

Eco-conception des logiciels et services numériques

Livre Vert 2013

Syntec
NUMÉRIQUE



**Neelie Kroes,
Commissaire Européenne en charge de la société
de l'information et de la stratégie numérique pour l'Europe**

Les technologies de l'information et la croissance durable sont au cœur d'Europe 2020, la stratégie que la Commission Européenne a adoptée en 2010 pour permettre une croissance intelligente, durable et inclusive. La stratégie numérique pour l'Europe fut la première initiative phare lancée dans ce cadre, aux objectifs ambitieux quant aux aspects environnementaux des technologies de l'information et de la communication (TIC).

Les TIC ont cette particularité d'aspect dual en ce qui concerne la consommation énergétique et les émissions de gaz à effet de serre : d'un côté elles représentent une proportion croissante de la demande d'électricité en Europe (entre 8 et 10% à l'heure actuelle et pourrait doubler d'ici à 2020), ainsi que de ressources rares extraites et transformées de par le monde. Le déploiement rapide de technologies bien identifiées s'accompagnant de changement de comportements adéquats de la part des utilisateurs pourrait entraîner des réductions significatives des émissions dans de nombreux secteurs industriels.

A chaque étape des cycles d'innovation, de production, d'utilisation et même jusqu'à la gestion des déchets et le recyclage, les TIC peuvent contribuer à la réduction de l'impact environnemental des produits et services utilisés par les entreprises et les consommateurs. Simulation et modélisation peuvent assister au design de produits et d'infrastructures avec de meilleures performances écologiques ; les systèmes et services informatiques d'entreprise permettent une meilleure gestion des chaînes logistiques et un contrôle accru des ressources utilisées dans la production et l'exploitation ; l'Internet des objets ou la robotique offrent de nouvelles perspectives dans la revalorisation des déchets. Enfin la gestion intelligente de données contextuelles peut aider nos citoyens à changer leurs habitudes et adopter de meilleurs comportements pour l'environnement.

Il est fondamental de pouvoir quantifier les bénéfices environnementaux apportés par les TIC dans ces différents processus, tout en prenant en compte l'impact environnemental propre aux TIC. La Commission Européenne s'est engagée dans cette voie en partenariat avec l'industrie des TIC, mais également avec d'autres secteurs industriels qui pourraient bénéficier directement des outils apportés par les technologies numériques : les bâtiments, les transports, la logistique et les infrastructures de distribution d'électricité, en particulier dans le cadre de l'amélioration de la qualité environnementale de nos villes.

L'harmonisation au niveau européen (voire mondial) des méthodes de comptabilité sur l'effet environnemental des TIC constitue l'une des priorités de la stratégie numérique pour l'Europe. Le secteur des TIC a été à l'avant-garde de ces efforts en se mettant d'accord sur des standards internationaux afin de mesurer sa propre consommation d'énergie et ses émissions de gaz à effet de serre. La Commission a également mis en œuvre des projets pilotes pour s'assurer de la compatibilité de ces méthodologies, entre autres avec les schémas existants au niveau national comme le Bilan Carbone.

Les TIC offrent des capacités uniques de repenser, à tous les niveaux de notre société, la façon dont nous produisons et nous consommons. Cette perspective devrait être à la source d'un regain de compétitivité pour l'Europe, et en particulier pour les milliers de PME du secteur qui vont s'engager dans le développement d'équipements et de logiciels au service d'une croissance durable.

L'épuisement des ressources non renouvelables, l'augmentation continue du coût de l'énergie et une réglementation environnementale de plus en plus contraignante poussent l'industrie numérique à éco-concevoir ses produits. Il en va de sa survie. A court terme, l'éco-conception permet de différencier positivement un équipement par rapport à ses concurrents, notamment grâce à son efficacité. A plus long terme, la durabilité sera un argument important au plan financier dès lors que les entreprises cherchent à allonger la durée de vie active de leurs investissements et que les ressources se font rares.

Eco-concevoir une offre numérique revient à compléter la proposition de valeur actuelle en ne se concentrant plus simplement sur le prix et la puissance, mais en ajoutant la notion d'efficacité. A chaque étape de la chaîne de valeur, le matériel le plus rentable est celui qui est le plus « vert ». Pour le fabricant, c'est celui qui nécessite le moins de matières premières et d'énergie lors de sa fabrication. Des matières premières dont le cours ne cesse d'atteindre des sommets. Pour l'utilisateur, c'est l'équipement qui consomme le moins d'énergie par traitement informatique utile (ou par service délivré), qui peut connaître une seconde vie et se recycle le mieux en fin de vie. En effet, la recyclabilité donne de la valeur à ce que nous considérons, il y a encore peu, comme de simples déchets désuets. Progressivement, ces déchets deviennent les gisements de l'économie circulaire.

La rentabilité est ainsi liée à l'éco-conception. C'est dans ce contexte, et dans le cadre de son initiative « Visions et recommandations sur le Green IT et le Développement durable », lancée il y a trois ans, que Syntec Numérique vous propose ce livre vert sur l'éco-conception.

Comme dans les livres verts précédents, nous y recensons les principales forces économiques et environnementales qui favorisent l'émergence de cette nouvelle pratique. Puis nous analysons les enjeux, pour les fournisseurs comme pour les entreprises utilisatrices, et vous proposons des pistes pour appréhender les bénéfices que vous pouvez en retirer.

L'éco-conception n'est pas réservée aux biens matériels. Nous abordons donc autant l'éco-conception des équipements que l'éco-conception des logiciels. Il existe en effet un lien ténu entre ces deux composantes essentielles d'un service numérique. Ne l'oublions pas, c'est bien la demande fonctionnelle d'un utilisateur qui se traduit en lignes de code, qui s'exécutent à leur tour sur un ordinateur tout au long de son cycle de vie.

Sans cette vision d'ensemble, l'éco-conception ne peut être efficace. Inutile par exemple d'optimiser le stockage de données qui ne seront plus jamais accédées ou de virtualiser un serveur « zombie » dont plus personne ne se sert. Paradoxalement, alors que le potentiel d'économie et de réduction de l'empreinte écologique de l'éco-conception logicielle est gigantesque, cette démarche est, à ce jour, très peu développée. Le groupe de travail vous propose donc des idées et un travail de réflexion original.



Eric Mittelette
Président du Comité Développement durable,
Syntec Numérique

SOMMAIRE

1	Contexte : Numérique et environnement	6
2	L'éco-conception : définition et principes	14
3	Eco-conception des équipements	19
4	Eco-conception de services et de logiciels	27
5	Conclusion : éco-conception numérique et création de valeur	32
6	Glossaire	34

1. CONTEXTE : NUMERIQUE ET ENVIRONNEMENT

1.1 Numérique et développement durable

La notion de développement durable résulte d'une remise en question de l'activité humaine au regard des tensions économiques, sociales et environnementales qu'elle crée sur notre planète. Elle est définie dans le Rapport Brundtland¹ comme une démarche visant à « *répondre aux besoins du présent, sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs* » et incite ainsi à une gestion rationnelle de son environnement naturel, social et économique dans le but de le préserver.

Du point de vue environnemental, cette démarche cherche à réduire l'empreinte écologique de l'humanité : gaspillage énergétique et des matières premières, pollution, émissions de gaz à effet de serre, pression sur l'eau douce, etc.

Quatre outils majeurs permettent d'évaluer ces impacts : l'empreinte carbone, hydrique, écologique, et l'analyse environnementale du cycle de vie.

Il est important de rappeler que le développement durable ne renvoie pas qu'à l'aspect environnemental. Il prend aussi en compte les dimensions économiques et sociales (ou « sociétales »). Dans le domaine du numérique, cela signifie qu'il pousse à lutter contre la fracture numérique sous toutes ses formes et à renforcer l'accessibilité des services et des logiciels.

1.2 Impact environnemental des technologies de l'information et de la communication (TIC)

Les TIC réduisent sensiblement l'empreinte écologique de nombreux secteurs d'activité (*Smart grids, Smart cities, dématérialisation, formes de mobilité ...*)², mais l'usage croissant de ces mêmes technologies engendre un impact significatif sur l'environnement.

La mesure de l'impact des TIC se doit d'intégrer l'ensemble des cycles de vie des matériels, logiciels et services. Ceux-ci sont à la fois inter-reliés par les interfaces techniques entre ces constituants et séparés parce que de nature et de contexte d'usage fondamentalement différents. Leur empreinte écologique est donc étroitement liée.

Equipements

S'il est difficile en tant qu'utilisateur de quantifier les impacts environnementaux autres que la consommation d'énergie liés à l'utilisation d'application ou services, il est important de savoir que la fabrication de toutes les infrastructures nécessaires au support de ces services (terminaux, réseaux, plate-forme de service) a des impacts non négligeables sur l'eau, l'air et le sol.

En effet, l'extraction des matières premières, ainsi que l'ensemble des processus physiques et chimiques mis en œuvre pour fabriquer ces produits contribuent à l'épuisement de ressources non renouvelables, aux pollutions de l'eau, de l'air et du sol. Ces pollutions ont lieu à la fois lors de la fabrication, de l'utilisation et de la fin de vie (déchets) des équipements. Elles engendrent un risque pour la santé humaine.

(1) Nations Unies, Oslo, mars 1987, Mme Brundtland,

http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/sites/odyssee-developpement-durable/files/5/rapport_brundtland.pdf

(2) Voir les Livres vert publiés par Syntec Numérique sur la dématérialisation, le télétravail et les data centers.

L'utilisation de substances dangereuses ou de métaux non-renouvelables (terres rares³) dans la fabrication du matériel, sa durabilité, ses possibilités de réutilisation dans chacune des phases de son cycle de vie (fabrication, transport, utilisation et réutilisation, recyclage, déchets) complètent l'analyse de son empreinte carbone⁴ pour obtenir une vue complète de l'impact environnemental du matériel. Il est important de prendre en considération la compétition des demandes entre plusieurs matériels « green » (véhicules électriques, éoliennes, matériel informatique...), la fabrication des aimants nécessitant le recours aux terres rares. Au delà des aspects environnementaux, la fabrication des équipements dans des pays émergents tels que la Chine (par le jeu des délocalisations) a un impact environnemental non négligeable, surtout quand le transport est aérien. Elle n'est en outre pas dénuée d'impacts sociétaux (conditions de travail, travail des enfants, etc.).

Logiciels

Bien qu'ils soient souvent considérés comme immatériels, les logiciels ont une empreinte écologique indirecte importante. Au-delà des impacts sur la consommation des supports (voir le livre vert de Syntec Numérique sur la dématérialisation), des fonctions permettant leur utilisation à distance (voir le livre vert sur le télétravail), de la détection des applications utilisées de manière sporadique et de leur virtualisation (voir le livre vert sur les data centers et le développement durable), la conception des applications a un impact déterminant sur le matériel nécessaire à leur bon fonctionnement et sur la manière de se conformer à la réglementation et aux mesures volontaires. Les applications sont le lieu où la valeur d'usage des services fournis par les techniques de l'information et de la communication est visible.

Services

L'impact des services fournis par les applications est difficile à appréhender car reposant sur des phénomènes et événements de faible impact unitaire. Pourtant, sur la durée de vie du service ou si les utilisateurs sont en grand nombre, ces événements à faible impact unitaire peuvent avoir un impact environnemental considérable. Cet impact ne manque pas de se matérialiser sur les factures énergétiques.

La difficulté d'appréhension peut également provenir d'habitudes héritées de réponses à des contraintes technico-économiques ayant disparu. L'amélioration des services fournis par optimisation technique est souvent perçue comme disproportionnée par rapport aux efforts qu'elle nécessite. Qu'il s'agisse de l'amélioration de l'ergonomie d'une application, de processus de travail fins pour prévenir les erreurs et leur correction, de l'utilisation de langages compilés plutôt qu'interprétés, de minimiser le « temps de sablier » face à un écran, d'intégrer des fonctions d'administration des ressources matérielles aux applications ou plus prosaïquement de limiter la redondance dans les données et la multiplicité des terminaux aux mains d'un même utilisateur⁵, les priorités accordées aux coûts de réalisation ou au délai de lancement du service sont souvent plus importantes.

(3) Voir la définition sur le lien suivant http://fr.wikipedia.org/wiki/Terre_rare, le risque d'approvisionnement (page 19) <http://wwz.ifremer.fr/institut/content/download/44025/622908/file/Synth%C3%A8se%20REMIMA%20-%20version%20finale%20-%20BD.pdf> la répartition géographique (page 2) <http://www.brgm.fr/dcenewsFile?ID=1501> et les applications des terres rares dans les composants électroniques à http://www.mpe-media.com/images/stories/TERRES_RARES_APPLI_THALES.jpg

(4) Voir en ce sens le livre vert de Syntec Numérique sur le management des gaz à effet de serre.

(5) La solution du BYOD (« Bring Your Own Device ») sera préférable à la multiplication des terminaux gérés par un même utilisateur.

1. CONTEXTE : NUMERIQUE ET ENVIRONNEMENT

Impact positif

Il est possible d'avoir un impact environnemental positif dès la conception et le développement du produit, en utilisant des applications de xAO (dessin, conception, publication, édition, x-assisté(e) par ordinateur) et de PLM (*Product Lifecycle Management*). Ces applications permettent de gérer/substituer des substances dangereuses dans les produits, de simuler l'apparence en 3D plutôt que de construire un prototype, simuler numériquement l'usure en fonctionnement du produit pour en améliorer la durabilité, concevoir certains processus de fabrication et des produits plus faciles à réparer et recycler parce que modulaires ou de simuler le fonctionnement de sa *supply chain*. L'utilisation judicieuse et intégrée de ces fonctions a un impact environnemental positif.

Impact environnemental : chiffres clés

- La fabrication d'un ordinateur portable dans un pays à électricité fortement carbonée (par exemple, la Chine) émet 90 fois plus de gaz à effet de serre qu'un an d'utilisation dans un pays à énergie faiblement carbonée (cas de la France ayant recours à l'énergie nucléaire)⁶.
- Il faut 20 kg de matières premières pour fabriquer une puce de 0,09 gramme⁷.
- 70% des métaux lourds présents dans les décharges américaines proviennent du matériel électronique qui s'y accumule⁸.
- 14% : c'est la part de DEEE professionnels de catégorie 3 (matériel informatique) collectée par rapport aux équipements mis sur le marché entre 2006 et 2009⁹.

1.3 L'enjeu économique de l'éco-conception des produits et services numériques

La définition de développement durable, telle qu'apparue dans le Rapport Brundtland, conjugue les intérêts sociaux, économiques, et environnementaux. Pour se concentrer sur ces deux derniers enjeux, l'opposition peut être immédiate : gagner beaucoup d'argent s'apparente à vendre plus, ce qui revient à produire plus, et par voie de conséquence à consommer plus de ressources naturelles. A l'inverse, être irréprochable d'un point de vue de la préservation des richesses de la planète équivaldrait à se contenter du strict nécessaire pour subsister. De nombreux contre-exemples viennent invalider ces clichés : des entreprises comme Patagonia, The Body Shop... se sont rapidement développées, ces dernières années, autour du concept de l'éco-responsabilité ou encore de la performance environnementale.

Dans les TIC, on peut envisager les bénéfices de l'éco-conception pour les fabricants selon deux axes :

- **la réduction de l'empreinte en ressource et matière**, donc des coûts du fabricant - par exemple par l'évitement de l'usage de métaux précieux et terres rares, stratégiquement risquées, ou l'optimisation de sa chaîne logistique via le report modal et la sélection de transporteurs performants.
- **l'optimisation de l'impact des produits et services chez les clients**. Par exemple en minimisant la consommation d'énergie d'une box Internet ou en réduisant l'empreinte carbone du parc de datacenters du client.

(6) Source : www.greenIT.fr, Frédéric Bordage, 2011

(7) Source : Ademe, *Réduction de la consommation de matières premières*, 20 juin 2012.
<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=23839>

(8) Source : *Computers, E-waste, and Product Stewardship: Is California Ready for the Challenge, 2001, Report for the US Environmental Protection Agency, Region IX*, page 13.

(9) Source : www.GreenIT.fr, Frédéric Bordage, 2010, sur la base des rapports ADEME 2006, 2008, et 2009. Les volumes 2007 sont estimés.

Cette approche des bénéfices peut être utilement renforcée par la simulation de l'apparition d'un prix sur les ressources écologiques, en pratique gratuites, disponibles en quantité limitée. Cette aberration économique devrait être résolue dans la décennie à venir, c'est-à-dire à court terme d'un point de vue des cycles de la recherche et de l'industrie.

Enfin, il convient de ne pas oublier les bénéfices sociétaux de l'éco-conception : une moindre toxicité pour les consommateurs, les travailleurs et la planète réduit mécaniquement les coûts de la pression économique sur les systèmes de santé, de dépollution des eaux et des sols. Ces bénéfices se chiffrent en dizaines de milliards d'euros par an à l'échelle de l'Union Européenne en ce qui concerne REACH¹⁰.

■ Coût total de possession versus coût de fabrication

- La notion de coût global, ou Total Cost of Ownership (TCO), joue un rôle très important dans l'analyse des scénarii de conception des équipements et des décisions d'achat. L'éco-conception nécessite donc de prendre en compte le coût total de possession et pas uniquement le coût de fabrication pour éviter les transferts de coût et / ou de pollution.
- Prenons l'exemple d'un serveur dont la fabrication ferait appel à des quantités de terres rares et autres matériaux énergivores, qui coûterait deux fois plus en consommation électrique chaque année que son prix d'achat, et dont la fin de vie générerait un traitement substantiel de la part de la collectivité... Cet exemple, dont la lecture peut créer un sentiment d'absurdité, n'est pas très éloigné de la réalité actuelle.

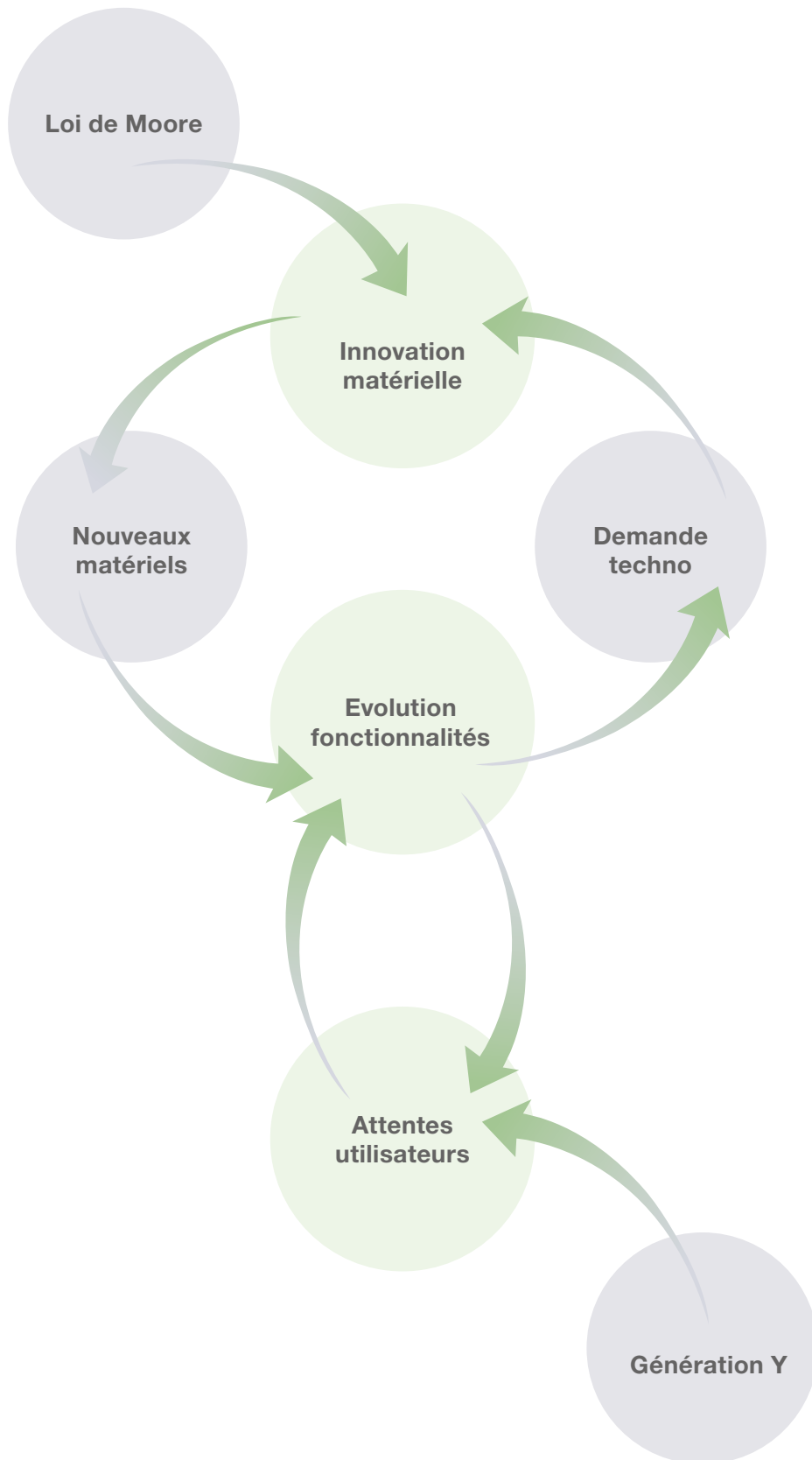
1.4 Un lien fort entre logiciels et matériels

Les logiciels sont souvent présentés comme des ressources immatérielles. Pourtant, pour pouvoir les faire fonctionner, nous utilisons de nombreux équipements électroniques, dont la fabrication, l'utilisation et la fin de vie ont un impact direct négatif sur l'environnement. En effet, comment lire un livre électronique sans écran ? Comment envoyer un e-mail sans ordinateur, tablette ou Smartphone ? Comment répondre à un SMS sans téléphone ? Comment « matérialiser » un billet d'avion ou de train sans imprimante ? Même s'ils ne constituent qu'une suite logique de 0 et 1, les logiciels ont une empreinte écologique conséquente.

Les logiciels, comme l'évolution matérielle, sont une des causes de l'obsolescence accélérée des équipements informatiques. Le schéma suivant illustre deux boucles synergétiques qui s'alimentent et se renforcent l'une et l'autre, cause de l'augmentation continue de l'empreinte écologique du numérique. Cette dynamique de système montre le besoin de renouvellement du matériel pour s'adapter notamment à l'augmentation des besoins en ressources des logiciels.

(10) Source : <http://www.universcience.fr/fr/science-actualites/enquete-as/wl/1248100291870/reach-vers-une-europe-chimique-plus-propre/>

Innovation, dynamique et systèmes



Les besoins des logiciels en ressources matérielles – quantité de RAM, puissance CPU, espace disque – conditionnent directement la fréquence de renouvellement du matériel. Or, les ressources nécessaires à l'exécution d'un logiciel augmentent fortement à chaque nouvelle version ¹¹. Et les éditeurs publient une nouvelle version de leur logiciel à un rythme croissant, qui passe en dessous du seuil historique des deux ou trois ans ¹².

Pour réduire efficacement l'empreinte écologique directe des équipements, il faut donc commencer par réduire les besoins en ressources des logiciels. L'utilisation du logiciel étant la raison d'être de l'équipement numérique, l'éco-conception de ce logiciel permet de réduire l'empreinte écologique de l'équipement en allongeant sa durée d'utilisation. Ces couches sont interdépendantes et indissociables. Il convient donc de créer une dynamique vertueuse entre ces différentes couches : matérielles et logicielles. Nous pourrions faire une analogie avec le GHG Protocol et la notion de scopes : Scope 0 - hardware et micro codes; scope 1 - operating system ; scope 2 - applications / logiciel.

Du point de vue environnemental, ce constat voudrait que les concepteurs et développeurs de logiciels soient sensibilisés à la réalité d'un monde dans lequel les ressources matérielles (matériaux précieux, énergie chère, ...) se tarissent. Or, ce n'est généralement pas le cas. La Loi de Moore a eu entre autres pour conséquence de créer un environnement dans lequel le développeur de logiciels, contrairement à l'époque des cartes perforées par exemple, considère illimitée et régulièrement grandissante la puissance des ressources matérielles qui seront mises à la disposition de ses programmes.

L'introduction de l'éco-conception doit favoriser la prise en compte des paramètres matériels par les développeurs de logiciels. Cela doit passer par le système éducatif (introduction de cours dans tous les cursus - plutôt que création d'une filière dédiée - qui seraient suivis par des étudiants particulièrement matures à la thématique au préalable), par les entreprises (dans leur intérêt de préserver des ressources, éviter de les payer trop cher, et donc de gagner en profitabilité tout en réduisant les risques), et par les consommateurs (via l'affichage systématique des propriétés environnementales des équipements).

Certes, les concepteurs de matériels ne sont évidemment pas exempts de reproches, mais les actions à entreprendre pour eux sont plus évidentes : minimiser l'emploi de ressources rares dans les produits, optimiser la consommation d'énergie, maximiser le caractère recyclable des matériels produits, favoriser les standards pour faciliter la réutilisation de pièces détachées sur d'autres machines, diminuer l'effet « transports » en s'approvisionnant localement, réduire les packagings et emballages, substituer les substances chimiques toxiques présentes dans l'équipement (câblages, électronique, coques plastiques,...), rendre évolutifs les matériels pour repousser leur obsolescence...

(11) Source : www.GreenIT.fr, Frédéric Bordage et Frédéric Lohier, « Logiciels, la clé de l'obsolescence programmée des logiciels », 2010 - <http://www.greenit.fr/article/logiciels/logiciel-la-cle-de-l-obsolescence-programmee-du-materiel-informatique-2748>

(12) Source : « Green Patterns : Manuel d'éco-conception des logiciels », 2012 - <http://www.lulu.com/product/ebook/green-patterns---manuel-d%C3%A9co-conception-des-logiciels/18814066>

1. CONTEXTE : NUMERIQUE ET ENVIRONNEMENT

1.5 Impacts directs et indirects du matériel

En se restreignant à la dimension environnementale de la notion de développement durable, celui-ci consisterait, au sens premier, à rendre pérenne et soutenable la production comme la consommation ou l'exploitation des biens et services considérés. Cela nous conduit à proposer la grille de lecture suivante pour évaluer les impacts environnementaux (par exemple carbone, eau, déchets...) d'un matériel :

PHASE	• ETAPE
Conception	<ol style="list-style-type: none">1. Périmètre2. Scenarii d'usages, équation économique3. Développement prototypes et méthodes4. Test et validation5. Lancement
Fabrication	<ol style="list-style-type: none">6. Extraction des matières premières7. Acheminement vers la zone de transformation8. Transformation9. Acheminement vers la zone d'assemblage10. Assemblage11. Packaging et conditionnement12. Acheminement vers le hub logistique13. Acheminement vers le point de distribution ou le site client
Utilisation	<ol style="list-style-type: none">14. Déballage / montage / installation / implémentation15. Exploitation16. Maintenance
Fin du cycle de vie	<ol style="list-style-type: none">17. Réutilisation18. Recyclage

Source : Stage gate process.

Cette grille de lecture, sans surprise, considère l'intégralité du cycle de vie du produit et pas uniquement sa phase d'exploitation ou d'utilisation.

1.6 Réglementations et démarches volontaires

Pour limiter les risques environnementaux des TIC, la réglementation européenne, mais aussi nationale, voire les démarches volontaires des acteurs industriels, conduisent à limiter ou interdire l'usage de certaines substances, à améliorer l'efficacité énergétique des équipements, et à gérer plus efficacement les déchets d'équipements électriques et électroniques en privilégiant leur reconditionnement et le recyclage.

- La directive DEEE (Directive sur les Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques)¹³ oblige à la mise en place de solution de traitement de fin vie des produits électriques et électroniques.
- La directive RoHS (*Restriction of the use of certain Hazardous Substances*) liée à la DEEE, interdit (ou limite) l'usage de certains composés physico-chimiques (Plomb, cadmium...) ¹⁴.
- Le règlement REACH (*Registration, Evaluation, autorisation and Restriction of Chemicals*) ¹⁵, comme son nom l'indique est à l'origine d'un processus pour recenser et limiter l'usage des substances chimiques dangereuses.
- La directive Energy using Product (EuP), rebaptisée Energy related Product (ErP) ¹⁶, s'intéresse quant à elle à l'éco-conception des équipements consommateurs d'énergie ou en relation avec les consommations d'énergie.
- La directive ErP se décline également en une série de *Codes of Conduct* (CoC) co-construits par l'Union européenne (*Joint research center*) et les acteurs du secteur, dans des domaines tels que les data centers, les équipements d'accès à Internet (box et équipement réseau). Il est également possible de substituer un accord volontaire (*voluntary agreement*), conçu par les industriels, à une réglementation édictée par le Commission européenne (exemple du *voluntary agreement* sur les *set top box* complexes).

(13) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:FR:PDF>

(14) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:174:0088:0110:fr:PDF>

(15) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006R1907:FR:NOT>

(16) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:en:PDF>

(17) Consultable sur le lien suivant : http://www.ebpg.bam.de/de/ebpg_medien/tren18/018_workd_11-09_en.pdf

2. L'ECO-CONCEPTION : DEFINITION ET PRINCIPES

2.1 Objectifs, principes et concepts

L'éco-conception des TIC vise à minimiser l'impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie des matériels et services numériques.

Les produits électriques et électroniques devraient être fiables, sûrs, et apporter une valeur ajoutée tout au long de leur utilisation. Ils devraient également être éliminés sans affecter l'utilisateur ou l'environnement. C'est le but de l'éco-conception qui s'applique aussi bien aux équipements pour particuliers (ordinateurs portables, téléphones, électroménager) qu'aux équipements professionnels (notamment les équipements médicaux, serveurs, terminaux bancaires, télécom). L'éco-conception prend en compte toutes les étapes de la vie d'un produit. Même si les considérations sont différentes pour les produits grands publics ou professionnels (durée de fonctionnement, mode de fonctionnement, jusqu'à la possibilité de recyclage...), les producteurs devraient notamment viser la réduction des substances dangereuses dans la phase de conception afin de limiter l'impact lors de l'élimination en fin de vie. De même, il convient de minimiser l'utilisation des matériaux rares et de concevoir les produits, de façon à ce que ces derniers soient aisément recyclables en fin de vie.

2.2 Les outils

2.2.1 Analyse du Cycle de Vie (« ACV »)

L'ACV est l'outil qui permet de mesurer les impacts environnementaux et de focaliser les efforts d'éco-conception sur les aspects ayant les impacts les plus importants.

Afin que l'ensemble des impacts environnementaux d'un service ou d'un produit soient pris en compte sur l'ensemble des phases du cycle de vie, l'ACV est une approche exhaustive, développée depuis près de 20 ans, et normalisée par l'ISO¹⁸. Cette méthodologie prend en compte les différentes phases depuis l'extraction des matières premières nécessaires à la fabrication du produit final, au transport entre les différentes étapes du cycle de vie, en passant par l'usage du produit ou du service associé, ainsi que la gestion de la fin du cycle de vie de produit (réutilisation, recyclage...). Chacune de ces étapes est caractérisée par différents indicateurs qui traduisent les impacts environnementaux comme la consommation d'énergie et d'eau, les émissions de CO₂, mais aussi la pollution de l'eau, de l'air et le rejet des substances chimiques tout au long des différentes phases du cycle de vie du produit. Au total près de onze indicateurs différents peuvent être considérés.

L'intérêt de cette méthode est d'avoir une approche globale permettant aussi d'évaluer tous les transferts de pollution. En effet, diminuer l'impact d'un critère sur une phase peut avoir comme conséquence d'augmenter l'impact d'un ou plusieurs critères sur une autre phase. L'ACV permet de noter ces transferts ou déports d'impacts.

Ainsi, pour des produits types décodeur TV, développer une coque en bois à la place d'une coque en plastique d'origine fossile permettra peut être de réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à la fabrication et fin de vie de la coque plastique. Si le bois est extrait en Europe pour être transformé en Chine, pour revenir ensuite en Europe, le volume total des émissions de CO₂ lié au transport sera probablement plus important que celui à associer à la coque plastique, ou alors des traitements chimiques apportés à la coque en bois comme les retardateurs de flamme seront plus nocifs que ceux injectés dans la coque plastique ou feront que le bois ne sera plus recyclable.

Les ACV portent sur une unité d'œuvre qui doit être définie très précisément (envoi d'un courriel de 90 Ko à 25 destinataires). Cela suppose une allocation claire des impacts mutualisés (prise en compte de l'impact du serveur dans l'envoi d'un courriel). Les ACV permettent donc de comparer, par exemple pour deux générations de produits ou deux produits rendant le même service, les deltas d'impacts environnementaux qui leur sont attachés. Cela permet par la suite de travailler à la

(18) Normes ISO 14 040, 14 041, 14 042, 14 043.

réduction de ceux qui semblent les plus importants. Les ACV ont montré par exemple que l'impact majeur d'un téléphone portable réside dans la fabrication et la logistique de distribution. Les ACV se font par décomposition des différentes phases du cycle de vie en phase élémentaires (phase d'inventaire), dont les impacts environnementaux sont évalués individuellement, fournissant autant de briques réutilisables dans de nouvelles ACV. Se constitue ainsi progressivement une bibliothèque qui facilite la réalisation de nouvelles ACV et contribue à la dynamique vertueuse de l'éco-conception et de l'amélioration continue.

2.2.2 ACV simplifiées et évaluation des émissions de gaz à effet de serre

La complexité de mise en œuvre et le coût des ACV peuvent conduire à utiliser des solutions simplifiées. Les plus courantes sont « l'ESQCV » (Evaluation Simplifiée Qualitative sur le Cycle de Vie) et l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre.

- L'ESQCV¹⁹ considère un nombre restreint d'impacts sur quelques phases du cycle : émission CO₂ liée à la fabrication et au transport, consommation d'énergie liée à l'usage du produit ou du service.
- L'évaluation des émissions de gaz à effet de serre (GES) ne prend en compte qu'un seul indicateur - les émissions de GES - sur toutes les phases du cycle de vie. La méthode la plus couramment utilisée en France est la méthode Bilan Carbone® popularisée par l'ADEME et dans le monde celle du GHG Protocol (WRI). Utiliser un seul indicateur (équivalent CO₂) permet de comparer deux périmètres identiques (fabrication d'un ordinateur par exemple) et donc de se comparer à des concurrents. Cette analyse génère une dynamique positive d'amélioration continue.

Quelle que soit la méthode d'ACV retenue, celle-ci se doit d'être validée par des pairs (« *peer review* »), construite sur des données irréfutables et présentée de façon transparente (notamment en indiquant le degré d'incertitude de la mesure).

Les analyses de cycle de vie (ACV) peuvent être automatisées par des applications, parfois proche de celles du contrôle de gestion, qui valorisent, non pas en coûts mais en impact environnemental les activités du cycle de vie d'un produit existant. Les décompositions et les allocations d'une approche de gestion « *activity based costing* » peuvent être réutilisées pour établir l'ACV.

La réglementation, les attentes des parties prenantes et l'intérêt économique, sont des facteurs qui poussent les entreprises à se lancer dans une démarche d'éco-conception.

2.3 La réglementation

Afin de réduire l'empreinte écologique des équipements électriques et électroniques, l'Union Européenne a travaillé sur trois axes qui couvrent toutes les étapes du cycle de vie : l'élimination des substances chimiques toxiques dès la conception, la réduction de la consommation électrique, et une gestion efficace de la fin de vie. Cet effort a donné naissance à quatre textes européens :

- RoHS (Restriction des substances dangereuses dans les produits).
- REACH (Enregistrement, évaluation, autorisation, substitution et restriction des substances chimiques).
- DEEE (Déchets d'équipements électriques et électroniques).
- ErP (Usage de l'énergie des produits).

(19) Le cadre général de l'ESQCV est défini dans le document FD X 30-310 de l'AFNOR.

2. L'ECO-CONCEPTION : DEFINITION ET PRINCIPES

2.3.1 RoHS

La directive européenne *Restriction of the use of certain Hazardous Substances* (RoHS) interdit (ou limite selon les cas) l'usage de certains composés physico-chimiques (plomb, cadmium, mercure, etc.). Les fabricants doivent donc trouver des substances de substitution moins nocives que celle remplacée. D'autres pays, dont la Chine, disposent de textes équivalents. Dans le présent document, nous abordons uniquement la directive européenne.

2.3.2 REACH

Le règlement européen *Registration, Evaluation Authorisation and Restriction of Chemicals* (REACH) est à l'origine d'un processus pour limiter l'usage des substances chimiques dangereuses. REACH représente une innovation majeure dans le domaine des réglementations chimiques, dans la mesure où la liste de vigilance n'est pas statique, mais dynamique, c'est-à-dire régulièrement mise à jour et augmentée. Pour les distributeurs et les industriels fabricants sur le sol de l'Union Européenne ou importateurs d'articles, les conséquences du caractère non statique des listes de substances sont importantes et se traduisent, pour des biens de consommation, par une perte d'exploitation liée à l'interdiction de vente des produits en rayon ; et pour les biens durables, par un risque d'obsolescence des pièces de maintenance pouvant entraîner des immobilisations d'équipements.

POUR ALLER PLUS LOIN

Parmi les nombreux critères d'empreinte environnementale (gaz à effet de serre, énergie grise, eau, pollution de l'air, des sols, etc.) à prendre en compte dans une démarche d'éco-conception, les substances chimiques jouent un rôle important, dans la mesure où leur toxicité impacte :

- Les travailleurs.
- Les consommateurs ou utilisateurs (clients).
- L'environnement.

Dès lors que l'on parle d'individus, on appelle « analyse de toxicité » ou « toxicologie » l'analyse des impacts générés par la présence de substances chimiques. Si l'on pense à la planète, les termes consacrés sont « écotoxicité » et « éco-toxicologie ».

Les métaux lourds sont depuis quelques années encadrées par des réglementations très strictes applicables à certains secteurs industriels (par exemple RoHS pour la substitution des six métaux lourds dans les composants électriques, électroniques, et électrotechniques ; VHU pour la substitution des hexavalents dans l'automobile, mais pas le bâtiment).

REACH représente une innovation majeure dans le domaine des réglementations chimiques, dans la mesure où :

- Les substances nouvelles issues de l'innovation du secteur chimique doivent être enregistrées auprès de l'ECHA (Agence Chimique Européenne) ;
- L'avancement des connaissances scientifiques sur les substances existantes peut faire entrer une substance dans la liste de vigilance.

Ce dynamisme de la liste de vigilance permet de prendre en compte l'avancement cité plus haut sans avoir à modifier de texte réglementaire. La perception d'un « doublon réglementaire » est favorisée par la liste des CMR dans la réglementation du travail en France²⁰.

(20) <http://www.inrs.fr/accueil/risques/chimiques/cancerogenes-mutagenes/reglementation-cmr.html>

La circulation de l'information scientifique sur les substances et les recherches à effectuer est faite au moyen :

- De fiches de données de sécurité étendues du producteur vers les utilisateurs ;
- De scénarii d'exposition des utilisateurs vers les producteurs ;
- De forums d'échange d'informations sur les substances entre producteurs d'une même substance.

Cette circulation est une obligation liant les producteurs, importateurs, distributeurs et utilisateurs de substances et mélanges.

La précision des termes rendue nécessaire par la conformité au règlement REACH est illustrée ici par quelques exemples :

Substance ²¹	Elément chimique et ses composés à l'état naturel ou obtenus par un processus de fabrication, y compris tout additif nécessaire pour en préserver la stabilité et toute impureté résultant du processus mis en œuvre, mais à l'exclusion de tout solvant qui peut être séparé sans affecter la stabilité de la substance ou modifier sa composition.
Préparation ²²	Un mélange ou une solution constitué de deux substances ou plus.
Article ²³	Objet auquel sont donnés, au cours du processus de fabrication, une forme, une surface ou un dessin particuliers qui sont plus déterminants pour sa fonction que sa composition chimique.
CMR ²⁴	Carcinogenic, Mutagenic or Reprotoxic : Les substances chimiques présentant un effet cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction, qualifiées « CMR », englobent les substances qui, par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée, peuvent soit produire le cancer ou en augmenter la fréquence, soit produire des altérations génétiques héréditaires ou en augmenter la fréquence, soit porter atteinte aux fonctions ou capacités reproductives ou produire ou augmenter la fréquence de faits indésirables non héréditaires sur la progéniture.
vPvB ²⁵	Very Persistent and very Bioaccumulative : Substances extrêmement préoccupantes qui sont très persistantes (très difficiles à dégrader) et très bio-accumulables dans les organismes vivants.
Barrière (d'échange) de l'organisme ²⁶	Désigne la paroi intestinale, les alvéoles pulmonaires et la peau, et les zones d'échange entre l'organisme et le milieu extérieur.
Exposition ²⁷	Contact d'une cible avec un agent chimique ou physique pendant une certaine période. L'exposition est quantifiée par la quantité de substance entrant en contact avec les barrières d'échange de l'organisme et disponible pour une éventuelle absorption.

(21) <http://echa.cdt.europa.eu/FindTermsByOtherLanguageIndex.do?lilId=7527&langId=fr&typeOfSearch=s&display=FR>

(22) <http://echa.cdt.europa.eu/FindTermsByOtherLanguageIndex.do?lilId=7601&langId=fr&typeOfSearch=s&display=FR>

(23) <http://echa.cdt.europa.eu/FindTermsByOtherLanguageIndex.do?lilId=7406&langId=fr&typeOfSearch=s&display=FR>

(24) http://www.rffst.org/index.php/Glossaire:Canc%C3%A9rog%C3%A8ne,_mutag%C3%A8ne,_reprotoxique

(25) <http://echa.cdt.europa.eu/FindTermsByOtherLanguageIndex.do?lilId=7547&langId=fr&typeOfSearch=s&display=FR>

(26) http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=doc&id_article=19417

(27) http://www.developpement-durable.gouv.fr/spip.php?page=doc&id_article=19416

2. L'ECO-CONCEPTION : DEFINITION ET PRINCIPES

Les extraits suivants donnent la tonalité du règlement REACH²⁸:

- « Le présent règlement devrait assurer un niveau élevé de protection de la santé humaine et de l'environnement ainsi que la libre circulation des substances, telles qu'elles ou contenues dans des mélanges ou des articles, tout en améliorant la compétitivité et l'innovation » ⁽¹⁾ page 2) ;
- « La responsabilité de la gestion des risques liés aux substances devrait être supportée par les personnes physiques ou morales qui fabriquent, importent, mettent sur le marché ou utilisent ces substances » ⁽¹³⁾ page 5) ;
- « Étant donné que les producteurs et les importateurs d'articles devraient être responsables de leurs articles, il convient d'imposer une obligation d'enregistrement concernant les substances qui sont destinées à être rejetées par des articles et qui n'ont pas été enregistrées à cet effet » ⁽²⁹⁾ page 7).

Sont exemptés de la conformité à REACH, les flux d'articles (importation, distribution) dont le contenu en substance sur liste de vigilance est sous le seuil de 0,1% masse / masse ou 1 tonne / an.

2.3.3 DEEE

La directive européenne sur les Déchets Equipements Electriques et Electroniques (DEEE ou WEEE en anglais) impose la mise en place de solution de collecte et de traitement en fin de vie des produits électriques et électroniques.

2.3.4 ErP

La directive européenne *Energy related Product* (ErP) vise à limiter la consommation d'énergie de différents types d'équipements, notamment les appareils électriques et électroniques.

Les trois premiers textes cités prennent en compte les phases de conception et de fin de vie. ErP s'intéresse à l'usage de l'énergie dans son utilisation, y compris le mode veille. Ces quatre textes couvrent bien le cycle de vie global du produit.

Il convient de noter que ces initiatives européennes servent aujourd'hui de modèle au monde entier.

(28) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1907:20120601:FR:PDF>

3. ECO-CONCEPTION DES EQUIPEMENTS

3.1 Les grands axes de travail

L'éco-conception de produits est mise en œuvre depuis plusieurs années. Les principaux axes d'action sont aujourd'hui clairement identifiés et consistent à travailler sur :

- La transparence à l'égard des clients
- La réduction de la consommation d'énergie
- L'augmentation de la durée de vie active
- L'élimination des substances dangereuses
- La raréfaction de certaines ressources
- La réduction des impacts liés à la fin de vie.

3.1.1 Transparence à l'égard des clients

L'adoption de l'éco-conception par les fabricants d'équipements serait accélérée par une obligation de publication d'informations environnementales sur leurs produits, obligation posée par le législateur ou les grands clients. Or, les constructeurs font montre d'une certaine opacité. Ils communiquent facilement la consommation électrique de leurs équipements en phase d'utilisation, mais rarement les émissions liées à la fabrication des matériels en amont. C'est particulièrement vrai dans le secteur numérique, de l'électronique et des télécommunications, où les fabricants ne communiquent pas certaines données clés comme l'énergie grise²⁹.

Les constructeurs, en pariant sur la transparence, gagneraient mieux et plus vite la confiance d'un marché de plus en plus citoyen et sensible à ces coûts sur leurs nouvelles gammes de produits. Cette transparence serait, à n'en pas douter, un levier de différenciation, à la condition de débiter maintenant.

3.1.2 Réduire la consommation d'énergie

Même dans le cas de terminaux actifs vingt-quatre heures sur vingt-quatre et sept jours sur sept, il existe des mécanismes qui permettent de réduire la consommation électrique : mode veille, variation de la fréquence du microprocesseur, réduction de luminosité de l'écran ...

3.1.3 Augmenter la durée de vie active

L'augmentation de la durée de vie active d'un produit réduit les impacts environnementaux liés à sa fabrication, à la logistique et à la fin de vie. Ainsi dans le cas d'un téléphone mobile, si au lieu d'avoir à fabriquer un nouveau terminal tous les ans mais uniquement tous les deux ans, les résultats d'analyse de cycle de vie montrent que les impacts environnementaux sont quasiment divisés par deux.

(29) L'énergie grise totalise toute l'énergie dépensée sur le cycle de vie complet d'un matériel, notamment les étapes de conception, production, et transport. Voir pour une autre définition : <http://www.novethic.fr/novethic/v3/le-glossaire.jsp?critere=energie+grise>

3. ECO-CONCEPTION DES EQUIPEMENTS

3.1.4 Supprimer les substances dangereuses

La limitation des substances dangereuses (définie par le règlement REACH et la directive RoHS, mais aussi par la loi chinoise du 28 février 2006 « ACPEIP » - administration pour le contrôle de la pollution causée par les produits d'informations électroniques) permet de limiter des impacts environnementaux tels que la pollution de l'eau, de l'air, des sols, mais aussi les impacts sur la vie humaine.

Le choix d'une substance de substitution doit être pris en compte et avoir des impacts inférieurs à celle substituée.

A défaut de respect des textes réglementaires, et de substitution des matières dangereuses, les entreprises s'exposent à des restrictions de transport, d'importation ou d'exportation des produits fabriqués.

3.1.5 Réduire les impacts de la fin du cycle de vie du produit

Il s'agit de prolonger l'utilisation des équipements. Une réduction des impacts liés à la fin de vie des produits est possible. Elle peut s'opérer par la réutilisation directe de tout ou partie des produits ou par le biais d'une phase de recyclage matière. Un produit éco-conçu possède des modes d'assemblage de ses composants permettant un démontage facile. Par exemple, les coques de produits type décodeur TV ou boxes d'opérateurs d'accès à Internet, tendent à éviter les mélanges de matières hétérogènes ou les incrustations (plastique plus bois ou plastique plus métal) qui rendent le recyclage trop coûteux et conduisent à ce que les produits finissent à l'incinérateur ou en enfouissement.

Il est important, en matière d'éco-conception, que les différents constituants soient facilement séparables, puisque dans les usines de traitement des DEEE il y a toujours une phase de broyage ou « défabrication » qui permet la séparation des différents constituants des produits (coques, cartes et composants électroniques). A cet égard, le rendement de défabrication constitue un indice de la performance de l'éco-conception d'un matériel.

D'un point de vue sociétal, la réduction des impacts de la fin de vie du produit passe aussi par le choix d'un prestataire respectueux de la réglementation, notamment de la convention de Bâle sur les mouvements transfrontaliers de déchets dangereux. Le processus de dépollution et de recyclage doit en effet s'effectuer en Europe et respecter les contraintes légales environnementales. Encore trop souvent pratiquée, l'exportation des DEEE hors de l'Union Européenne n'est pas une solution acceptable car ces pays ne disposent pas d'infrastructures permettant de retraiter correctement ces déchets dangereux³⁰.

(30) Source : Colloque Agence Française du développement, décembre 2011.

3.2 Des exemples qui ouvrent des voies

3.2.1 Réduction des impacts de la phase de fin du cycle de vie

Société : IBM

Domaine

- réduction des émissions de GES
- Élimination des substances dangereuses
- préservation des ressources non renouvelables
- augmentation de la durée de vie active
- réduction des impacts liés à la fin de vie

Enjeux : réduction des émissions de GES liées à l'utilisation des équipements.

Solution : En 1991, IBM a créé le programme *Product Stewardship* pour éco-concevoir ses produits. La mission du programme est de développer, fabriquer et commercialiser des produits :

- de plus en plus économes en énergie
- pouvant être mis à un niveau technique supérieur et réutilisés pour allonger leur vie
- intégrant des matériaux recyclés respectueux de l'environnement
- pouvant être recyclés et éliminés en limitant l'impact sur l'environnement.

Depuis 1995, ce programme est illustré en France avec la « boucle » de reprise, réutilisation, revente sur le site IBM à Montpellier. Ce programme anticipait, à l'époque, la directive DEEE évoquée précédemment et exigée à partir de 2005 dans toute l'Europe. Les mêmes compétences internes ayant servi à fabriquer le matériel neuf sont mobilisées pour reconditionner les équipements d'occasions. La revente du matériel reconditionné prend la forme de serveurs complets, de sous-ensembles (groupes de pièces ou de cartes constituant une partie de serveur), de pièces d'occasion (carte, élément constitutif d'un sous ensemble) et de composants (élément d'une carte : exemple composant mémoire). Les équipements et composants qui ne peuvent pas être reconditionnés sont recyclés (récupération des matières) ou valorisés (incinérés).

IBM a étendu cette boucle à la réparation de pièces défectueuses d'une part et à la mise à niveau supérieure de pièces obsolètes pour étendre encore leur cycle de vie. L'intégration de ce programme vertueux limite la fabrication de pièces neuves par un changement de composants et préserve ainsi nos ressources naturelles.

Bénéfices : depuis le lancement en 1995, le site de Montpellier a récupéré, reconditionné, et revendu 2 500 tonnes par an de serveurs professionnels haut de gammes, en provenance de toute l'Europe. En 2010, IBM a traité plus de 36 600 tonnes de produits et déchets de produits en fin de vie, avec seulement 0,6% enfoui ou incinéré (pour un objectif global de 3%).

3. ECO-CONCEPTION DES EQUIPEMENTS

3.2.2 Eco-conception et anticipation des directives européennes

Société : IBM

Domaine

- Réduction des émissions de GES
- élimination des substances dangereuses**
- Préservation des ressources non renouvelables
- Augmentation de la durée de vie active
- Réduction des impacts liés à la fin de vie

Enjeux : éliminer les substances chimiques dangereuses dès la conception des équipements.

Solution : Depuis 1978, les restrictions d'IBM sur des substances spécifiques et autres exigences environnementales de ses produits sont identifiées dans la spécification technique de l'entreprise : « exigences environnementales de base pour les fournisseurs d'IBM ». L'approche IBM comprend l'examen minutieux et l'évaluation scientifique de certaines substances avant leur utilisation dans les procédés et produits IBM. Dans certains cas, IBM a choisi de manière proactive d'interdire, de restreindre ou de substituer des substances utilisées dans les procédés et les produits IBM lorsque le poids de la preuve scientifique détermine un effet négatif potentiel sur la santé humaine ou l'environnement. IBM procède à des évaluations scientifiques de substances existantes approuvées lorsque de nouveaux procédés ou des modifications majeures sont développés. L'objectif de ces mesures volontaires est d'identifier les substituts potentiels qui peuvent être préférables pour l'environnement. IBM estime que la même rigueur scientifique doit être requise pour les enquêtes sur la santé humaine et l'environnement des substituts potentiels que pour l'enquête de la substance dans l'utilisation.

Bénéfices : En 2010, IBM est devenu le premier de son secteur à avoir éliminé le sulfonate de perfluorooctane (SPFO) et l'acide perfluorooctanoïque (PFOA) de ses procédés de fabrication de semi-conducteurs. Les scientifiques d'IBM ont également développé et breveté plusieurs autres SPFA libre (sans fluor) générateurs d'acide photolithographique en 2010. Voici un échantillonnage de l'anticipation d'IBM interdisant ou restreignant de nombreuses substances bannies de ses produits et processus :

Substances	Elimination	Contrainte légale
chlorofluorocarbures (CFC)	1989	
trichloroéthène (TCE)	1989	
biphényle polybromés (PBB)	1993	RoHS 2006
éthers de diphenyle polybromés (PBDE)	1993	RoHS 2006
substances appauvrissant la couche d'ozone (Classe I et II)	1995	
ethers de glycol à base d'éthylène	1995	
dichlorométhane	2003	
cadmium	2004	RoHS 2006
chlorure de polyvinyle (PVC)		
tétrabromobisphénol A (TBBPA)	2007	
composés perfluorés : sulfonate de perfluorooctane (SPFO) et l'acide perfluorooctanoïque (APFO)	2010	

3.2.3 Réduction des impacts liés à la fabrication : normalisation des outils

Société : HP

Domaine

réduction des émissions de GES

- Élimination des substances dangereuses
- Préservation des ressources non renouvelables
- Augmentation de la durée de vie active
- Réduction des impacts liés à la fin de vie

Enjeux : normaliser les outils et méthodologies pour faciliter les mesures de GES chez les fournisseurs numériques.

Solution : collaboration sectorielle. HP travaille à normaliser les outils et méthodologies pour faciliter des mesures, méthodes de comptabilisation et de communication cohérentes, fiables et comparables entre les fournisseurs et pour établir un processus solide tout au long de sa chaîne logistique. HP a co-présidé (jusqu'en octobre 2010) la Commission Environnement de la Coalition de l'Industrie Electronique pour la Citoyenneté (EICC) qui a développé un *Code of conduct* pour la déclaration des émissions de GES par les entreprises fournisseurs.

HP a également été membre d'un groupe de travail parrainé par le *World Business Council for Sustainable Development* et le *World Resources Institute*³¹ pour élaborer un protocole de déclaration des GES pour les émissions de la chaîne d'approvisionnement, relevant du « scope 3 ». Le « *Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard* » a été publié en septembre 2011.

Bénéfices : depuis 2010, une version révisée de l'outil EICC permet aux fournisseurs de répondre plus facilement tout en conservant une haute qualité d'information. Cette révision a contribué à augmenter sensiblement le nombre de participants. En 2010, 251 fournisseurs ont répondu à la demande d'information de l'EICC, soit plus de trois fois le nombre de 2009.

3.2.4 Réduction des impacts liés à la fabrication : réduire les émissions de GES

Société : HP

Domaine

réduction des émissions de GES

- Élimination des substances dangereuses
- Préservation des ressources non renouvelables
- Augmentation de la durée de vie active
- Réduction des impacts liés à la fin de vie

Enjeux : mesurer et réduire les émissions de GES liées à la fabrication des équipements sur l'ensemble de la chaîne fournisseurs (*supply chain*).

Solution : mise en place d'un programme d'efficacité énergétique en Chine. En 2010, HP a été la seule entreprise du secteur numérique à rejoindre un programme pilote d'un an engageant les principaux fournisseurs en Chine, en collaboration avec *Business for Social Responsibility* (BSR). L'objectif du programme est d'aider les fournisseurs à réduire leur consommation d'énergie, les émissions de GES, leurs coûts et de mesurer leurs progrès. Huit entreprises avec douze usines locales ont rejoint l'initiative, qui a débuté en proposant des formations en gestion de l'énergie.

(31) Créateur du GHG Protocol. Le WRI commence à travailler sur l'hybride GHG, ACV (*Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*). Voir le site : www.wri.org

3. ECO-CONCEPTION DES EQUIPEMENTS

Le programme a aidé les fournisseurs à développer des plans d'amélioration énergétique et convoque le groupe chaque trimestre pour partager les bonnes pratiques mises en œuvre, rencontrer des experts en efficacité énergétique et des prestataires de services techniques et financiers spécialisés dans ce domaine. Sur la base des premiers résultats, il pourra être envisagé d'étendre ce programme à davantage de fournisseurs en Chine et dans d'autres pays.

Bénéfices : réduction des émissions de GES des fournisseurs de rang un : 4,1 millions de tonnes d'équivalent CO2 en 2008 à 3,5 millions de tonnes d'équivalent CO2 en 2009, malgré un périmètre élargi.

3.2.5 Réduction des impacts de la phase de transport

Société : IBM

Domaine

réduction des émissions de GES

- Élimination des substances dangereuses
- Préservation des ressources non renouvelables
- Augmentation de la durée de vie active
- Réduction des impacts liés à la fin de vie

Enjeux : réduction des émissions de GES liées aux transports des équipements.

Solution : IBM est membre actif du programme *SmartWay Transports* de l'EPA (« Environmental Protection Agency »). Cette initiative volontaire vise à améliorer l'efficacité énergétique et réduire les émissions de GES, associée aux opérations de logistique. Depuis 2009, l'ensemble de la logistique d'IBM utilise un prestataire *SmartWay* pour l'expédition des marchandises aux Etats-Unis et des États-Unis vers le Canada et le Mexique.

Bénéfices : 100% de la logistique entre le Canada, le Mexique et les Etats-Unis passe par le programme *Smartway*. IBM applique certaines exigences de *Smartway* globalement à l'ensemble de ses opérations de distribution.

Réduire les flux tendus pour privilégier le transport multi-modal

- La minimisation du besoin en fond de roulement (BFR) constitue un incontestable attribut de la saine gestion financière. Pour les entreprises ayant une chaîne logistique de transport, cette minimisation impose des stocks aussi proches de zéro que possible. Dans les réseaux d'approvisionnement et de distribution, le zéro stock impose des transports par camion. La sous-optimisation du BFR interdit les transports multi-modaux (la livraison fréquente en petites quantités exclue les modes de transports train et fluvial). Cet optimum local et financier nuit gravement à l'optimum global et sociétal. Les agences de notation de l'investissement socialement responsable prennent de plus en plus en compte les transports.

3.2.6 Réduction des impacts de la phase d'usage

Société : Orange

Domaine

réduction des émissions de GES

- Élimination des substances dangereuses
- Préservation des ressources non renouvelables
- Augmentation de la durée de vie active
- Réduction des impacts liés à la fin de vie

Enjeux : réduction des émissions de GES liées à l'utilisation des équipements. Certains équipements électroniques - serveurs, équipements réseaux et télécoms, boxes Internet – fonctionnent en permanence. La phase d'usage représente alors la plus grosse consommation d'énergie. Réalisée en 2007, l'ACV de la première génération de Livebox d'Orange montrait que la phase d'usage était responsable de près de 80% de la consommation d'énergie totale sur tout le cycle de vie du produit.

Solution : Pour réduire la consommation d'énergie des boxes Internet (et donc les émissions de GES associées), les solutions qui peuvent être mise en œuvre sont de deux ordres.

- La régulation de fréquence d'horloge du processeur principal. La consommation d'énergie d'un processeur est directement fonction de sa fréquence d'horloge. Hors de toute invocation de service, c'est-à-dire lorsque tous les terminaux qui sont raccordés à la box sont en veille ou éteints, le cœur de la box peut fonctionner au ralenti et se réactiver en fonction des invocations de service reçues sur l'une ou l'autre de ses interfaces.
- L'activation d'un mode veille. Faire passer dans un état de veille ou semi veille les interfaces (USB, Ethernet...) de la box non raccordées à des terminaux ou raccordées à des terminaux en veille ou éteints. Une interface USB sans terminaux connectés ne consomme rien. Elle peut monter jusqu'à 5 Wh/h lorsqu'un terminal y est connecté. Sur une interface Ethernet la consommation sans terminaux connectés ou avec un terminal connecté mais en veille peut descendre à 50 mWh/h contre 400 mWh/h en mode actif avec trafic.

Les futures générations de composants cœur et d'interfaces seront performants en termes de gestion de veille, ainsi la consommation des boxes sera plus optimisée que les boxes actuelles, tant pour les modes actifs que les modes veille. Un mode veille, proche du mode actif donc consommateur d'énergie, autorisera une sortie de veille très courte. Ce mode pourrait en revanche ne pas donner satisfaction aux clients sensibles à la consommation d'énergie de leurs terminaux. Les opérateurs peuvent donc donner à l'utilisateur la possibilité de choisir entre deux modes veilles : veille profonde et temps de sortie de veille important ou veille légère et réactivité importante.

Bénéfices : Réduction de la consommation d'énergie : division par huit de la consommation en mode veille.

3.2.7 Donner une seconde vie aux mobiles ou gérer de façon appropriée les déchets électroniques

Société : Orange

Domaine

- Réduction des émissions de GES
- Élimination des substances dangereuses
- préservation des ressources non renouvelables
- augmentation de la durée de vie active
- Réduction des impacts liés à la fin de vie

Enjeux : plus de 1,7 milliard de téléphones mobiles ont été commercialisés dans le monde en 2011³² et seulement quelques dizaines de millions de téléphones usagés ont été collectés durant la même période. Des montagnes de matériaux devenant de plus en plus rares, ou de substances potentiellement dangereuses s'accumulent dans des tiroirs du fait d'un renouvellement des terminaux en moyenne tous les deux ans alors que leur durée de vie potentielle peut aller jusqu'à cinq ou sept ans. Beaucoup restent inutilisés alors qu'ils fonctionnent toujours parfaitement.

(32) Une étude Gartner Group prévoit en 2013 une mise en circulation de 251 millions de téléphones portables sur le territoire Indien. <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=2194417>

3. ECO-CONCEPTION DES EQUIPEMENTS

Solution : Orange, en France et dans les différents pays européens où il est opérateur, déploie des programmes de collecte des mobiles usagés, selon deux axes : la collecte éco-citoyenne et le rachat de terminaux. Ces programmes ont permis de récupérer plus d'un million de terminaux en 2011.

- Dans le cas de la collecte éco-citoyenne, l'utilisateur fait don de son vieux terminal. Les terminaux ainsi collectés par Orange sont remis à une entreprise sociale, les Ateliers du Bocage, branche « Economie Solidaire et Insertion » d'Emmaüs France, qui en assurent le tri, le reconditionnement pour ceux qui peuvent être réutilisés, et l'envoi dans les filières de recyclage pour les autres. Au-delà du bénéfice environnemental, cette démarche contribue à la réinsertion professionnelle et sociale, avec soixante emplois de réinsertion créés. Les revenus générés par cette collecte ont également permis à Orange et aux Ateliers du Bocage de mettre en place les premières filières de collecte de mobiles usagés en Afrique.
- Dans le cadre de ses programmes de rachat dans différents pays européens, Orange rachète le terminal au client, pour assurer, avec ses partenaires de reconditionnement, une prolongation de la durée de vie, en le revendant soit directement sur ses propres marchés, soit via des brokers sur d'autres marchés, notamment dans les pays en développement. Ces mobiles de deuxième main contribuent ainsi à réduire la fracture numérique.

Bénéfices : doublement de la durée de vie active du matériel, ce qui réduit mécaniquement l'empreinte écologique de la téléphonie en limitant le nombre de nouveaux terminaux à fabriquer.

4. ECO-CONCEPTION DE SERVICES ET DE LOGICIELS

La dynamique de la loi de Moore se caractérise par un doublement de la puissance offerte par les microprocesseurs tous les dix-huit mois. Si la consommation électrique des microprocesseurs a été divisée par quarante en soixante ans (de 1946 à 2006)³³, la puissance offerte par le matériel est telle qu'à de rares exceptions, les développeurs ne prêtent plus attention aux besoins en ressources (CPU, RAM, I/O..) de leurs logiciels et ont perdu ce savoir-faire.

Dans le cas des services informatiques – qui s'appuient sur des équipements et des logiciels – la recherche continue de performances et d'une disponibilité accrue se traduit, lorsqu'elle est associée à une réduction de coût, par un renouvellement fréquent des équipements. C'est notamment le cas du *Cloud Computing* car le coût d'achat de la plupart des équipements (serveurs par exemple) est de moins en moins déterminant. L'alimentation électrique et la maintenance d'un serveur coûtent désormais plus cher que son acquisition, dès la première année d'exploitation. Dès lors, l'éco-conception d'un service peut être perçue comme antagoniste avec des objectifs économiques.

Dans ce contexte, l'éco-conception des logiciels et des services vise à bâtir une infrastructure – tant logicielle que matérielle – pérenne dans le temps et qui délivre un service optimal pour une empreinte écologique la plus faible possible.

Bien qu'elles soient souvent perçues comme spécifiques, les problématiques d'éco-conception sont identiques pour les logiciels (quelle que soit la couche logicielle concernée) et pour les services.

Eco-concevoir un logiciel ou un service revient en effet à :

- minimiser le temps d'utilisation et la quantité de ressources mise en œuvre pour rendre un service donné (on parle d'efficacité du code ou du service)
- restreindre le champ fonctionnel à son usage le plus adapté aux besoins des utilisateurs
- prévoir les évolutions et la pérennité dans le temps des solutions.

4.1 Liens entre services, logiciels et données

4.1.1 Liens entre services et logiciels

Les logiciels sont généralement scindés en trois grandes familles :

- les *couches « basses »* qui comprennent essentiellement les systèmes d'exploitation
- *l'infrastructure* qui comprend les bases de données, *middlewares*, et les couches d'exécution des logiciels (*frameworks et runtime notamment*) qui rendent un service « technique »
- les *applications « métier »* qui implémentent des fonctionnalités métier en s'appuyant sur l'infrastructure.

Avec l'émergence du *Cloud Computing* et des architectures orientées services (SOA), nous retrouvons les mêmes découpages au niveau des services (qu'ils soient internes ou proposés par des prestataires) :

- *couches « basses »* : réseaux télécoms, *data center*, sécurité...
- *infrastructure* : PaaS (Platform as a Service), stockage en ligne, serveurs de messagerie...
- *applications « métier »* destinées à l'utilisateur final : offre *triple play* des opérateurs télécoms dans le domaine grand public, application CRM en mode SaaS pour les entreprises, ...

(33) Source : www.greenIT.fr, Frédéric Bordage, 2010 - <http://www.greenit.fr/article/materiel/un-microprocesseur-moderne-consomme-40-fois-moins-d-energie-qu-en-1946>

4. ECO-CONCEPTION DE SERVICES ET DE LOGICIELS

Dans la mesure où les services informatiques et télécoms s'appuient sur des logiciels, leur performance environnementale est directement (mais pas totalement) subordonnée à l'éco-conception des logiciels utilisés.

Malgré quelques initiatives françaises telles que le *Green Code Lab*³⁴, un *référentiel d'éco-conception web*, et des travaux en cours à l'AFNOR, l'éco-conception d'un logiciel ou d'un service n'est pas, à ce jour, un terrain connu et balisé par des bonnes pratiques et des motifs de conception (*design pattern*). Il existe cependant une corrélation³⁵ entre :

- la qualité du code
- sa performance (ou celle du service)
- sa consommation de ressources (ou celle du service)
- sa consommation d'électricité (ou celle du service)
- sa capacité à allonger la durée de vie active des équipements.

4.1.2 Liens entre logiciels et données

Il est important de prendre en considération le volume, la fréquence et la criticité des données créées et modifiées par les services et logiciels, à toutes les étapes du cycle de vie.

4.2 Le cycle de vie comme prisme de l'éco-conception

Le meilleur moyen pour éco-concevoir un logiciel ou un service est d'étudier son cycle de vie et d'optimiser chacune des étapes principales. Malgré son caractère trop souvent perçu comme virtuel, les différentes étapes du cycle de vie d'un logiciel ou d'un service sont exactement les mêmes que celles d'un bien manufacturé. On retrouve : la conception, la fabrication, l'utilisation et la fin de vie.

4.2.1 Conception

Expression du besoin

Ce sont les besoins des utilisateurs, traduits en spécifications fonctionnelles, puis en spécifications techniques, puis en code source qui conditionnent en grande partie l'empreinte ressource finale du logiciel. Il est donc indispensable de réduire les exigences fonctionnelles des utilisateurs aux fonctionnalités réellement indispensables. Sachant que 45% des fonctionnalités proposées ne sont jamais utilisées³⁶. **La première étape dans l'éco-conception d'un logiciel ou d'un service consiste à limiter la couverture fonctionnelle aux fonctions clés.** Après un inventaire préalable des fonctions déjà disponibles, 25% des applications déployées apparaissent redondantes avec des applications existantes³⁷.

La méthodologie mise en œuvre pour conduire le projet, doit par conséquent être centrée sur l'utilisateur et ses besoins. Les méthodes de développement itératives permettent de réduire de manière significative la quantité de code produite. Scrum, TDD (« *Test Driven Development* »), Agile, sont les chemins, à ce jour, connus et démontrés en termes d'efficacité fonctionnelle. Notons que, dans ces cas, la satisfaction des utilisateurs est manifeste car ils sont impliqués dès la conception. Finalement, le *Mock up* (correspondant à un simple schéma annoté) peut être perçu comme le ferment de l'éco-conception logicielle puisqu'il est le langage commun entre les concepteurs du logiciel et les utilisateurs.

(34) Green Code Lab, www.greencodelab.fr

(35) Green Code Lab, *Y a-t-il des langages plus verts que d'autres ?*, décembre 2012, <http://greencodelab.fr/content/y-t-il-langages-plus-verts-que-dautres>

(36) Standish Group, 2008.

(37) Source : étude HP, *Applications Landscape*, 2010.

4.2.2 Fabrication et exécution

Architecture modulaire

Pour couvrir les besoins des utilisateurs sans alourdir le code ou le service (et donc augmenter ses besoins en ressources), on peut adopter une architecture modulaire. Les 20% de fonctionnalités utilisées par 80% des utilisateurs sont intégrées au « noyau », tandis que les 80% de fonctionnalités restantes utilisées par seulement 20% des utilisateurs sont disponibles sous la forme d'extensions. Cette modularité garantit en outre une meilleure évolutivité du logiciel ou du service dans le temps. Evidemment, au bout d'un certain temps, les fonctions annexes qui s'avèrent incontournables peuvent être réintégrées progressivement dans le noyau du logiciel ou du service.

Rôle clé des couches basses

Pour améliorer les performances d'un logiciel ou d'un service tout en réduisant son empreinte écologique, il est également nécessaire de ne pas réinventer la roue. Il faut s'appuyer autant que possible sur les fonctionnalités proposées par les couches inférieures. Les solutions plus proches du système d'exploitation restent, pour un même algorithme et un même service, les plus à même d'être optimisées et proches de l'optimum énergétique. C'est le cas par exemple de la librairie standard C++ pensée et codée pour réduire les ressources nécessaires à la fourniture de la fonction demandée.

Support d'exécution

Une fois « fabriqué », le logiciel doit être compilé pour pouvoir fonctionner. Le choix du mode et du niveau de compilation a un impact important sur la consommation de ressources matérielles. Rajouter un interpréteur ne peut que pénaliser la performance. Le débat entre les deux approches – interprété et compilé - se doit donc d'être le plus complet possible et de prendre en compte à la fois la productivité du code et ses performances.

Type de fichiers et format de données

Le choix du type de fichier et du format des données joue un rôle important dans la performance des applications et dans leur consommation de ressources : espace disque, cycle CPU, RAM. Il y a par exemple un écart de un à huit entre un type données SQL tinyint (1 octet) et un type bigint (8 octets). Le choix d'un type de données ou d'un format de fichier au plus près des contraintes techniques réduit notablement l'empreinte ressource.

Facebook compile son code PHP en C++

- Afin d'améliorer les performances de son service (réseau social), Facebook a décidé de compiler son code PHP en C++. Concrètement, les développeurs continuent à utiliser le langage PHP pour sa productivité, mais le code est ensuite compilé dans un langage binaire de bas niveau (C++) via un traducteur maison (HipHop for PHP). Grâce à cette approche qui allie productivité et performances, Facebook a divisé par deux la puissance de traitement informatique nécessaire pour faire fonctionner son service. En termes d'empreinte écologique, cela signifie deux fois moins de serveurs, une consommation électrique réduite de moitié, et la possibilité d'utiliser plus longtemps le data center existant, sans avoir à en construire un nouveau (l'empreinte écologique de la construction et du fonctionnement d'un data center étant très élevée).

4. ECO-CONCEPTION DE SERVICES ET DE LOGICIELS

4.2.3 Utilisation

Qualité et niveau de service

L'éco-conception ne se limite pas à celle des services et des logiciels. Elle vise également à rationaliser le système d'information dans son ensemble. Cette rationalisation passe par une qualité (QoS, pour qualité de service) et un niveau de service (*Service Level Agreement*) adaptés à l'utilisation et à la criticité réelle. Il est par exemple disproportionné d'héberger une application de notes de frais dans un *data center* « tier 4 » hautement disponible. Les moyens mis en œuvre pour atteindre ce niveau de disponibilité alourdissent inutilement le bilan économique et écologique du service rendu (voir à ce sujet le livre vert de Syntec Numérique sur les *data centers* et le développement durable).

Cas de la QoS sur une expérimentation d'un moteur de recherche : Bing

- Microsoft Research a étudié³⁸ l'impact de la Qualité de Service (QoS) sur la consommation énergétique des fermes de serveurs LiveSearch sur lesquelles fonctionne le moteur de recherche Bing. L'expérimentation vise à réduire par injection de code la QoS de requêtes.
- Cette réduction de la qualité se caractérise par x% de liens renvoyés en moins dans les résultats de la recherche. Les résultats sont immédiats et objectifs : une réduction du nombre de liens de 10% se traduit par une réduction de la consommation électrique de 65%.
- 20% de liens en moins réduit la consommation électrique de 80%.

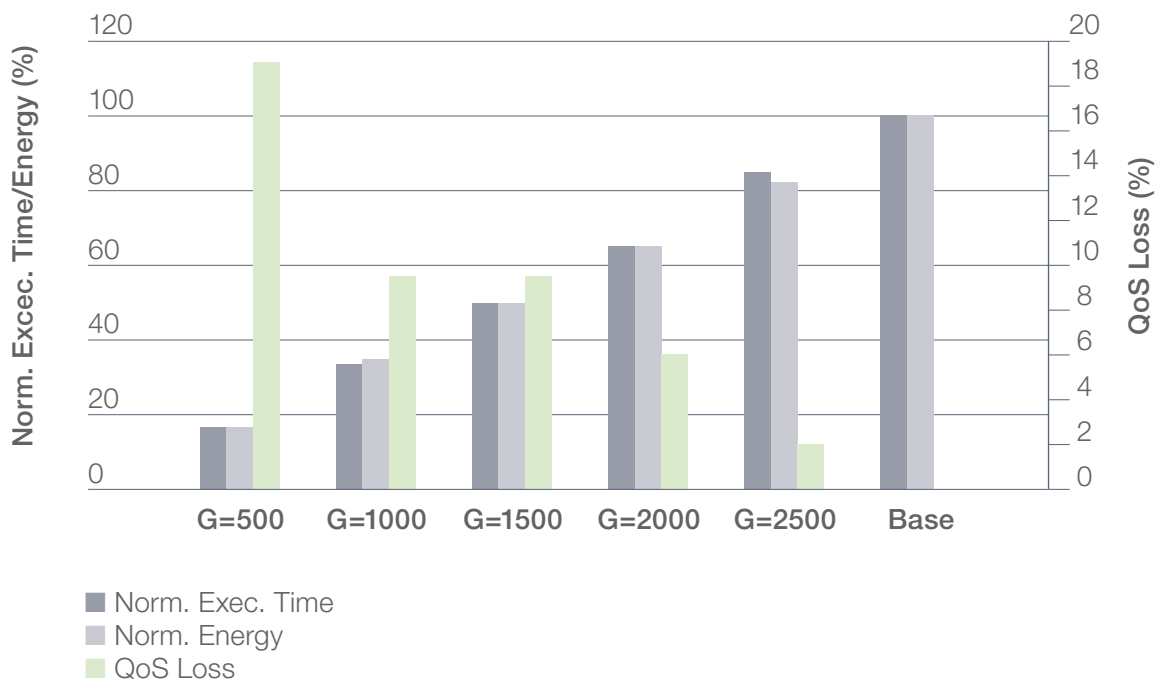


Figure 13. The tradeoff between QoS Loss and the improvement in performance and energy consumption of CGA.

Illustration : réduction de la consommation électrique en fonction du nombre de liens retournés par le moteur de recherche Bing de Microsoft

(38) Source : Microsoft Research - http://research.microsoft.com/pubs/101217/Green_paper.pdf

et des services, le choix du support de stockage des données en fonction de leur cycle de vie et de leur criticité a un impact économique et écologique important. Un disque très rapide consomme par exemple dix fois plus d'électricité qu'un disque capacitif³⁹. De nombreuses approches permettent de réduire le coût environnemental du stockage : gestion hiérarchique de donnée, déduplication, *thin-provisionning*, etc. Nous les présentons en détail dans le livre vert sur les data centers déjà paru. La problématique de la transmission des données est identique, dans l'esprit, à celle du stockage.

4.2.4 Fin du cycle de vie

Désinstallation des logiciels

Si on prend en compte tout le cycle de vie du logiciel, le développement n'est qu'une étape. L'éco-conception d'un logiciel doit également prendre en compte la phase de fin de vie du logiciel en proposant notamment des procédures automatiques pour « déprovisionner » / désinstaller les logiciels inutilisés. Plusieurs études indiquent que 25% des applications qui constituent le système d'information des entreprises ne servent à rien⁴⁰. En moyenne, 10 à 50% des logiciels achetés et installés ne sont pas utilisés⁴¹. Outre des économies financières importantes, évaluées à 27 Milliards de dollars par an⁴², l'élimination des applications redondantes et / ou inutilisées libère des ressources. En libérant de la RAM, de l'espace disque et des cycles CPU inutiles, on peut utiliser plus longtemps les postes de travail et les serveurs et réduire ainsi leur empreinte écologique.

Déprovisionnement des services

Comme nous l'avons précédemment vu, les services informatiques et les couches logicielles sont achevés. Dans les situations SaaS, la montée en charge est souvent un point pris en compte dans la conception du service. En revanche la « décrue » (*scale down*) est peu étudiée et documentée. Or, il est nécessaire de se pencher sur cette phase pour garantir une plage d'utilisation optimale des ressources par rapport au service demandé.

Le déprovisionnement ne doit pas se limiter aux logiciels « métier ». Par exemple, lorsqu'un utilisateur quitte l'entreprise, ce sont toutes les données associées et désormais inutiles qu'il faut supprimer pour libérer des ressources : compte utilisateur dans *l'active directory*, courriels et documents inutiles, etc. Cette étape appelle inévitablement la question du cycle de vie des données, de leur criticité et de leur suppression.

Suppression des données

Véritable « carburant » des systèmes d'information, les données sont la matière informatique qui augmente le plus vite. Leur quantité double en moyenne tous les deux ans⁴³.

Pour réduire l'empreinte écologique d'un service ou d'un processus informatique, il faut donc gérer les données au plus juste du besoin de l'entreprise et des réglementations en vigueur. La gestion active du cycle de vie des données permet notamment d'adopter une politique technique adaptée. Plus la donnée perd de valeur et de la criticité, plus elle est « déclassée » vers un support de stockage lent dont l'empreinte écologique est réduite, jusqu'à sa suppression pure et simple.

(39) Source : *Green Storage, Enjeux et Facteurs Clés de Succès*, Frédéric Laura, 2009.

(40) Source : étude HP, *Applications Landscape*, 2010.

(41) Source : *Applications Landscape*, HP et Capgemini, 2011,

<http://www.indexel.net/article/20-des-applications-d-entreprise-ne-servent-a-rien-3338.html>

(42) Source : 1E, 2011.

(43) Source : *GreenIT.fr*, Frédéric Bordage, 2011, compilation de diverses études parues ces cinq dernières années.

5. CONCLUSION

Comme le rappelle Neelie Kroes⁴⁴ dans la préface de cet ouvrage, « *les technologies de l'information et la croissance durable sont au cœur d'Europe 2020, la stratégie que la Commission européenne a adoptée en 2010 pour permettre une croissance intelligente, durable et inclusive* ».

Pour atteindre les objectifs ambitieux de la Commission européenne, les acteurs du secteur numérique ne peuvent plus se contenter de « peindre leurs offres en vert ». Il leur faut désormais réduire drastiquement l'empreinte écologique des équipements et des services qu'ils commercialisent, tout au long du cycle de vie. Cette démarche n'est malheureusement pas encore standard, notamment dans le domaine des services et du logiciel.

Toutes les entreprises du secteur ont pourtant intérêt à s'y intéresser. Car la prise en compte de l'empreinte écologique, sociale et économique est une opportunité plus qu'une contrainte. Dans un contexte de crises économique et écologique qui s'installent dans la durée, les arguments du développement durable deviennent de véritables différenciateurs sur un marché toujours plus concurrentiel. Or, comme nous le démontrons dans ce document, sur la durée, l'éco-conception permet une importante réduction du coût et de l'empreinte économique et sociale d'un produit ou d'un service.

5.1 Un nouvel outil : l'analyse de cycle de vie

L'analyse du cycle de vie (ACV) des principaux équipements numériques (ordinateurs, téléphones, tablettes, écrans, etc.) révèle que, dans un pays comme la France⁴⁵, l'empreinte écologique se concentre essentiellement dans la fabrication et la fin de vie des équipements. Cette mise en perspective permet de resituer les vrais enjeux. Certes l'usage des équipements a un impact environnemental qu'il faut réduire autant que possible. Mais c'est l'allongement de la durée de vie active des équipements qui est la clé de la réduction de l'empreinte écologique des TIC. En termes d'éco-conception, les leviers les plus importants se situent donc surtout lors de la fabrication et de la fin de vie.

Comme le montrent les retours d'expérience cités dans le document, ces deux étapes sont intimement liées. On ne peut reconditionner un équipement s'il n'a pas été optimisé, dès sa conception pour être facilement réparable et « *upgradable* ». Il est également très difficile de recycler certains matériaux s'ils ne sont pas clairement identifiés. Le choix même de ces matériaux induit un taux plus ou moins élevé de recyclabilité. De même, les utilisateurs ne pourront allonger la durée de vie active de leurs équipements que s'ils le permettent : ajout facile de mémoire vive, composants disponibles longtemps et durée de garantie adaptée...

5.2 L'éco-conception logicielle créatrice de valeur ajoutée

L'autre enseignement de ce livre vert est que, au-delà de l'éco-conception du matériel, la couche logicielle joue un rôle majeur dans l'accélération de l'obsolescence du matériel. Dans la vaste majorité des cas, les utilisateurs ne se séparent pas de leurs équipements parce qu'ils ne fonctionnent plus, mais parce qu'ils ne sont plus assez puissants pour exécuter les nouvelles versions de logiciels. Pour allonger la durée de vie active des équipements, l'éco-conception ne peut donc se limiter au matériel et doit absolument s'appliquer aux logiciels.

(44) Commissaire Européenne en charge de la société de l'information et de la stratégie numérique pour l'Europe.

(45) Où le kWh électrique est très faiblement émetteur de gaz à effet de serre comparé au reste du monde (0,1 kg eqCO₂ par kWh électrique en France contre 0,5 kg eqCO₂ pour la moyenne des pays de l'OCDE).

Les gains apportés par l'éco-conception logicielle sont sans commune mesure avec ceux proposés par le matériel. Et pour cause : les fabricants optimisent l'efficacité de leurs équipements depuis quarante ans tandis que les éditeurs de logiciels font le chemin inverse en entassant des couches applicatives les unes sur les autres. Heureusement, certains éditeurs et opérateurs de nuages informatiques viennent de redémontrer l'intérêt de l'éco-conception logicielle par des gains ou des évitements de coût (*cost avoidance*) dépassant parfois plus de cent millions de dollars sur un an.

Avec l'essor des terminaux mobiles toujours connectés, l'éco-conception logicielle redevient même une source de création de valeur. L'éco-conception se traduit par de meilleurs temps de réponse et une autonomie accrue des terminaux. Deux arguments fortement différenciateurs.

ACV : analyse du cycle de vie

L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthodologie d'analyse itérative de la fonction des produits constituée de quatre étapes principales dont la structure est standardisée. Les normes ISO 14040 et ISO 14044 décrivent les principes et le cadre de l'ACV, respectivement les exigences et lignes directrices. Appliquée à l'écologie, les méthodes d'analyse du cycle de vie orientées « dommages » soulignent les impacts environnementaux à chaque étape du cycle de vie du produit : fabrication, commercialisation, utilisation, recyclage...

ADEME

Créée en 1991, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle des ministres chargés de la recherche, de l'écologie et de l'énergie. L'ADEME a pour mission de relayer la politique de l'état dans les secteurs de la gestion des déchets, la maîtrise de l'énergie, de la réduction de la pollution de l'air et du bruit.

Affichage environnemental

Information sur l'impact environnemental d'un produit. Peut concerner la seule consommation en usage (exemple de l'électroménager) ou l'ensemble des impacts sur la totalité du cycle de vie (exemple de l'étiquetage environnemental des téléphones mobiles mis en place par Orange).

Code of Conduct

Ensemble de règles et d'objectifs faisant l'objet d'un engagement volontaire des industriels du secteur (exemple du *Code of Conduct* européen sur les *Data Centers*).

Conception

Ensemble des activités suivant l'idée d'un nouveau produit ou service et précédant sa réalisation.

DEEE : Déchets d'équipements électriques et électroniques

Les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) sont une catégorie de déchets constituée des équipements en fin de vie, fonctionnant à l'électricité ou via des champs électromagnétiques, ainsi que les équipements de production, de transfert et de mesure de ces courants et champs. Le matériel informatique est classé dans la catégorie 3 de la directive européenne DEEE (WEEE en anglais).

Développement durable

Développement qui satisfait aux besoins du présent, sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Le développement durable s'appuie sur trois piliers : l'économie, l'environnemental et le social. A long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable (*Our common future*, Commission mondiale sur l'environnement et le développement, ONU, Gro Harlem Brundtland, 1987).

Eco-toxicité

Mesure des dangers pour l'écosystème induit par un produit après son usage normal (par exemple, principes actifs pharmaceutiques ou perturbateurs endocriniens dans les rivières).

Efficacité énergétique

C'est le rapport entre la quantité d'énergie récupérée et l'énergie consommée. Elle est exprimée par le COP (coefficient de performance) quand il s'agit de production de chaleur, par l'Energy Efficiency Ratio (coefficient d'efficacité énergétique) pour les appareils produisant du froid. A ne pas confondre avec le rendement, qui est le rapport entre l'efficacité réelle de la machine et l'efficacité théorique maximale qu'on peut attendre d'elle. En informatique, plusieurs éco-labels (80 Plus, Energy Star) garantissent l'efficacité énergétique des alimentations électriques des ordinateurs et des périphériques (imprimantes, écrans, etc.).

Empreinte carbone

L’empreinte carbone totalise la quantité de gaz à effet de serre (GES) émis par une entreprise, un bâtiment ou une infrastructure informatique. On traduit la quantité des six principaux gaz émis (CO₂, CH₄, etc.) par leur équivalent en kilos de CO₂. L’empreinte directe est celle directement liée à l’infrastructure. L’empreinte indirecte, plus complexe et rarement calculée pour le matériel informatique, mesure toutes les émissions connexes (fournisseurs, transport, etc.). Le calcul de l’empreinte indirecte s’appuie sur l’analyse du cycle de vie (voir ACV).

Empreinte écologique

L’empreinte écologique est une mesure de l’impact des êtres humains sur leur milieu naturel. Cette méthode évalue la surface de terre et d’eau nécessaire à une population donnée pour répondre à sa consommation de ressources et à ses besoins d’absorption de déchets.

Energie grise

L’énergie grise est l’énergie consommée sur le cycle de vie complet d’un produit : fabrication, transport, commercialisation, utilisation, fin de vie, etc. Par abus de langage, on désigne souvent par énergie grise le total de l’énergie consommée sur le cycle de vie moins la phase d’utilisation. Plus la taille d’un matériel électronique est réduite et plus la part d’énergie grise est importante. L’énergie grise d’un téléphone portable est par exemple supérieure à l’énergie consommée lors de l’utilisation.

Fiscalité écologique

Ensemble des impôts et taxes ou exemptions permettant de favoriser financièrement les produits et services ayant un impact écologique favorable ou permettant de fixer un prix pour un bien public

GES

Gaz à effet de serre.

Le principe d’un inventaire d’émissions de gaz à effet de serre repose sur le recensement des flux physiques (personnes, objets, énergies, matières premières...), liés directement ou indirectement à l’activité de l’entreprise, et de leur conversion en kg équivalent CO₂ ou kg équivalent carbone, via des facteurs appelés facteurs d’émissions.

ISO 14001

Norme ISO décrivant un système de management environnemental et les caractéristiques permettant sa certification.

ISO 14006

Norme ISO publiée fin 2011 pour fournir des lignes directrices et aider les organismes à établir, documenter, mettre en œuvre, tenir à jour et améliorer en permanence leur management de l’éco-conception dans le cadre d’un système de management environnemental (SME).

Norme

Document établi par consensus et approuvé par une organisation reconnue pour fournir à des usages communs et répétitifs des règles, principes d’action ou caractéristiques d’activité ou de leurs résultats afin d’atteindre un degré optimal d’ordre dans un contexte donné (traduction anglaise : *standard*).

Parties prenantes

Connues en anglais sous le nom de *stakeholders*, les parties prenantes de l'entreprise regroupe l'ensemble de ceux qui participent à sa vie économique (salariés, clients, fournisseurs, actionnaires), de ceux qui observent l'entreprise (syndicats, ONG), et de ceux qu'elle influence plus ou moins directement (société civile, collectivité locale...).

Les entreprises socialement responsables sont non seulement transparentes envers leurs parties prenantes mais elles veillent aussi à servir l'ensemble de leurs intérêts (dénommé en anglais « *stakeholders value* »). Elles s'opposent en cela aux entreprises pour qui le rendement à court terme est la seule et unique priorité (en anglais « *shareholder value* »). (Source Novethic)

Peak Oil

Se traduit par pic pétrolier (peu usité) et désigne le moment où la production mondiale de pétrole plafonne avant de commencer à décliner du fait de l'épuisement des réserves de pétrole exploitables.

REACH

Règlement européen sur l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des produits chimiques. Appliqué sous la houlette de l'European Chemicals Agency (ECHA) le règlement s'impose aux entreprises important dans l'Union Européenne (UE), fabricant dans l'UE, vendant dans l'UE ou utilisant des produits chimiques. Deux flux d'information sont rendus obligatoires du producteur à l'utilisateur via les fiches de données de sécurité des produits et dans le sens inverse pour les cas d'exposition.

Réchauffement climatique

Ce terme est utilisé à tort pour exprimer deux constats différents. Le réchauffement global (*global warming* en anglais), c'est à dire l'augmentation continue, sur plusieurs années, de la température moyenne de l'atmosphère et des océans, se traduit par des dérèglements climatiques locaux. On parle aussi de changement climatique pour désigner une modification durable de l'ensemble des caractéristiques climatiques à même endroit : réchauffement ou refroidissement. Ces changements peuvent être dus à des processus propres à l'écosystème de la Terre, à des forces extérieures (cycles solaires), ou aux activités humaines.

RoHS

Directive européenne LdSD (Limitation d'utilisation de certains Substances Dangereuses) datant de 2005 et transposé en droit français par décret le 20 juillet 2005. Ces substances concernées sont le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome hexavalent, les polybromobiphényles (PBB) et les polybromodiphényléthers (PBDE). Les concentrations maximales de ces substances sont de 0,1% par unité de poids de matériau homogène, sauf pour le cadmium où la limite est de 0,01%. La directive a été refondue et publiée au journal officiel de l'Union Européenne le 1er juillet 2011. La transposition en droit français doit se faire avant le 2 janvier 2013.

NB: à ne pas confondre avec la réglementation RoHS chinoise.

Scope 3

Selon l'approche GHG d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre (basée sur 14064-1 : 2006), le scope 3 désigne les facteurs d'émission de CO₂ imputables à la *supply chain*. Avant l'assemblage d'un produit, les émissions de CO₂ imputables à l'approvisionnement (*upstream*) ainsi que les émissions imputables à la distribution, à l'utilisation et à la fin de vie du produit (*downstream*) constituent le scope 3.

Standard

Traduction en anglais de norme

Supply chain

Chaîne logistique, désigne l'ensemble des flux physiques ou d'informations et les processus de mise à disposition des produits de la conception au client final. On distingue la chaîne logistique dans l'entreprise, et la chaîne logistique étendue à l'ensemble des fournisseurs et de leurs sous-traitants.

Terres rares

Les terres rares telles que le lanthane, le néodyme, le dysprosium ou le terbium sont des métaux dont les propriétés chimiques en font des constituants indispensables de très puissants aimants, et on les retrouve dans presque tous les équipements et appareils de haute technologie, des machines à laver aux ordinateurs portables, en passant par les voitures électriques et les éoliennes.

TIC

Technologies de l'Information et de la Communication. On parle aussi de NTIC où le N désigne le terme nouvelles ou de TNIC où le N désigne le terme numériques.

Toxicité

Aptitude d'un contaminant à provoquer des dommages chez un être vivant. Sa définition doit tenir compte de la dose d'exposition ou la dose absorbée, de la voie d'absorption, du mode de distribution dans le temps (dose unique ou doses répétées), du type et de la gravité des lésions et du temps nécessaire pour que ces dommages ou lésions apparaissent.

Sources :

- Bertrand Kornfeld, PDCaply
- Frédéric Bordage, GreenIT.fr - <http://www.greenit.fr/search/node/glossaire> et <http://www.greenit.fr/article/acteurs/dictionnaire-trilingue-du-green-it>
- Novethic

REMERCIEMENTS

Syntec Numérique remercie toutes les personnes ayant contribué à la réalisation de ce Livre Vert et tout particulièrement :

Les animateurs et pilotes

- Denis GUIBARD, Orange
- Eric MITTELETTE, Microsoft

Les contributeurs

- Frédéric BORDAGE, GreenIT.fr
- Pierre-Henri COMBES, EPF Ecole d'ingénieurs
- Jérémy FAIN, Verteego
- Denis GUIBARD, Orange
- Eric JOYEN-CONSEIL, Groupe Alexandrie
- Bertrand KORNFELD, PDCAply
- Eric MITTELETTE, Microsoft
- Marine MONTARU, Atos Consulting
- Michel POCHITALOFF-HUVALE, IBM
- Bérengère PORTAL, EPF Ecole d'ingénieurs
- Emmanuel TONG-VIET, IBM
- Jean-Michel RODRIGUEZ, IBM
- Jacques ROSSARD, Bull
- Pierre SICSIC, HP
- Marc VAUTIER, Orange

Les membres du Comité de lecture

- Jérémy FAIN, Verteego
- Denis GUIBARD, Orange
- Bertrand KORNFELD, PDCAply
- Eric MITTELETTE, Microsoft

Contact

Mathieu COULAUD - Délégué aux affaires juridiques, Syntec Numérique
mcoulaud@syntec-numerique.fr

Syntec Numérique

Syntec Numérique est le syndicat professionnel des entreprises de services du numérique (ESN), des éditeurs de logiciels et des sociétés de Conseil en Technologies. Syntec Numérique représente 1200 sociétés membres, soit 80% du chiffre d'affaires de la profession.

Présidé depuis juin 2010 par Guy Mamou-Mani, Syntec Numérique contribue au développement des Technologies de l'Information et de la Communication et de leurs usages, assure la promotion des entreprises des Logiciels & Services et la défense des intérêts collectifs professionnels.

syntec-numerique.fr  **@syntecnumerique**

Syntec | DES ENTREPRISES
NUMÉRIQUE | QUI CHANGENT
LE MONDE

3, rue Léon Bonnat - 75016 Paris
Tél. : 01 44 30 49 70

syntec-numerique.fr

 [@syntecnumerique](https://twitter.com/syntecnumerique)

Chambre professionnelle des métiers du numérique

© 2013, Syntec Numérique