

Présentation de l'éco-conception 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'éco-conception logicielle en France en 2009².

L'idée est simple : réduire les impacts environnementaux et économiques des logiciels en améliorant leur conception et leur réalisation. Comme nous le verrons plus loin, il ne s'agit pas de performance mais d'efficacité³, 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 une architecture logicielle très répandue.

Pourquoi réduire l'impact environnemental du Web ?

Les sites web et les services en ligne concentrent une part importante des impacts environnementaux des logiciels. D'autant qu'avec l'essor du cloud

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. greenit.fr/article/logiciels/idee-chiffrer-l-execution-des-logiciels-en-wh-en-euros-et-en-co2-1366, Frédéric Lohier, 2009 et greenit.fr/article/logiciels/logiciel-la-cle-de-l-obsolence-programmee-du-materiel-informatique-2748, 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.

et des objets connectés (Internet des objets), cette architecture distribuée devrait être prépondérante dans les années à venir. D'ici 5 ans, en 2020, 50 à 75 milliards d'objets seront ainsi connectés⁴, en plus des 3 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 1 600 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 3G et 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. Mais pris dans son ensemble, son empreinte est colossale. En 2014, les internautes ont téléchargé 1 400 millions de Go inutiles⁶ pour afficher des sites web mal conçus. Cela représente 311 millions d'heures d'attente (soit 35 000 ans !). Outre la gêne pour l'internaute et la perte de chiffre d'affaires pour les boutiques et services en ligne, le transfert et l'affichage (donc le traitement informatique) de ces octets inutiles nécessitent une infrastructure physique surdimensionnée, tant du côté de l'internaute que des centres de données et du réseau.

Également trop gras, les services en ligne contribuent au phénomène d'obsolescence programmée⁷ en obligeant les internautes à changer d'ordinateurs et/ou de smartphones, alors qu'ils sont parfaitement fonctionnels... mais plus assez puissants pour afficher des pages web, toujours plus lourdes et mal conçues.

4. 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. Actualisation des chiffres publiés par GTMetrix en 2010 sur la base des chiffres de Domenech et Souders

7. greenit.fr/article/logiciels/logiciel-la-cle-de-l-obsolescence-programmee-du-materiel-informatique-2748, Frédéric Bordage et Frédéric Lohier, 2010

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 objets et des terminaux connectés entre eux et à des centres de données via un réseau informatique et télécoms ». Cette toile est donc constituée de trois tiers interconnectés : utilisateurs, réseau, centre de données.

On compte 3 600 centres de données partagées⁸ (colocation) qui totalisent 2 millions de mètres carrés⁹ (bâtiment). Il ne s’agit là que de la pointe de l’iceberg, car il faut y ajouter les 500 000 centres de données et salles informatiques privées des entreprises¹⁰ 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 44 millions de serveurs¹¹ stockent et traitent les données Internet.

De l’autre côté du réseau, les internautes sont 3 milliards, soit 40 % de la population mondiale¹². Ils accèdent aux sites web et aux services en ligne via 9 milliards d’objets et de terminaux connectés¹³ (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

8. www.datacentermap.com/datacenters.html, 2015. Il s’agit uniquement des plus grands centres de colocation répertoriés.

9. Frédéric Bordage, GreenIT.fr, 2015

10. <http://www.emersonnetworkpower.com/en-US/Solutions/infographics/Pages/2011DataCenterState.aspx>, Emerson, 2011

11. Extrapolation basée sur les estimations de JG Koomey pour les périodes 2000 à 2005 et 2005 à 2010, tout en tenant compte de l’accélération du développement des objets connectés

12. Statistiques mondiales : http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2014/23-fr.aspx, <http://www.itu.int/en/ITU-D/statistics/Pages/default.aspx>

13. Le nombre de terminaux connectés actifs varie selon les études entre 7 et 11 milliards. Nous avons pris la moyenne.

télécoms gèrent la dorsale Internet (*backbone*) constituée de plusieurs dizaines de millions de kilomètres de câbles¹⁴, dont 250 câbles sous-marins et 1 million de kilomètres de fibre optique¹⁵. 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 ADSL. 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 2020¹⁶. 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 grandeur¹⁷, 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'empreinte annuelle mondiale du Web¹⁸ serait au minimum de :

- 1037 TWh d'électricité, soit 40 à 50 centrales nucléaires et deux fois la consommation électrique de la France;
- 608 millions de tonnes équivalent de gaz à effet de serre, soit 87 millions de Français;

14. 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.

15. http://fr.wikipedia.org/wiki/Câble_sous-marin, mars 2015

16. 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

17. 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.

18. Épuisement des ressources naturelles non renouvelables, dérèglement climatique, érosion de la biodiversité, etc.

- 8,8 milliards de m³ d'eau, soit 160 millions de Français.

Pour 3 milliards d'internautes, l'empreinte annuelle par internaute serait de l'ordre de :

- 342 kWh d'électricité ;
- 203 kg de gaz à effet de serre ;
- 3 000 litres d'eau.

À titre de comparaison, 342 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)¹⁹ et le CNRS (Centre national de la recherche scientifique)²⁰, l'épuisement des ressources non renouvelables et l'érosion de la biodiversité²¹ 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 électroniques²², notamment lors de leur fabrication²³.

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 et l'émission de déchets radioactifs. Chaque tiers - internaute, réseau, centre de données - consomme environ un tiers de l'énergie sur la phase

19. Ademe, « Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique », juillet 2011

20. *Les impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication*, EcoInfo, EDP Sciences, 2012

21. Via les pollutions induites par la fabrication et la fin de vie, notamment des composants électroniques

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

23. 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.

d'utilisation²⁴. En France où l'électricité est fabriquée à 80% dans des centrales nucléaires, les émissions de gaz à effet de serre sur la phase d'utilisation²⁵ sont plus faibles que dans la majorité des pays développés, mais la quantité de déchets radioactifs est proportionnellement bien plus importante. En revanche, selon la technique employée, la production de chaque kWh électrique induit une perte²⁶ de 3 à 90 litres d'eau douce, essentiellement due au refroidissement des centrales par évaporation²⁷. Les centrales nucléaires françaises se situent dans la fourchette haute.

Si la plupart des impacts ont lieu lors de la fabrication, c'est surtout en raison du grand nombre d'équipements (9 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 200 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 de données (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 mutualisées par 3 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

24. Frédéric Bordage, 2015, calcul réalisé pour la conférence Innov'Eco, sur la base des données présentées dans « Worldwide electricity consumption of communication networks », *Optics Express ECOC 2012 Special Issue* de Lambert *et al.*

25. Le principal gaz à effet de serre émis est la vapeur d'eau (H₂O), que l'on ne prend pas en compte dans les bilans GES (Gaz à Effet de Serre) car sa durée de vie est trop courte.

26. 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.

27. Dans le calcul de l'empreinte globale du Web, nous avons utilisé une moyenne de 7 litres d'eau douce perdus par kWh électrique.

concernés. En effet, ce sont eux qui sont les plus à même de lutter contre 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 ressources IT », 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.

Nous avons calculé que, si en éco-concevant leurs services en ligne, les acteurs du Web aidaient les internautes du monde entier à conserver leurs 9 milliards de terminaux et autres objets connectés 6 mois de plus, les impacts liés à leur fabrication seraient réduits de l'ordre de :

- 120 millions de tonnes équivalent CO_2 ;
- et 280 millions de m^3 d'eau ;

soit :

- les émissions de gaz à effet de serre de 17 millions de Français pendant 1 an ;
- et la consommation d'eau de 4 millions de Français pendant 1 an.

Cette prise de conscience nous amènera à réduire en priorité l'empreinte ressources IT, c'est-à-dire la quantité de ressources informatiques physiques - 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 centre de données. 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 data center à construire, entretenir, refroidir, etc.) qu'en cherchant à optimiser la consommation électrique de chaque ligne de code.

L'éco-conception web à la rescousse

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

- le type de terminal utilisé : ordinateur fixe, portable, tablette, smartphone, etc.;
- 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.

Pour réduire l'empreinte d'un site web, nous allons jouer sur ces quatre leviers. L'objectif est de fournir un site web ou un service en ligne :

- nécessitant la plus petite configuration minimale requise côté internaute;
- monopolisant le moins longtemps possible le réseau et les serveurs;
- et nécessitant le moins de serveurs possible pour fabriquer les pages web.

L'idée de fond est de réduire :

- la puissance informatique nécessaire des deux côtés du réseau;
- donc la quantité de traitements et de données tout au long de la chaîne applicative (dont la bande passante);
- et le temps passé par l'internaute devant son terminal.

Contrairement à une démarche traditionnelle d'optimisation des performances qui relève de l'efficacité²⁸, l'éco-conception est une démarche d'efficience. Elle vise à dépenser le moins possible de ressources pour atteindre un objectif. Il est en effet facile d'obtenir des performances élevées (par exemple un temps de réponse court) par une débauche de moyens : multiplication du nombre de serveurs ou quantité de mémoire vive par exemple. Mais ces moyens ont un coût écologique et économique.

28. Capacité à atteindre un objectif, quelle que soit la quantité de moyens mis en œuvre

Éco-concevoir un logiciel (et donc un site web) consiste, à niveau de qualité et de service constant, à réduire la quantité de moyens informatiques et télécoms nécessaires, c'est-à-dire l'empreinte ressources IT.

Pour y parvenir, vous devez intervenir à chaque étape du cycle de vie du site web : expression du besoin, conception fonctionnelle, maquettage, conception graphique, conception technique, développement, hébergement, maintenance évolutive et corrective. Il s'agit donc d'une démarche méthodologique qui respecte l'esprit du standard ISO 14062 sur *l'intégration des aspects environnementaux dans le développement d'un produit*. Nous ne réinventons pas la roue mais nous appuyons plutôt sur une démarche éprouvée par les industriels du monde entier.

Où porter l'effort ?

80% des gains ont lieu avant et après l'écriture du code. La règle à retenir est que « plus on intervient tôt, c'est-à-dire lors de l'expression du besoin, de la conception fonctionnelle et technique, et du maquettage, plus l'effet de levier est fort en termes de réduction de l'empreinte environnementale ». Pour rappel, 70% des fonctionnalités demandées par les utilisateurs ne sont jamais ou rarement utilisées²⁹. Et Microsoft a démontré que, du fait d'importants effets de seuil technique, l'affichage de 20% d'éléments en moins dans la page de résultat de son moteur Bing pouvait réduire jusqu'à 80% la charge de ses serveurs³⁰. Autrement dit, la personne qui décide du nombre d'éléments à afficher dans une liste peut, à l'aide d'un simple chiffre, réduire ou augmenter la taille de l'infrastructure serveur de façon conséquente !

Il est essentiel de comprendre que le travail de conception réalisé en amont aura un impact bien supérieur à l'optimisation minutieuse des lignes de code.

29. Standish Group, 2006

30. Étude Microsoft Research citée dans « Éco-conception des logiciels et des services numériques » du Syntec Numérique, 2013

Il faut donc considérer l'expression du besoin, la définition de la couverture fonctionnelle et sa quantification précise comme les étapes critiques de la démarche d'éco-conception. Même si elles sont difficiles à quantifier, ces étapes constituent à coup sûr les plus gros gisements d'économies, tant en matière d'impacts environnementaux que d'argent.

D'autre part, le coût d'un logiciel (et donc d'un site web) est constitué à 70% par sa dette technique³¹. Pour réduire le coût d'un logiciel, il faut notamment avoir moins de lignes de code à maintenir.

Cela passe nécessairement par un travail en amont de simplification et d'élagage, puis par un travail sur la qualité et la maintenabilité du code. Autant d'actions qui réduisent mécaniquement les impacts environnementaux.

Heureusement, de nombreuses erreurs de conception et d'implémentation pourront être atténuées par une étape d'optimisation, par un hébergement intelligent, et par une exploitation attentive et fine.

Si toutefois le message n'était pas encore assez clair, nous le répétons une dernière fois : « concentrez-vous sur les étapes qui ont lieu avant et après le développement, et surtout pas uniquement sur le code qui ne constitue pas le principal levier ».

Les trois postures de l'éco-conception logicielle

La majorité des 115 bonnes pratiques que nous vous proposons dans la suite de cet ouvrage s'appuient sur les trois principes fondateurs³² de l'éco-conception logicielle qui conduisent à l'efficacité :

1. simplicité;
2. frugalité (sobriété);
3. pertinence.

Simplicité

Le principe de simplicité stipule que chaque besoin exprimé est couvert par un ensemble cohérent de fonctionnalités regroupées dans une seule interface utilisateur homogène. On s'intéresse ici à l'organisation

31. Constat vérifié sur de nombreux projets par la SSII D2SI

32. Frédéric Bordage, GreenIT.fr, 2010

des fonctionnalités d'une application. C'est une démarche qualitative. L'objectif est de simplifier le logiciel/site web en découpant intelligemment la couverture fonctionnelle pour, *in fine*, éviter les usines à gaz. La simplicité de l'interface graphique utilisateur (IHM) réduit alors l'effort pour comprendre et manipuler le logiciel. On rejoint la démarche d'*utilisabilité*³³.

Pour illustrer ce principe, on peut comparer l'interface graphique de Yahoo.fr, qui concentre toutes les fonctionnalités proposées sur un seul écran (logique de portail), avec celle de Google.fr, qui propose un écran par fonctionnalité. Ce principe se traduit techniquement. Une même recherche sur Yahoo.fr est deux fois plus lourde que sur Google.fr. Si l'internaute souhaite uniquement effectuer une recherche, Yahoo.fr impose de manipuler côté serveur, transmettre, et afficher côté utilisateur deux fois plus d'octets que nécessaire.

Frugalité (sobriété)

La frugalité consiste à limiter la couverture et la profondeur fonctionnelles à leur strict minimum. C'est une démarche quantitative. On n'est plus dans l'organisation, mais dans la quantification. Par exemple, le nombre d'éléments affichés dans une liste, le taux de compression (et donc la qualité) des images affichées, le temps de réponse de l'application, etc., sont déterminés avec les utilisateurs qui sont encouragés à préciser un optimum ou un minimum, mais jamais un maximum (comme c'est encore trop souvent la règle). On évite ainsi la surqualité qui a un coût très élevé : infrastructure, coût opérationnel, dette technique, impacts environnementaux...

Pertinence

Le principe de pertinence peut être traduit par l'équation [pertinence] = [utilité] × [rapidité] × [accessibilité]. Si un résultat est très utile mais nécessite un temps d'attente trop long, l'utilisateur ne sera pas satisfait. Inversement, si un résultat est fourni rapidement mais n'est pas

33. L'utilisabilité, aussi appelée « usabilité » ou encore « aptitude à l'utilisation » est définie par la norme ISO 9241-11 comme « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié ».

utilisable (parce que la réponse est faiblement corrélée à la question initiale, ou que l'interface est trop complexe, par exemple), il ne satisfera pas l'utilisateur. Idem en terme d'accessibilité : un résultat utile et fourni rapidement mais qui n'est pas exploitable car difficilement accessible (situation de handicap visuel, par exemple) ne peut pas être considéré comme pertinent. Qu'elle qu'en soit la raison, une interaction non pertinente oblige presque toujours l'internaute à refaire la manipulation... ailleurs. On est donc à près de 100% d'octets inutiles.

Une démarche qui ne se limite pas à l'environnement

L'idée d'éco-concevoir des sites web et des services en ligne s'inscrit dans une démarche plus large de « logiciel durable ». Un logiciel durable répond aux trois enjeux du développement durable : préservation de l'environnement, augmentation de l'équité sociale et plus grande performance économique.

Dans cet ouvrage, nous ne traitons qu'une partie des actions à mettre en œuvre pour réduire les impacts environnementaux et économiques.

La dimension sociale d'un logiciel durable s'exprime notamment au travers de son degré d'accessibilité et par sa capacité à réduire la fracture numérique. L'accessibilité consiste à permettre à des personnes en situation de handicap (visuel, moteur, cognitif, etc.), temporaire ou permanent, d'utiliser le logiciel. On a coutume de dire que « Google est le plus grand des aveugles »³⁴. Et vous êtes, chers lecteurs et lectrices, tous des handicapés. Un jour ou l'autre, vous risquez de vous casser une jambe, d'avoir une conjonctivite, d'enchaîner quelques nuits blanches après un heureux événement, etc. Vous vivrez alors temporairement avec un handicap. Sauf à vouloir se couper d'une partie de ses clients et prospects, l'accessibilité doit donc être intégrée comme une dimension normale d'un logiciel, d'un service en ligne et d'un site web. Il y a donc à la fois un intérêt social et économique à inclure le public utilisateur le plus large possible. Par ailleurs, les bonnes pratiques d'accessibilité tendent, le plus souvent, mais pas systématiquement, vers l'efficacité. Accessibilité et éco-conception vont donc de pair. Nous avons choisi de ne pas traiter de l'accessibilité, car plusieurs référentiels internationaux (WCAG),

34. Cité par Aurélien Levy, Temesis

nationaux (RGAA) et guides de bonnes pratiques (AcceDe Web³⁵) existent déjà. Vous pouvez également vous reporter au livre *Accessibilité web* paru en 2012 aux éditions Eyrolles.

La fracture numérique est avant tout une fracture technique. C'est une situation qui se traduit par l'incapacité à utiliser un logiciel ou un service en ligne du fait des limites, notamment en termes de puissance, du matériel utilisé. Par exemple, un vieil ordinateur sera incapable d'afficher un site web trop complexe ou possédant trop de code JavaScript mal écrit. On associe souvent la fracture numérique à une fracture sociale. Mais un milliardaire perdu au fin fond de la Creuse sera lui aussi victime de la fracture numérique si une connexion 2G ne lui permet pas d'accéder facilement à sa banque en ligne via son smartphone. L'éco-conception des sites web vise donc aussi à améliorer la qualité de service proposée aux utilisateurs, quels que soient leurs revenus.

L'ergonomie³⁶, la qualité³⁷ - notamment la question de la dette technique, qui constitue environ 70% du coût global d'un logiciel -, et la performance³⁸ sont d'autres démarches complémentaires et souvent associées à l'éco-conception. Elles sont, elles aussi, déjà bien couvertes par la littérature. Nous ne traitons donc pas de ces sujets, même s'ils sont intimement liés (voir la préface d'Élie Sloïm).

35. www.accede.info

36. Voir *Ergonomie web (4^e édition)* d'Amélie Boucher, Eyrolles, 2015

37. Voir *Qualité Web : Les bonnes pratiques pour améliorer vos sites* d'Élie Sloïm, Laurent Denis, Muriel de Dona et Fabrice Bonny, Temesis, 2012

38. Voir *Mémento - Performances web* d'Armel Fauveau et Lionel Pointet, Eyrolles, 2013

Présentation du livre

La plupart des bonnes pratiques regroupées dans ce référentiel ont été mises au point par des experts reconnus - Breek et GreenIT.fr - dans le cadre de la refonte du site web institutionnel de la Banque Cantonale de Fribourg (BCF.ch), fin 2011 et courant 2012. La mission était pilotée par GreenIT Consulting. Nous tenons à saluer la démarche citoyenne de la Banque Cantonale de Fribourg, qui a accepté de verser ce référentiel dans le domaine public, sous la forme de ce livre, afin que le plus grand nombre puisse y accéder. C'est une démarche exemplaire qu'il convient de souligner : sans cet élan initial, ce livre n'existerait pas.

Des bonnes pratiques consensuelles, issues du terrain

Avant d'être publiées dans la première édition de l'ouvrage, les bonnes pratiques ont été validées par des experts du domaine et des partenaires institutionnels tels que l'Alliance Green IT (Agit) et l'Association française des éditeurs de logiciels et de solutions Internet (Afdel).

Chaque bonne pratique a ensuite été éprouvée sur le terrain pendant trois ans, à l'échelle de milliards de pages web, par de nombreuses entreprises, grandes et petites, spécialistes ou non du Web et des services en ligne, le plus souvent sur des projets critiques constituant le cœur de leur activité. Parmi les entreprises qui ont déployé ces bonnes pratiques ou sont en train de le faire, on peut citer l'Ademe, la Banque Cantonale de Fribourg, le groupe Solocal (pagesjaunes.fr, mappy.fr...), La Poste, IT-CE groupe BPCE, ainsi que certains membres du Club Green IT.

Chaque bonne pratique présente dans cette deuxième édition a été validée à nouveau et revue quand nécessaire, à l'aune de ces retours d'expérience de terrain. Certaines ont disparu au profit d'autres, jugées prioritaires ou à plus fort effet de levier environnemental. Cette deuxième édition est donc le fruit d'un long travail de maturation et de consensus impliquant plusieurs dizaines d'experts du sujet.

À notre connaissance, il n'existe pas d'équivalent à ce référentiel. Cependant, vous retrouverez certaines des bonnes pratiques présentées dans ce livre dans des référentiels portant sur d'autres dimensions telles que la performance, la qualité, etc. Il est logique et heureux que des recoupements existent entre ces démarches qui sont plus complémentaires que concurrentes.

Les auteurs et contributeurs du référentiel

Cette deuxième édition du référentiel a été mise au point par GreenIT.fr avec la contribution de nombreux experts du Web (voir la liste exhaustive page 3). En plus des partenaires institutionnels historiques tels que l'Afdel et l'Agit, l'Ademe et le CIGREF, Réseau de Grandes Entreprises, nous ont rejoint pour cette seconde édition. Le référentiel que nous vous proposons fait donc consensus.

GreenIT.fr est un cabinet de conseil en numérique responsable qui intervient partout en Europe pour accompagner de grandes entreprises privées et publiques sur des projets critiques. GreenIT.fr anime bénévolement le blog collaboratif www.greenit.fr. Vous trouverez la plus grande collection d'articles en français sur l'éco-conception web à l'adresse www.greenit.fr/tag/eco-conception-logicielle.

GreenIT consulting est le premier cabinet suisse de conseil en green IT. Il intervient sur différentes missions d'accompagnement telles que l'éco-conception logicielle, la réduction des volumes d'impression, l'efficacité énergétique des data centers, la réalisation d'audits green IT, etc. www.greenitconsulting.ch

Breek est une agence web spécialisée dans l'accompagnement des projets Internet des entreprises. Son expertise en matière de gestion de projet est présentée dans le livre *Conduite de projet web*, paru chez Eyrolles (6^e édition publiée en 2011). Breek est également l'un des spécialistes français de Drupal. www.breek.fr

Créée en 1970, le **CIGREF**, Réseau de Grandes Entreprises, regroupe plus de 130 grandes entreprises et organismes français dans tous les secteurs

d'activité (banque, assurance, énergie, distribution, industrie, services, etc.). Le CIGREF a pour mission de «promouvoir la culture numérique comme source d'innovation et de performance». Un groupe de travail a mis au point le document «Du green IT aux SI éco-responsables» qui explique comment mettre en œuvre une démarche de SI éco-responsable dans une grande organisation.

www.cigref.fr/du-green-it-aux-si-eco-responsables

Le **Club Green IT** regroupe les responsables green IT et numériques de grandes entreprises françaises publiques et privées telles que Renault, SNCF, Pôle Emploi, IT-CE (Informatique et Technologies Caisse d'Épargne - Groupe BPCE), etc. Tous les membres du Club Green IT apportent leur soutien à cette seconde édition. Certains ont déjà déployé ou sont en cours de déploiement de ce référentiel. La criticité et les volumétries très importantes des projets (entre plusieurs centaines de millions et des milliards de visites annuelles) permettent de valider *in situ* la pertinence des bonnes pratiques proposées.

www.club.greenit.fr

Le **collectif éco-conception de services numériques** regroupe les principaux acteurs de l'éco-conception logicielle et de services numériques en France. Son objectif est de représenter les acteurs de cette profession naissante, de faire rayonner cette démarche et de constituer un interlocuteur de référence. En juin 2015, il était constitué des entreprises suivantes : Blueight, Breek, D2SI, Emeraude Créative, Green IT Consulting, GreenIT.fr, Logomotion, Neutreo et Nxtweb.

www.collectif.greenit.fr

L'**Alliance Green IT** (Agit) a pour mission de contribuer au débat public sur la place des TIC (Technologies de l'Information et de l'Éducation) dans le développement durable. Cette association s'est fixée pour objectifs d'éduquer les organisations aux enjeux des TIC éco-responsables, de participer à la création des futures normes et réglementations, de promouvoir les éco-innovations de rupture, de lutter contre le green-washing, d'identifier et de partager les bonnes pratiques pour accélérer leur adoption.

www.alliancegreenit.org

L'**Association française des éditeurs de logiciels et de solutions Internet** (Afdel) regroupe plus de 300 sociétés : de grands acteurs nationaux, dont

les tout premiers, mais aussi internationaux (Microsoft France, SAP, Sage) et surtout de nombreuses PME de toutes tailles et start-ups très innovantes. Elle est le porte-parole de référence de la profession. L'Afdel travaille sur le sujet de l'éco-conception logicielle au sein de sa commission « Green Software ».

www.afdel.fr

Comment utiliser ce recueil de bonnes pratiques ?

Afin de faciliter la lecture de ce référentiel, chaque bonne pratique est présentée sous la forme d'une fiche descriptive, illustrée par un exemple concret quand cela est possible.




Ces fiches sont classées en fonction de :

- l'étape du cycle de vie du site web : conception, templating, code, hébergement, production du contenu...;
- la technologie impliquée : HTML, JavaScript, CSS, SQL.




Sur chaque fiche sont indiqués :

- le degré de priorité de la bonne pratique (prioritaire, conseillé, non prioritaire) et le niveau d'éco-conception susceptible d'être atteint en mettant en œuvre cette bonne pratique;
- la difficulté/facilité de mise en œuvre;
- sa capacité à réduire les impacts environnementaux du site web.

Mise en œuvre






ÉCHELLE	SIGNIFICATION
 MISE EN ŒUVRE DIFFICILE	La mise en œuvre de cette bonne pratique nécessite un niveau d'expertise élevé, suppose un certain temps de développement, ou passe par un point complexe à gérer. Sa réalisation n'est pas à la portée de tous les prestataires.
 MISE EN ŒUVRE STANDARD	N'importe quel prestataire spécialisé dans le développement de sites web peut mettre en œuvre cette bonne pratique.
 MISE EN ŒUVRE FACILE	La mise en œuvre de cette bonne pratique est rapide, sans risques, et ne nécessite pas d'expertise particulière.

Impact écologique

ÉCHELLE	SIGNIFICATION
 IMPACT ÉCOLOGIQUE FORT	Cette bonne pratique possède un potentiel élevé de réduction de l'empreinte ressources (et donc écologique et économique).
 IMPACT ÉCOLOGIQUE MOYEN	Cette bonne pratique possède un potentiel moyen de réduction de l'empreinte ressources (et donc écologique et économique).
 IMPACT ÉCOLOGIQUE FAIBLE	Cette bonne pratique permet d'économiser des ressources (par exemple, des cycles CPU), mais l'impact écologique résultant est minime.

Chaque fiche mentionne également, sous forme d'icônes, les différentes ressources techniques économisées grâce à la bonne pratique.

Ressources économisées

ICÔNE	SIGNIFICATION
 PROCESSEUR	<p>Pour réduire la consommation électrique et donc les émissions de CO₂ et de déchets radioactifs associés, il faut diminuer le nombre de cycles processeur (cycles CPU) nécessaires à la réalisation d'un traitement. À performance égale, plus le nombre de cycles est faible, meilleure est l'éco-conception. La diminution des besoins CPU permet également d'allonger la durée de vie des terminaux.</p>
 MÉMOIRE VIVE	<p>Plus un site web requiert de mémoire vive pour son fonctionnement, plus son empreinte écologique est importante. La diminution des besoins en mémoire vive permet aussi d'allonger la durée de vie active des équipements (ordinateurs, serveurs, terminaux mobiles) et donc de limiter la quantité de déchets électroniques associés.</p>
 STOCKAGE	<p>Avec l'augmentation de la taille des données, le stockage est le composant du data center dont la consommation électrique croît le plus vite. Limiter la quantité et la taille des données à stocker a donc un impact important sur la consommation électrique côté serveur.</p>
 RÉSEAU	<p>La bande passante nécessaire au fonctionnement du site web a un impact sur les performances et l'empreinte écologique. Plus elle est faible, plus le site est rapide et son empreinte écologique limitée.</p>
 REQUÊTES	<p>Même s'il ne s'agit pas d'une ressource physique en tant que telle, le nombre de requêtes (HTTP, SQL, etc.) nécessaires au fonctionnement du site web dimensionne en partie les besoins en ressources physiques. C'est donc un indicateur technique clé pour mesurer l'impact de la couche logicielle sur l'infrastructure physique.</p>

Évaluer le niveau d'éco-conception de mon site web ou de mon service en ligne

À la demande de grandes entreprises françaises, et de nombreux lecteurs et lectrices de la première édition du livre, nous proposons dans cette seconde édition un système permettant d'évaluer le niveau d'éco-conception atteint par un site web ou un service en ligne.




Ce dispositif permet de juger d'un niveau de maturité, mais pas d'un niveau de performance ou d'efficacité. Ce système d'évaluation s'inspire des standards en matière de qualité, d'accessibilité et d'éco-labels reconnus.

Bien que tous les ingrédients soient réunis pour faire de ce système d'évaluation un éco-label, ce n'en est pas un. En effet, un éco-label nécessite une lourde infrastructure humaine, juridique et technique pour garantir l'impartialité, la pertinence, et la transparence de l'analyse conduisant à l'obtention d'un label.

À ce jour (juillet 2015), aucun organisme de certification digne de ce nom ne propose ce type de labellisation pour les logiciels, sites web et autres services numériques. Attention donc aux pseudo-organismes et associations qui ne manqueront pas de vous en proposer.

Pour vous simplifier la vie, nous avons associé à chaque bonne pratique un niveau de priorité : prioritaire, conseillé, ou non prioritaire. En fonction du nombre de bonnes pratiques mises en œuvre dans chaque catégorie, vous obtenez un niveau de maturité.

Niveau de maturité

ÉCHELLE	SIGNIFICATION
 <p>BRONZE - NIVEAU 1 ENGAGÉ</p>	<p>Ce premier niveau de maturité est le plus difficile à atteindre. Il distingue une démarche exemplaire et un engagement que la majorité des sites web et services en ligne n'ont pas encore. Les bonnes pratiques « prioritaires » qui permettent d'atteindre le niveau Bronze sont celles qui ont le plus gros effet de levier pour réduire les impacts environnementaux. Elles sont faciles ou peu difficiles à mettre en œuvre, et leur capacité à réduire les impacts environnementaux et économiques est toujours élevée. Comme aux Jeux Olympiques, le niveau Bronze témoigne d'une maturité très au-dessus de la moyenne. Il s'agit du niveau le plus difficile à atteindre car il nécessite une démarche volontaire. Une fois ce premier niveau obtenu, les niveaux Argent et Or sont, proportionnellement, moins difficiles à atteindre.</p>
 <p>ARGENT - NIVEAU 2 CONFIRMÉ</p>	<p>Ce second niveau témoigne d'une maturité et d'un engagement importants sur la problématique. Les bonnes pratiques associées ont un effet de levier fort à moyen en termes de réduction d'impact, mais elles nécessitent une expertise technique supérieure.</p>
 <p>OR - NIVEAU 3 EXEMPLAIRE</p>	<p>Ce niveau est le plus haut niveau de maturité. Il nécessite un engagement fort et de fond sur la problématique. Les bonnes pratiques associées ont un effet de levier moyen à faible, tout en nécessitant souvent une expertise technique et/ou un investissement conséquent. La mise en œuvre de ces bonnes pratiques constitue une démarche exemplaire.</p>

L'évaluation du niveau global atteint par le site web ou le service en ligne s'effectue en comptant le nombre de bonnes pratiques mises en œuvre

dans chaque catégorie. Ce dénombrement s'effectue le plus souvent manuellement, car aucun outil ne permet d'effectuer automatiquement un contrôle, exhaustif et de qualité. Une analyse globale, réalisée par un expert indépendant, est indispensable pour valider cette mesure.

NIVEAU	AUTRES NOMS	NOMBRE DE BONNES PRATIQUES ASSOCIÉES	COUVERTURE OBLIGATOIRE	NOMBRE TOTAL DE BONNES PRATIQUES À METTRE EN ŒUVRE
Bronze	Engagé Niveau 1 A	77	50 % niveau Bronze, soit 39 bonnes pratiques prioritaires	39
Argent	Confirmé Niveau 2 AA	23	70 % niveau Bronze + 50 % niveau Argent, soit 54 bonnes pratiques prioritaires + 11 bonnes pratiques conseillées	65
Or	Exemplaire Niveau 3 AAA	15	80 % niveau Bronze + 70 % niveau Argent + 50 % niveau Or, soit 62 bonnes pratiques prioritaires + 16 bonnes pratiques conseillées + 7 bonnes pratiques non prioritaires	85

Pour atteindre le premier niveau de maturité Bronze, le projet doit mettre en œuvre au moins 50% des bonnes pratiques prioritaires. Le second niveau Argent est obtenu lorsque 70% des bonnes pratiques prioritaires et au moins 50% des bonnes pratiques conseillées sont mises en œuvre. Le troisième niveau Or est atteint lorsque le niveau Bronze est complété à 80% et qu'au moins 70% des bonnes pratiques conseillées et 50% des bonnes pratiques non prioritaires sont mises en œuvre.

Ce système peut paraître un peu complexe de prime abord, mais il permet de tenir compte des situations particulières de chaque projet. En effet, pour des raisons stratégiques, politiques, techniques ou économiques,

souvent indépendantes de la bonne volonté des équipes, il est rarement possible de mettre en œuvre toutes les bonnes pratiques d'un niveau.

Ce système d'évaluation vise donc deux objectifs :

- vous permettre d'évaluer objectivement le niveau de maturité atteint ;
- vous encourager à progresser au fil des nouvelles versions de votre site web/service en ligne.

Nous vous tiendrons régulièrement informé de l'évolution de ce système d'évaluation sur *www.ecoconceptionweb.com*.

Si vous êtes un organisme de normalisation et/ou de certification et que vous souhaitez créer un éco-label d'éco-conception de sites web et services en ligne, contactez-nous sur *label@greenit.fr*.

Pour aller plus loin

Cet ouvrage répertorie les 115 principales bonnes pratiques en matière d'éco-conception web. Si vous souhaitez en proposer d'autres, ou simplement nous faire part de vos remarques, nous vous donnons rendez-vous sur le site *www.ecoconceptionweb.com*. La troisième édition du livre tiendra compte de vos retours.