligne et autres services numériques.







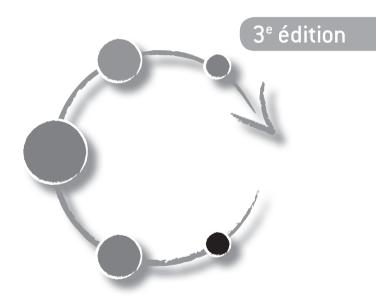






Écoconception web/les 115

Doper son site et réduire son empreinte écologique



Frédéric Bordage

Avec la contribution de Stéphane Bordage et Jérémy Chatard



ÉDITIONS EYROLLES 61, bd Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05 www.editions-eyrolles.com

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

© Éditions Eyrolles, 2019, ISBN : 978-2-212-67806-2

Remerciements

Sans eux, ce référentiel n'existerait pas :

- Christian Meixenberger, Banque Cantonale de Fribourg, BCF.ch
- · Christian Marchand, Green IT Consulting, GreenITconsulting.ch
- Stéphane Bordage et Jérémy Chatard, Breek.fr
- Frédéric Lohier, GreenIT.fr

Principaux contributeurs de cette troisième édition :

- Jean-Anaël Gobbe, Christophe Amelot, Aristys Web
- Thomas Broyer, Atol CD
- Stéphane Bordage, Breek
- · Jérémy Chatard, Breek
- Julie Orgelet, DDemain
- · Christian Martin, Nüweb
- · Nicolas Bordier, Octo Technology
- Loïs Moreira, Pôle écoconception
- · Romuald Priol, Peaks
- Vincent Courboulay, université de La Rochelle

Ils ont contribué, soutenu, diffusé, relu, validé, mis en œuvre, challengé, testé... bref, contribué à faire de ce livre un référentiel consensuel reconnu par toute la profession :

- acteurs institutionnels et fédérations professionnelles
- Association des Agences Conseil en Communication (AACC)
- Agence pour le développement et la maîtrise de l'énergie (ADEME)
- Cigref, réseau de grandes entreprises
- Syntec Numérique
- Tech In France (ex. Afdel)
- acteurs institutionnels locaux et étrangers
- AER Bourgogne-Franche-Comté
- Bourgogne-Franche-Comté Numérique
- CCI Bourgogne-Franche-Comté

- CCI Hérault
- UCM (Belgique)
- membres du Club Green IT (club.greenit.fr)
- Airbus
- Compagnie Nationale du Rhône
- Decathlon
- Direction Générale de l'Armement (DGA)
- Enedis
- Engie
- Groupe La Poste
- Informatique CDC
- IT-CE groupe BPCE
- Pôle emploi
- Renault
- RTE
- Schneider Electric
- SGS
- SNCF
- Société Générale
- Solocal Group
- Université de La Rochelle
- contributeurs du Collectif conception numérique responsable (*collectif. greenit.fr*) et agences web engagées dans la démarche

AACC Bourgogne-Franche-Comté

ABVSM numérique
ADEME Breek
Afpa Carbone 4
AER Bourgogne-Franche-Comté Cigref
Alliance Green IT Clever Age
Angiel Club Green IT

Aristys D2SI
Atalan DDemain

Atol C&D Designers Éthiques axellescom doinggood.consulting

be great ECV Digital

Émeraude Creative Onepoint
EnergIT Opquast
European Service Network Peaks

Gillian Petit PERCCOM

Globalis Planet Bourgogne
Green IT Consulting Pôle Écoconception
GreenIT.fr Publicis Groupe

Groupe Elabor Pulsar DS
Groupe La Poste PwC

Informatique CDC QG & Com
Inria Riposte Verte

IT-CE groupe BPCE RTE

Kaliop Softeam Cadextan

Kassio Streamdata
Keleo Solutions Tech In France
La Félixe Communication Télécom ParisTech

Lamy Environnement Temesis

LCIE département CODDE Transitia

LC-Numérik Translucide

Logomotion Typeco

Mediapart UCM

NEOMA interactive Université de La Rochelle

Neutreo by APL Wannath
Nüweb Worldline
OCTO Technology WWF France

Préface

C'est une réalité : la transformation numérique se déploie à très grande vitesse, alors que la transition écologique, si elle est en marche, doit s'accélérer fortement ! Tous les signaux environnementaux sont dans le rouge : sécheresses, inondations, vagues de chaleur, chute des populations d'espèces, montée du niveau de la mer. En 40 ans, nous avons perdu 60 % des populations d'animaux sauvages sur Terre¹ et nos émissions de gaz à effet de serre auraient même franchi un nouveau pic de concentration dans l'atmosphère en 2017 et en 2018, après avoir stagné pendant 3 ans².

Et pourtant, la stabilité de notre économie et de notre société dépend de la nature et des services qu'elle nous fournit gratuitement. Si l'on devait payer pour de l'air frais, de l'eau potable, pour l'alimentation, le montant serait estimé à 125 000 milliards de dollars par an³, soit plus que le PIB mondial (80 000 milliards de dollars par an).

De nombreux acteurs privés et publics l'ont bien compris et s'activent pour repenser nos modèles de production et de consommation vers une société plus solidaire, sobre en ressources et en gaz à effet de serre. L'industrie numérique, qui n'est pas une industrie immatérielle, doit elle aussi s'inscrire dans cette transition. Car nous sommes actuellement à un moment de bascule où nos usages présents et futurs du numérique peuvent tout autant augmenter notre empreinte écologique, que nous apporter des opportunités pour la réduire rapidement, à grande échelle, et ainsi bouleverser les codes établis.

Avec une expérience de plus de 40 ans à œuvrer pour mettre un frein à la dégradation de l'environnement et construire un avenir où les humains vivent en harmonie avec la nature, le WWF France dialogue et travaille avec divers acteurs qui souhaitent voir converger la révolution numérique et la transition écologique.

^{1.} Rapport Planète Vivante 2018 du WWF

^{2.} Organisation météorologique mondiale, novembre 2018

^{3.} Costanza, R. *et al.*, « Changes in the global value of ecosystem services. » *Global Environmental Change* (2014)

La généralisation d'une démarche d'écoconception pour chaque produit et service numérique, qui doit devenir un nouvel automatisme bénéfique pour la planète et pour l'expérience de l'utilisateur, est un acte essentiel pour réduire notre empreinte numérique.

Or, si on connaît de mieux en mieux les enjeux et les impacts engendrés par l'usage du digital, le passage à l'action peine encore à s'installer. Ce recueil est donc incontournable pour accélérer le mouvement et disséminer le plus largement possible des bonnes pratiques d'écoconception web qui, rappelons-le, est la première technologie utilisée dans nos usages quotidiens.

Plus que jamais dans le domaine du numérique, nous faisons partie d'une chaîne de transformation dont chaque maillon va devoir s'additionner à l'autre. Et les décisions et actions ne viennent pas seulement d'en haut, mais le digital favorise la décentralisation qui se traduit sur le terrain par des actions conjointes et des initiatives d'individus, d'entreprises et de collectivités engagées. Alors pourquoi pas vous ?

Nous avons encore la possibilité d'orienter positivement cette révolution numérique et les auteurs de ce recueil nous livrent ici la recette pour le web. À nous de jouer!

Aurélie Pontal Responsable de partenariats pour le WWF France

Sommaire

Pourquoi réduire l'impact environnemental du Web?
·
Présentation du livre
Des bonnes pratiques consensuelles, issues du terrain29
Les auteurs et contributeurs du référentiel30
Comment utiliser ce recueil de bonnes pratiques ?33
Outils complémentaires38
Les 115 bonnes pratiques
Conception43
FONCTIONNELLE
Éliminer les fonctionnalités non essentielles
Quantifier précisément le besoin46
Fluidifier le processus
Préférer la saisie assistée à l'autocomplétion48
GRAPHIQUE
Favoriser un design simple, épuré et adapté au Web
Préférer l'approche « mobile first » ou, à défaut, RESS plutôt que RWD50
TECHNIQUE
Respecter le principe de navigation rapide dans l'historique
Proposer un traitement asynchrone lorsque c'est possible
Limiter le nombre de requêtes HTTP

Utiliser un framework ou développer sur mesure	55
Limiter le recours aux plug-ins	56
Favoriser les pages statiques	57
Créer une architecture applicative modulaire	58
Choisir les technologies les plus adaptées	59
Utiliser certains forks applicatifs orientés « performance »	60
Choisir un format de données adapté	61
Limiter le nombre de domaines servant les ressources	62
Remplacer les boutons officiels de partage des réseaux sociaux	63
Templating	65
CSS	
Générer des spritesheets CSS	67
Découper les CSS	68
Limiter le nombre CSS et les compresser	
Préférer les CSS aux images	70
Écrire des sélecteurs CSS efficaces	71
Grouper les déclarations CSS similaires	72
Utiliser les notations CSS abrégées	73
Toujours fournir une CSS print	74
Utiliser les commentaires conditionnels	75
FONT	
Favoriser les polices standards	76
Préférer les glyphes aux images	77
HTML	
Valider les pages auprès du W3C	78
Externaliser les CSS et JavaScript	79
IMAGE	
Supprimer les balises images dont l'attribut SRC est vide	80
Redimensionner les images en dehors du navigateur	81
Éviter d'utiliser des images bitmap pour l'interface	82
Optimiser les images vectorielles	83
Utiliser le chargement paresseux des images	84

Lode client	85
Ajax / Cache	
Utiliser Ajax pour les zones de contenu souvent mises à jour	87
CSS / JAVASCRIPT	
Éviter les animations Javascript/CSS coûteuses	88
N'utiliser que les portions indispensables des bibliothèques JavaScript et CS	SS89
DOM	
Ne pas modifier le DOM lorsqu'on le traverse	90
Rendre les éléments du DOM invisibles lors de leur modification	91
Réduire au maximum le repaint (appearence) et le reflow (layout)	92
Utiliser la délégation d'événements	93
JAVASCRIPT	
Modifier plusieurs propriétés CSS en une seule fois	94
Valider le code JavaScript avec JSLint	95
Éviter d'utiliser trycatchfinally	96
Utiliser les opérations primitives	97
Mettre en cache les objets souvent accédés en JavaScript	98
Privilégier les variables locales	99
Privilégier les fonctions anonymes	100
Préférer les fonctions aux strings, en argument à setTimeout() et setInterval()	101
Éviter les boucles forin	
Réduire les accès au DOM via JavaScript	103
Privilégier les changements visuels instantanés	
Code serveur	105
CMS	
Utiliser un moteur de templating	107
Utiliser tous les niveaux de cache du CMS	
Générer les PDF en dehors du CMS	
Redimensionner les images en dehors du CMS	
Encoder les sons en dehors du CMS	
Utiliser un thème léger	112
SERVEUR D'APPLICATIONS	
Éviter la réécriture des getter/setter natifs	113
Ne pas assigner inutilement de valeurs aux variables	

Mettre en cache les données calculées souvent utilisées	115
Mettre en cache le code intermédiaire	116
Utiliser la simple quote (') au lieu du guillemet (")	117
Remplacer les \$i++ par des ++\$i	
Libérer de la mémoire les variables qui ne sont plus nécessaires	119
Ne pas appeler de fonction dans la déclaration d'une boucle de type for	· 120
Supprimer tous les warnings et toutes les notices	121
Utiliser des variables statiques	122
Base de données	
Éviter d'effectuer des requêtes SQL à l'intérieur d'une boucle	123
Ne se connecter à une base de données que si nécessaire	124
Ne jamais écrire de SELECT * FROM	125
Limiter le nombre de résultats	126
Utiliser les procédures stockées	127
Hébergement	129
RESSOURCES ET CONTENU	
Minifier les fichiers CSS	
Compresser les feuilles de styles CSS et les bibliothèques JavaScript	
Combiner les fichiers CSS et les fichiers JavaScript	133
Optimiser les images bitmap	134
Minifier les fichiers JavaScript	
Optimiser la taille des cookies	
Compresser la sortie HTML	
Activer HTTP Strict Transport Security (HSTS)	
Mettre en place un plan de fin de vie	139
INFRASTRUCTURE PHYSIQUE	
Choisir un hébergeur « vert »	
Utiliser une électricité « verte »	
Adapter la qualité de service et le niveau de disponibilité	
Utiliser des serveurs virtualisés	143
Optimiser l'efficacité énergétique des serveurs	144
Installer uniquement les services indispensables sur le serveur	145
Monter les caches entièrement en RAM	146
Stocker les données dans le cloud	147

INFRASTRUCTURE LOGICIELLE

Héberger les ressources sur un domaine sans cookies	148
Éviter les redirections	149
Ne pas générer de page 404	150
Utiliser un serveur asynchrone	151
Cache	
Utiliser un CDN	152
Utiliser un cache HTTP	153
Mettre en cache le favicon.ico	154
Ajouter des en-têtes Expires ou Cache-Control	155
Mettre en cache les réponses Ajax	156
Paramétrage	
Désactiver certains logs d'accès du serveur web	157
Désactiver le DNS Lookup d'Apache	158
Désactiver la directive AllowOverride d'Apache	159
Désactiver les logs binaires de MySQL ou MariaDB	160
Contenu	161
Documents	
Compresser les documents	163
Optimiser les PDF	164
E-MAILS	
Dédoublonner les fichiers d'adresses e-mail avant envoi	165
N'utiliser que des adresses e-mail double opt-in	166
Préférer le texte brut au HTML	
Sons	
Adapter les sons aux contextes d'écoute	168
TEXTES	
Adapter les textes au Web	169
VIDÉOS	
Adapter les vidéos aux contextes de visualisation	170
Animations	
Limiter l'utilisation de Flash	171

Présentation de l'écoconception web

La plupart des internautes considèrent Internet – et, *a fortiori*, le Web et le *cloud* – comme des univers virtuels et dématérialisés, donc inoffensifs pour la planète. Pourtant, «chaque octet a un impact dans le monde réel»¹. C'est en partant de ce constat et des travaux de recherche menés pour caractériser le phénomène d'*obésiciel* (contraction d'«obèse» et «logiciel»), que GreenIT.fr a lancé le mouvement de l'écoconception de service numérique en France en 2009² puis de la conception responsable, quelques années plus tard.

L'idée est simple : réduire les impacts environnementaux et économiques des services numériques en améliorant leur conception et leur réalisation. Comme nous le verrons plus loin, il ne s'agit pas de performance mais d'efficience³, soit consommer le moins possible de ressources physiques (quantité de mémoire vive, nombre de cycles CPU, quantité de bande passante, etc.). Dans cette optique, le Web est un candidat idéal, car c'est l'architecture technique la plus répandue.

^{1.} Lorsqu'une citation n'est pas créditée, il s'agit d'une idée clé développée par l'auteur de ce livre, sous la forme d'un *motto* que nous vous encourageons à retenir et à transmettre.

^{2.} https://www.greenit.fr/2009/04/10/idee-chiffrer-lexecution-des-logiciels-en-when-euros-et-en-co2, Frédéric Lohier, 2009 et https://www.greenit.fr/2010/05/24/ logiciel-la-cle-de-l-obsolescence-programmee-du-materiel-informatique/, Frédéric Bordage (avec Frédéric Lohier), 2010

^{3.} Anglicisme issu du terme *efficiency*. Il s'agit d'utiliser le moins de ressources possibles pour atteindre un but.

Pourquoi réduire l'impact environnemental du Web?

Les sites web et les services en ligne concentrent une part importante des impacts environnementaux des services numériques. D'autant qu'avec l'essor du cloud et des objets connectés (Internet des objets), cette architecture distribuée devrait s'imposer définitivement dans les années à venir. D'ici 2020, 50 à 75 milliards d'objets seront ainsi connectés⁴, en plus des 4 milliards d'internautes actuels.

Le Web est touché de plein fouet par le phénomène d'obésiciel : le poids moyen d'une page web a été multiplié par 115 en 20 ans, passant de 14 Ko en 1995 à plus de 1600 Ko en 2015⁵, avec une accélération du phénomène ces dernières années. Pourtant, on ne réserve pas 115 fois plus vite son billet de train, on n'écrit pas 115 fois plus vite un courrier électronique, on ne lit pas 115 fois plus vite un article! En fait, tout se passe à peu près à la même vitesse qu'il y a 20 ans. Rien ne peut donc justifier une telle inflation du poids des pages. D'autant que l'explosion des accès mobiles 4G devrait plutôt inciter au régime qu'à l'embonpoint.

À l'échelle individuelle, ce *gras numérique* semble ne pas peser bien lourd dans la balance. Pourtant il constitue l'un des principaux leviers de l'obsolescence programmée.

Également trop gras, les services en ligne contribuent au phénomène d'obsolescence programmée⁶ en obligeant les internautes à changer d'ordinateurs et de smartphones, alors qu'ils sont parfaitement fonctionnels... mais plus assez puissants pour afficher des pages web, toujours plus lourdes et mal conçues.

Plusieurs études (Cisco, Gartner, Morgan Stanley) concordent sur cet ordre de grandeur.

^{5.} Calcul basé sur des recherches de Domenech (2007) et Souders (2014)

^{6.} Lire à ce sujet : « Logiciel : la clé de l'obsolescence programmée du matériel informatique, GreenIT.fr, 2010, https://www.greenit.fr/2010/05/24/logiciel-la-cle-de-l-obsolescence-programmee-du-materiel-informatique/

Alors comment réduire l'empreinte environnementale de ces sites et services en ligne? Il faut d'abord examiner l'infrastructure physique du Web pour identifier les principales sources d'impact.

L'infrastructure physique du Web

Le Web est matérialisé par «des terminaux connectés entre eux et à des centres de données via un réseau informatique et télécom». Cette toile est donc constituée de trois tiers interconnectés : utilisateurs, réseaux, centres informatiques.

Fin 2018, on compte 4360 centres informatiques partagés? (colocation) répartis dans 122 pays qui totalisent 2 millions de mètres carrés (bâtiments). Il ne s'agit là que de la pointe émergée de l'iceberg, car il faut y ajouter les 500000 centres informatiques et salles informatiques privées des entreprises qui ajoutent 26 millions de mètres carrés. Ces derniers hébergent souvent des serveurs web. Enfin, il faut encore ajouter les *mega data centers* des géants du Web tels que Google, Amazon, Facebook, Apple, Yahoo! et Microsoft. Au total, *a minima*, environ 62 millions de serveurs⁸ stockent et traitent les données Internet.

De l'autre côté du réseau, les internautes sont 4 milliards, soit 53% de la population mondiale⁹. Ils accèdent aux sites web et aux services en ligne via 22 milliards d'objets et de terminaux connectés¹⁰ (smartphones, tablettes, ordinateurs, etc.), sans lesquels il serait impossible de manipuler le moindre octet.

Internautes et centres de données sont reliés par deux types de réseaux interconnectés, une dorsale et des boucles locales. Les opérateurs télécoms gèrent la dorsale Internet (backbone) constituée de plusieurs

^{7.} www.datacentermap.com/datacenters.html, 2019. Il s'agit uniquement des plus grands centres de colocation répertoriés.

^{8.} Estimations sur la base des données de JG Koomey pour la période 2005 à 2010, tout en tenant compte de l'accélération du développement des objets connectés

 $^{9.} Statistiques\ mondiales: {\it https://wearesocial.com/blog/2018/01/global-digital-report-2018}$

^{10.} Nous avons pris en considération les ordinateurs, tablettes, smartphones, téléphones mobiles et IP fixes, consoles de jeux vidéo, écrans, TV connectées et les objets connectés.

dizaines de millions de kilomètres de câbles¹¹, dont 250 câbles sousmarins et 1,1 million de kilomètres de fibre optique¹². Les fournisseurs d'accès Internet (FAI) gèrent la boucle locale. Ils connectent les internautes et les entreprises à la dorsale Internet grâce à plusieurs centaines de millions de kilomètres de câbles (paire cuivrée et fibre optique) et plus de 800 millions d'éléments actifs de réseau (commutateurs, routeurs, répartiteurs, etc.), dont 711 millions de box. Il faut ajouter à ce réseau filaire, toutes les connexions sans fil, soit 5 millions de stations de base radio (appelées couramment «antennes relais») réparties partout dans le monde. Avec le développement des pays émergents et de la 4G, ces antennes relais seront 11 millions en 2020¹³. Quelques dizaines de satellites complètent le dispositif.

L'empreinte environnementale du Web

L'empreinte environnementale du Web est difficile à calculer car certaines données manquent, notamment les impacts associés au cœur du réseau : câbles sous-marins, stations de base radio et satellites. Cependant, pour vous donner un ordre de grandeur¹⁴, nous avons tenté l'exercice à partir de l'inventaire ci-dessus en prenant en compte la fabrication des infrastructures, des équipements et leur utilisation.

En tenant compte de la durée de vie des infrastructures et des équipements, l'empreinte¹⁵ annuelle mondiale du Web c'est-à-dire de l'Internet, des terminaux, objets « intelligents » et serveurs qui y sont connectés, serait au minimum de :

^{11.} Essentiellement des fibres optiques pour la dorsale Internet et des lignes téléphoniques pour le dernier kilomètre. Ces lignes téléphoniques en cuivre sont progressivement remplacées par des fibres optiques, notamment dans les grandes métropoles.

^{12.} Submarine Cables 101 TeleGeography, Alan Mauldin, 2017 https://blog. telegeography.com/frequently-asked-questions-about-undersea-submarinecables

^{13.} Selon europa.eu/rapid/press-release_MEMO-12-327_en.htm?locale=en, 5 millions de stations relais (radio base stations) en 2015 et 11 millions en 2020 14. Ces chiffres sont des ordres de grandeur et le niveau d'incertitude associé à leur calcul est élevé, mais ils donnent une idée de la matérialité du Web. 15. Épuisement des ressources naturelles non renouvelables, dérèglement climatique, érosion de la biodiversité, etc.

- 1500 TWh d'électricité, soit environ 215 millions de Français (3 fois la France);
- 1500 tonnes équivalent CO₂, soit environ 150 millions de Français (2 fois la France);
- 7,8 milliards de m³ d'eau, soit 145 millions de Français (2 fois la France).

Pour 4 milliards d'internautes, l'empreinte annuelle par internaute serait de l'ordre de :

- 368kWh d'électricité;
- 364kg de gaz à effet de serre;
- 1923 litres d'eau douce.

À titre de comparaison, $368\,\mathrm{kWh}$ d'électricité suffisent à alimenter 10 ordinateurs portables pendant 1 an.

Les impacts

Comme le rappellent l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)¹⁶ et le CNRS (Centre national de la recherche scientifique)¹⁷, l'épuisement des ressources non renouvelables et l'érosion de la biodiversité¹⁸ constituent des impacts environnementaux tout aussi importants que le changement climatique. Ces impacts ont lieu à toutes les étapes du cycle de vie des équipements électroniques¹⁹, notamment lors de leur fabrication²⁰.

Lors de l'utilisation, c'est la production d'électricité consommée par les internautes, le réseau, les centres de données et le refroidissement de ces derniers qui concentrent les impacts. En France, les impacts se matérialisent surtout par la consommation d'une grande quantité d'eau douce

^{16.} ADEME, « Modélisation et évaluation des impacts environnementaux de produits de consommation et biens d'équipement », 2018

^{17.} Les impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication, EcoInfo, EDP Sciences, 2012

^{18.} Via les pollutions induites par la fabrication et la fin de vie, notamment des composants électroniques

^{19.} Fabrication (pour simplifier, on y inclut l'extraction et la transformation des matières premières), utilisation et fin de vie

^{20.} Il faut considérer la fabrication de tous les constituants de l'infrastructure permettant de créer, transporter, afficher, manipuler et stocker les octets liés à Internet : bâtiment des centres de données, câbles et réseaux télécoms, équipements des internautes et mobinautes, etc.

et l'émission de déchets radioactifs. Les internautes représentent environ 50 % de l'électricité consommée sur la phase d'utilisation. Réseaux et centres informatiques se répartissent le reste²¹. En France où l'électricité est fabriquée à environ 80 % dans des centrales nucléaires, les émissions de gaz à effet de serre sur la phase d'utilisation²² sont plus faibles que dans la majorité des pays développés, mais la quantité d'eau douce et de déchets radioactifs est proportionnellement bien plus importante. En France, la production de chaque kWh électrique induit une perte²³ de 4 litres d'eau douce, essentiellement due au refroidissement par évaporation des centrales. Les centrales nucléaires françaises se situent dans la fourchette haute puisque la moyenne mondiale est plus proche de 2 litres.

Si la plupart des impacts ont lieu lors de la fabrication, c'est surtout en raison du grand nombre d'équipements (22 milliards) du côté des internautes. Bien que l'empreinte individuelle d'un ordinateur portable, d'un smartphone, ou d'une tablette soit plus faible que celle d'un serveur, ces équipements sont bien plus nombreux et leur durée de vie plus courte. Il y a en effet 300 fois plus d'équipements connectés du côté des internautes que de serveurs dans les centres de données. Et si la durée de vie d'un ordinateur de bureau est à peu près égale à celle d'un serveur, un smartphone ne «vit» que 18 à 24 mois contre 4 à 6 ans pour un serveur. Par ailleurs, les centres informatiques (bâtiments), les câbles sous-marins, les stations de base radio et les satellites ont une durée de vie de l'ordre de 20 à 30 ans et sont mutualisés par 4 milliards d'utilisateurs auxquels il faudra bientôt ajouter plus de 50 milliards d'objets connectés.

Les éditeurs de sites en première ligne

Bien qu'une grosse partie des impacts ait lieu chez les internautes, les éditeurs de sites web et de services en ligne demeurent les principaux concernés. En effet, ce sont eux qui sont les plus à même de lutter contre

^{21.} GreenIT.fr, Frédéric Bordage, 2019.

^{22.} Le principal gaz à effet de serre émis est la vapeur d'eau ($\rm H_2O$), que l'on ne prend pas en compte dans les bilans GES (Gaz à Effet de Serre).

^{23.} On parle de perte quand l'eau est utilisée en circuit ouvert, notamment pour refroidir les centrales. Comme l'eau s'évapore, le stock d'eau douce disponible est réduit d'autant car il faut que tout le cycle de l'eau ait à nouveau lieu pour recharger le stock.

le phénomène d'obsolescence programmée en proposant des sites et des services en ligne nécessitant peu de ressources (mémoire vive, bande passante, etc.) pour fonctionner. En réduisant cette «empreinte technique», les éditeurs de sites web et de services en ligne aident les internautes et mobinautes à conserver plus longtemps leurs équipements (ordinateurs, tablettes, etc.), et les centres de données à pérenniser leurs serveurs. Ce geste est le plus efficace pour réduire les impacts des internautes.

Cette prise de conscience nous amènera à réduire en priorité l'empreinte technique, c'est-à-dire la quantité de ressources informatiques physiques (hardware) – mémoire vive, processeur, carte graphique, bande passante, etc. – nécessaire au fonctionnement du site ou du service en ligne, tant du côté des internautes que du réseau et des centres informatiques. Le gros des économies d'énergie sera induit par l'allongement de la durée de vie des terminaux des internautes et la réduction du nombre de serveurs nécessaires au fonctionnement du site/service en ligne.

Même si elles sont intéressantes, les économies d'énergie sur la phase d'utilisation ne constituent pas un objectif prioritaire, mais une conséquence positive de la démarche. En effet, chercher en priorité à réduire la consommation électrique sur la phase d'utilisation reviendrait à passer à côté des principaux gisements d'économie d'énergie! On économise par exemple plus d'énergie en réduisant le nombre de serveurs nécessaires (et donc les mètres carrés de centre informatique à construire, entretenir, refroidir, etc.) qu'en cherchant à optimiser la consommation électrique de chaque ligne de code.

L'écoconception web à la rescousse

Quatre éléments jouent un rôle prépondérant dans la dynamique de la répartition des impacts et de l'empreinte technique :

- le type de terminal utilisé : ordinateur fixe, portable, tablette, smartphone, console de jeux, télévision connectée, etc. et la taille de l'écran associé;
- la durée de vie de ce terminal (et dans une moindre mesure des serveurs);
- le temps passé par l'internaute sur un site/service en ligne;
- le type de connexion : filaire ou mobile.