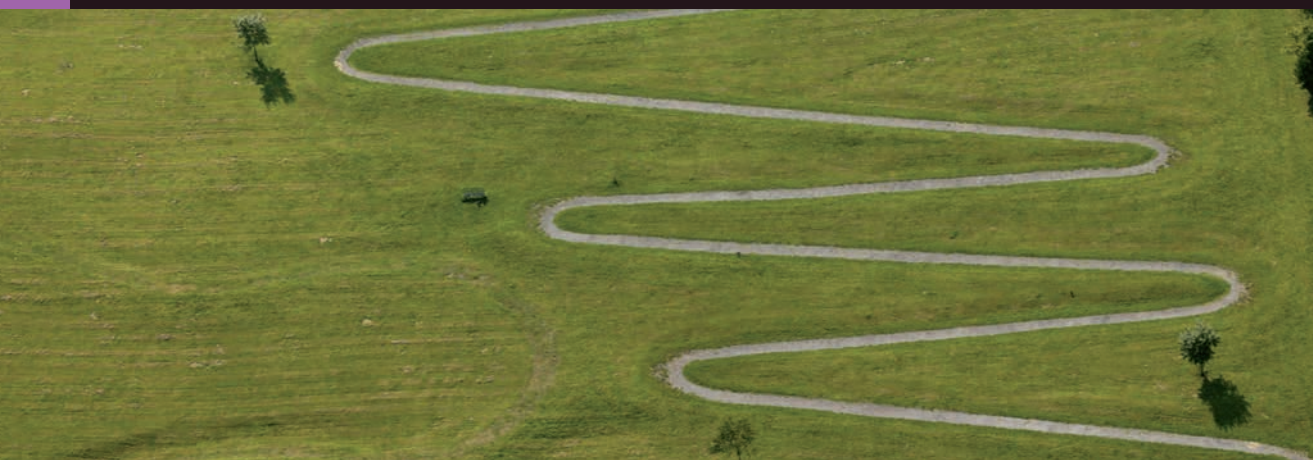


# GREEN IT

**Les meilleures pratiques  
pour une informatique verte**



**Christophe Corne, Adrien Porcheron,  
Pénélope Guy, James Pavia**

Préfaces de Nathalie Kosciusko-Morizet  
et de Bruno Ménard

DUNOD

# Table des matières

Préface de Nathalie Kosciusko-Morizet .....	V
Préface de Bruno Ménard .....	VII
Avant-propos .....	XV
<b>Chapitre 1 – Comment en sommes-nous arrivés à un tel gâchis ? .....</b>	<b>1</b>
1.1 Le contexte général .....	1
1.2 Si nous avions su... ..	2
1.3 L'augmentation de la consommation énergétique .....	4
1.3.1 <i>Les besoins en calculs</i> .....	5
1.3.2 <i>L'émergence du World Wide Web en 1992</i> .....	6
1.3.3 <i>Le développement de nouveaux services</i> .....	6
1.3.4 <i>La densification des installations serveurs au niveau des data-centers</i> .....	8
1.3.5 <i>Le développement de fonctionnalités consommatrices de ressources au niveau du poste de travail</i> .....	10
1.4 Bill Clinton, inventeur du Green IT en 1993 ? .....	11
1.5 Les premières initiatives dans le domaine du recyclage .....	13
1.6 Le tournant en 2005 causé par l'inflation du prix du pétrole .....	15
1.7 Définition du Green IT .....	16
1.8 Effet de mode, effet marketing ou effet durable ? .....	18

1.9 Un enjeu majeur pour tous .....	19
<b>Chapitre 2 – Le Green IT, du projet à la mise en œuvre .....</b>	<b>21</b>
2.1 Six grandes étapes fondamentales .....	21
2.1.1 Le défi du Green IT .....	22
2.1.2 L'objectif d'une démarche Green IT .....	22
2.1.3 Le but d'associer une méthode à une démarche .....	23
2.2 Initialisation de la stratégie Green IT dans l'entreprise .....	25
2.2.1 S'engager résolument sur un projet Green IT .....	25
2.2.2 Définir un groupe de travail .....	25
2.2.3 Définir une Road Map basée sur une stratégie d'innovation et de développement durable .....	26
2.2.4 Définir les livrables et les outils de mesures associés à la stratégie Green IT ....	27
2.3 Analyse et audit de l'existant .....	27
2.3.1 Comprendre la stratégie de l'entreprise et le défi auquel elle souhaite répondre ..	27
2.3.2 Réaliser un audit énergétique .....	28
2.3.3 Réaliser un audit de l'infrastructure existante afin de diagnostiquer les éléments fédérateurs du SI .....	28
2.3.4 Analyser l'impact de la stratégie mise en œuvre afin de comprendre les opportunités .....	29
2.4 Pondération des indicateurs de suivi en fonction de l'entreprise .....	29
2.4.1 Les indicateurs .....	29
2.4.2 Les tableaux de bord .....	33
2.5 Intégration des résultats sur une échelle de maturité .....	35
2.5.1 Positionnement de l'entreprise dans un référentiel .....	35
2.5.2 Préconisations du court au long terme .....	36
2.5.3 Le système d'information au cœur de la stratégie globale de l'entreprise .....	36
2.6 Orientation stratégique et urbanisation du système d'information .....	37
2.6.1 Réalisation d'une étude d'opportunité sur les leviers identifiés .....	37
2.6.2 Mesure des économies financières et environnementales .....	37
2.6.3 Propositions et préconisations quantifiées d'améliorations énergétiques .....	38
2.6.4 Définir un processus d'évolution du SI en respectant les éléments fédérateurs et structurants de l'architecture en place .....	39
2.7 Mise en œuvre des préconisations et accompagnement au changement .....	39
2.7.1 Intégrer un outil de gouvernance Green IT du système d'information .....	39

2.7.2	<i>Favoriser la communication en interne est propice à l'émulation</i>	40
2.7.3	<i>Sensibiliser les utilisateurs</i>	40
2.7.4	<i>Intégrer des outils pédagogiques (intranet, e-learning...)</i>	40
2.8	<i>Exemple de check-list</i>	41
2.8.1	<i>Informatique et bureautique</i>	41
2.8.2	<i>Data-centers</i>	43
2.8.3	<i>Cycle de vie du matériel</i>	46
2.8.4	<i>Télécommunications</i>	47
<b>Chapitre 3</b>	<b>L'achat responsable</b>	51
3.1	<i>L'éco-conception, initiatrice de l'achat responsable</i>	51
3.1.1	<i>Définition de l'éco-conception</i>	51
3.1.2	<i>Les normes de l'éco-conception : EuP et RoHS</i>	53
3.2	<i>Les principaux éco-labels</i>	54
3.2.1	<i>Tableau de synthèse</i>	54
3.2.2	<i>Energy Star</i>	55
3.2.3	<i>Éco-label européen</i>	57
3.2.4	<i>La marque NF environnement</i>	58
3.2.5	<i>Le label TCO</i>	59
3.2.6	<i>Blue Angel</i>	61
3.2.7	<i>80 Plus</i>	62
3.2.8	<i>CECP</i>	63
3.2.9	<i>PC3R</i>	64
3.2.10	<i>Greenguard</i>	66
3.2.11	<i>Le Choix environnemental</i>	67
3.2.12	<i>Nordic Swan</i>	69
3.2.13	<i>Epeat</i>	70
3.2.14	<i>Initiatives associatives</i>	72
3.2.15	<i>Les démarches des constructeurs</i>	73
3.3	<i>L'utilisation des éco-labels au quotidien</i>	76
3.3.1	<i>Maîtriser ses achats avec Epeat</i>	76
3.3.2	<i>Exemple d'utilisation d'Energy Star</i>	92

<b>Chapitre 4 – Bien gérer les impressions</b> .....	95
4.1 Constats et impacts de nos habitudes d'impression.....	96
4.1.1 <i>Quelques faits</i> .....	96
4.1.2 <i>Ce que nous consommons au quotidien</i> .....	96
4.1.3 <i>L'impact sur la santé</i> .....	97
4.2 Maîtriser ses impressions .....	98
4.2.1 <i>Les éco-labels orientés impressions</i> .....	98
4.2.2 <i>Auditer la gestion des impressions</i> .....	99
4.2.3 <i>Les bonnes pratiques</i> .....	100
4.2.4 <i>Un exemple de maîtrise des impressions au niveau d'une entreprise</i> .....	104
<b>Chapitre 5 – Le parc informatique dans son ensemble</b> .....	109
5.1 De l'origine du poste de travail aux technologies actuelles.....	109
5.1.1 <i>Du système unique aux réseaux</i> .....	109
5.1.2 <i>Évolution au fil du temps de la consommation des PC</i> .....	112
5.2 La notion de clients légers .....	114
5.2.1 <i>Une faible consommation énergétique</i> .....	114
5.2.2 <i>La publication d'applications à distance ou la virtualisation d'applications</i> .....	115
5.2.3 <i>La virtualisation du poste de travail</i> .....	116
5.2.4 <i>Les technologies liées à l'utilisation des clients légers</i> .....	117
5.2.5 <i>Exemple et gains potentiels</i> .....	121
5.3 L'extinction du poste de travail .....	122
5.3.1 <i>Un manque de connaissance</i> .....	122
5.3.2 <i>Des économies substantielles</i> .....	123
5.3.3 <i>Les solutions existantes</i> .....	124
5.4 Les applications informatiques naturellement écolophobes ?.....	124
<b>Chapitre 6 – Évoluer vers des data-centers verts</b> .....	127
6.1 Plongée au cœur des data-centers .....	127
6.1.1 <i>Les data-centers évoluent</i> .....	127
6.1.2 <i>Les préoccupations des DSI</i> .....	128
6.1.3 <i>Le choix d'un emplacement</i> .....	129
6.1.4 <i>Les data-centers montent en puissance</i> .....	131
6.1.5 <i>Les pertes de puissance</i> .....	133

6.1.6 Réorganiser les data-centers pour les optimiser .....	139
6.1.7 Efficacité des data-centers .....	146
6.1.8 Réduire la consommation et supprimer les watts inutiles .....	147
6.1.9 Technologies de virtualisation .....	148
6.1.10 Concevoir un data-center green .....	151
6.2 Le calculateur Dell .....	153
6.3 Les data-centers green .....	157
<b>Chapitre 7 – Les apports de l’informatique .....</b>	<b>161</b>
7.1 Inverser la tendance .....	161
7.2 Des exemples concrets .....	162
7.2.1 Réduire le niveau de CO <sub>2</sub> lié au transport .....	162
7.2.2 Dans le domaine du bâtiment .....	164
7.2.3 La dématérialisation et le commerce électronique .....	166
7.2.4 Mesurer l’impact .....	166
7.3 La visioconférence, la téléprésence .....	167
7.3.1 Principe et intérêt .....	167
7.3.2 Quelques cas concrets .....	170
7.3.3 Exemple de produits .....	170
<b>Chapitre 8 – Gérer la fin de vie du matériel .....</b>	<b>173</b>
8.1 Pourquoi recycler ? .....	174
8.1.1 Toxicité des composants .....	174
8.1.2 L’impact sur l’environnement .....	175
8.1.3 L’impact sur la santé .....	176
8.2 Réglementation .....	176
8.2.1 Quelques définitions .....	176
8.2.2 Loi et décrets DEEE .....	177
8.2.3 Notion d’éco-organisme .....	180
8.3 Recyclage et réutilisation au quotidien .....	181
8.3.1 Le recyclage pour les entreprises .....	181
8.3.2 Le réemploi du matériel .....	184

<b>Chapitre 9 – La démarche dans l’entreprise et les administrations</b> .....	187
9.1 La gouvernance de l’entreprise à l’heure du Green IT .....	187
9.1.1 <i>L’impact de la loi NRE et des autres dispositions</i> .....	187
9.1.2 <i>Exemple d’une entreprise intégrant globalement le Green IT</i> .....	188
9.1.3 <i>Exemple d’une entreprise insérant le Green IT au centre de son infrastructure</i> .	190
9.2 Les collectivités comme moteurs du changement .....	193
9.2.1 <i>San José, municipalité exemplaire en matière d’achat « vert »</i> .....	193
9.2.2 <i>La Nouvelle-Calédonie lance une démarche Green IT à l’échelle de son territoire</i>	198
<b>Annexe : où s’informer sur le Green IT ?</b> .....	199
1 Les blogs .....	199
2 Les groupes de travail .....	200
3 Les associations .....	200
4 Les autres sites sur l’environnement .....	201
<b>Glossaire</b> .....	203
<b>Bibliographie</b> .....	213
<b>Index</b> .....	219

# Avant-propos

En 2002, lors du sommet de Johannesburg, le Président de la République française avait affirmé : « *Notre maison brûle et nous regardons ailleurs* ». Dans quelques années sans doute, nous filerons la métaphore : « *Le coupable a été retrouvé dans les décombres de l'incendie... notre PC* ».

De leur fabrication à leur recyclage, nos ordinateurs sont à l'origine de différents risques pour notre environnement ou notre santé. Depuis déjà plusieurs années, le matériel informatique et les éléments qui lui sont liés, tels les systèmes de refroidissement, consomment une énergie considérable et en constante augmentation au point de constituer aujourd'hui une part importante de notre consommation globale d'énergie. De plus, selon des études, elle augmentera sans cesse et de façon dramatique, de l'ordre de 40 % d'ici 2020.

Aujourd'hui, nombreux sont ceux qui évoquent largement le thème du « Green IT » ou « informatique verte » pour le présenter comme une priorité. Les entreprises, notamment les constructeurs informatiques, s'en emparent. Les pouvoirs publics s'y intéressent : le nouveau président américain nomme au sein de son équipe un spécialiste du Green IT ou encore le gouvernement français crée un groupe de réflexion sur le sujet.

Pour autant, pendant ce temps, les systèmes d'information consomment toujours plus d'énergie, en particulier les centres informatiques (data-centers), les PC de bureau et tous les dispositifs électroniques. Ils continuent à polluer notre environnement et certains composants restent dangereux pour notre santé.

On a longtemps perçu l'informatisation comme un seul progrès. Elle permettait d'augmenter la productivité, d'améliorer notre qualité de vie et de travail, et nous délivrait des tâches les plus ingrates. Le sommet de Johannesburg avait insisté sur le rôle des technologies de l'information et de la communication, susceptibles d'accélérer le développement durable.



En réalité, sans réelle prise de conscience, nous sommes entrés dans une ère où l'informatique hypothèque notre avenir. Il est urgent et impératif de renverser la tendance avec deux objectifs : diminuer la dépense énergétique du système d'information global, et profiter des avancées de la technologie de façon à réduire nos émissions de carbone dans d'autres secteurs.

Il nous faut prendre ensemble cet engagement pour le respect de l'environnement, mais aussi pour l'essor des pays en voie de développement qui entrent doucement, et souvent difficilement, dans la société de l'information. Nous devons développer des modèles durables, que l'on pourrait reproduire et adapter à ces pays.

Pour cela, un large panel de solutions s'offre à nous, des plus simples aux plus complexes, des moins coûteuses aux plus onéreuses. Mais toutes ont en commun un impératif : l'indispensable mobilisation de tous les acteurs, citoyens, salariés, responsables politiques et dirigeants d'entreprises.

Cet ouvrage commence par un état des lieux de l'impact de l'informatique sur l'environnement en détaillant pourquoi et comment l'outil informatique à tous les stades peut être un facteur de dégradation environnementale.

Ensuite, nous présentons, sous forme de guide pratique à destination des décideurs et des intervenants sur ces questions, comment inverser la logique et mettre en œuvre une démarche Green IT de l'achat éco-responsable à la gestion des déchets en fin de cycle de vie, ou encore des économies énergétiques simples à mettre en œuvre aux économies massives induisant des modifications d'infrastructures.

## **Remerciements**

Nous remercions tout particulièrement Églantine Hue pour l'aide à l'élaboration de cet ouvrage.

Ces remerciements s'adressent également à l'ensemble de l'équipe dotgreen pour leur soutien au quotidien.

# 1

## Comment en sommes-nous arrivés à un tel gâchis ?

### Objectif

Des chocs pétroliers à nos jours, la prise de conscience de l'impact de l'informatique sur l'environnement fut lente jusqu'en 1993. Puis les premières actions publiques de 1993 à 2005 furent accompagnées d'articles de plus en plus nombreux sur le sujet.

Cela serait probablement resté au niveau des intentions si, en 2005, à l'occasion d'une augmentation significative du prix du pétrole, nous n'avions connu une année où chacun a pris conscience de la rareté de nos ressources naturelles.

Le mouvement s'est ensuite accéléré en 2006 pour donner lieu à une nouvelle discipline à mi-chemin entre l'informatique et l'environnement, même si un peu de recul s'impose pour séparer le bon grain de l'ivraie ou, autrement dit, pour faire la part entre la démarche écologique réfléchie et le banal argument marketing.

### 1.1 LE CONTEXTE GÉNÉRAL

En admettant que les premiers concepteurs et utilisateurs d'ordinateurs et de matériel informatique aient eu une conscience écologique, on pourrait imaginer que les premiers pas de l'informatique verte datent des balbutiements de l'informatique.

Le Green IT, ou informatique verte, est récent dans sa définition et son histoire est intimement liée à des événements proches comme, par exemple, la gestion des déchets électroniques à partir de 2003 ou encore l'augmentation de la consommation énergétique à partir de 2005.

C'est à partir de ce moment que le côté fort polluant de l'informatique en tant qu'appareil a été pris en considération par nos gouvernants. L'appareil informatique, tout comme l'appareil électroménager d'ailleurs. Ce n'est pas encore l'acte fondateur du Green IT, mais plutôt un événement préalable.

Jusqu'en 2005 et la prise de conscience de la raréfaction des ressources pétrolières et donc de l'énergie, nous étions peu nombreux à avoir constaté que ces monstres de puissance consommaient de l'électricité... Le retour à la réalité est d'autant plus brutal aujourd'hui pour tous et notamment pour les entreprises.

La prise de conscience sur le coût de l'énergie de 2005 fait suite à celle survenue lors du second choc pétrolier en 1979. Seulement, entre ces deux dates, nous sommes devenus dépendants de l'outil informatique sous toutes ces formes.

## 1.2 SI NOUS AVIONS SU...

Les exemples qui suivent montrent à quel point nous étions en décalage par rapport à la réalité qui s'impose à nous aujourd'hui.

Souvenons-nous de nos écrans à tube cathodique avec lesquels, dans les environnements Microsoft Windows, l'utilisateur se voyait incité à mettre un écran de veille animé. Le logo Windows se promenait sur l'écran après une période d'inactivité de l'ordinateur. L'objectif était fort louable à l'origine, il s'agissait de ne pas endommager les moniteurs monochromes qui avaient tendance à conserver des marques des vues d'écrans trop longtemps figées. Cependant, l'aspect environnemental et notamment énergétique était complètement oublié. Le même résultat aurait pu être obtenu en mettant en veille l'écran (extinction totale ou partielle), mais il est vrai que, dans ce cas, aucun logo n'aurait défilé...



**Figure 1.1** — Écran de veille du plus bel effet visuel, mais du pire effet énergétique.

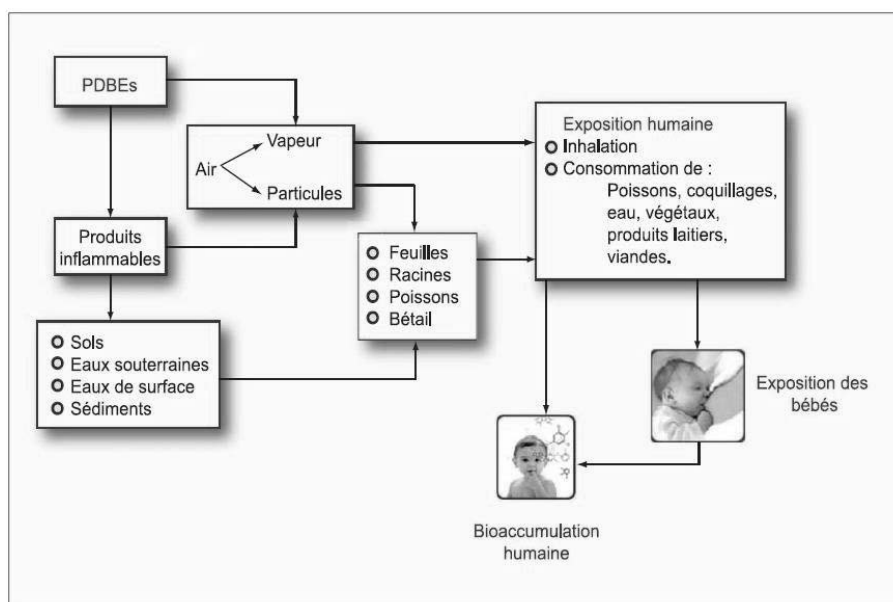
Cela peut paraître anecdotique mais, et nous y reviendrons dans la partie liée au poste de travail, cela continue à être ancré dans les usages des utilisateurs. Faites le test autour de vous, vous démasquerez facilement des écrans brillant de mille couleurs. La dépense énergétique induite est significative à l'échelle d'une entreprise. Il est vrai que nous ne sommes pas aidés : les principaux systèmes d'exploitation conservent ces modes de mise en veille animée voire les ont toujours comme paramètres par défaut.

Sur un autre registre qui touche à la santé publique, nos ordinateurs contiennent des substances directement toxiques pour nos organismes soit par contact direct, soit par contamination de l'environnement si le matériel est abandonné dans une décharge. Nous reviendrons sur ces substances, notamment les substances limitées par les directives RoHS (Directive sur la restriction de l'usage de certaines substances dangereuses - *Reduction of Hazardous Substances*) comme le plomb (Pb) ou le cadmium (Cd) et ceci depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2006. Avant 2006 (ou encore aujourd'hui si vous vous trouvez dans certains pays), vous étiez en contact avec des substances aujourd'hui pros-crites. Le cas des polybromodiphényléthers (nous les nommerons PBDE) présents sous trois formes principalement (pentaBDE, octaBDE et décaBDE) est particulièrement significatif. Utilisés pour leur qualité ignifuge, ils apportaient une réponse efficace pour des matériels (écrans, cartes mères, circuits imprimés, boîtiers, etc.) soumis à des élévations permanentes de température. Comme nous le verrons au sujet des substances toxiques présentes dans les ordinateurs, les solutions alternatives peuvent représenter des reculs en matière d'efficacité.

Notre exposition aux PBDE était particulièrement forte : une étude américaine [McPherson et al, 2004] a montré en 2004 que les trois composants pentaBDE, octaBDE et décaBDE ont été trouvés sur tous les ordinateurs des sites publics retenus pour l'étude avec des concentrations variant entre 2,09 et 213 pg/cm<sup>2</sup>, par exemple pour le decaBDE. La concentration la plus élevée de decaBDA a été détectée dans un bureau d'une université américaine, en 2004, pour un écran plat de dernière génération à l'époque.

La figure suivante détaille les modes de contamination de ces composants, le risque le plus important concernant le lait maternel et donc les bébés allaités. Le risque sur la santé a d'abord été mis en évidence chez l'animal au niveau de la thyroïde, du foie et du système nerveux. Des études ont montré que cette contamination s'étendait jusqu'à des zones traditionnellement protégées comme l'Arctique où la flore et la faune sont fortement touchées. Absents avant 1980, des traces sont apparues depuis 1990, et depuis, les taux doublent tous les cinq ans. [AMAP, 2005]

Au-delà de ces quelques exemples liminaires, il en existe bien d'autres qui montrent que l'industrie informatique s'est développée sans véritablement intégrer la dimension environnementale, notamment dans le domaine de la consommation énergétique qui est aujourd'hui une préoccupation majeure.



**Figure 1.2** — Mode de contamination de l'homme par les PBDE – reproduit avec l'autorisation des auteurs [Kinani et al, 2007]

### 1.3 L'AUGMENTATION DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

Un des objectifs majeurs du Green IT est la réduction de la consommation énergétique. Cette inversion de tendance fait suite à une augmentation inconsidérée due principalement à une course à la puissance et à une augmentation significative des besoins, sans que le lien de cause à effet ait toujours été établi.

Un rapport du congrès américain [Congress, 2007] a dressé aux États-Unis un portrait de la consommation des data-centers informatiques (ce qui comprend les serveurs et les équipements liés mais également les systèmes de refroidissement). En 2006, ils représentaient 1,5 % de la consommation globale du pays, ce qui est l'équivalent de la consommation de l'industrie des usines de transport aux États-Unis (fabrications automobile, aéronautique et navale cumulées). Le besoin en électricité pour ces mêmes data-centers a plus que doublé entre 2000 et 2005.

Jusqu'à très récemment, les constructeurs de matériel informatique se sont livrés à une course aux seules performances de systèmes. Ainsi, entre 2000 et 2006, les performances du matériel informatique ont été multipliées par 25 alors que, dans le même temps, leur efficacité énergétique l'a seulement été par huit [Schulz, 2007]. Un serveur qui coûte 1 000 € a vu sa consommation électrique multipliée par quatre sur la même période.

En novembre 2008, l'ordinateur le plus puissant du monde, le Roadrunner BladeCenter QS22/LS21 Cluster d'IBM, a atteint une performance de 1 105 Teraflops

[Meuer et al, 2008] qui correspond à une puissance 2 483,47 kW, soit une facture d'électricité annuelle supérieure à 2 millions d'euros ou bien l'équivalent en électricité de la consommation annuelle de 5 300 ménages français.

**Watts, kW, kWh...**

Tout au long de cet ouvrage, nous utiliserons des unités pour comprendre la dépense énergétique. L'unité de mesure officielle de l'énergie est le joule (J), équivalent à un watt (W) pendant une seconde. Un kilowatt (kW) correspond à 1 000 watts (W). Le watt correspond à la puissance électrique.

La mesure de la consommation s'effectue avec le kilowattheure (kWh). Il s'agit de la consommation d'un appareil d'une puissance de 1 000 watts pendant une heure.

Utiliser une lampe avec une ampoule de 60 watts pendant une heure consomme 60 wattheures ou 0,06 kWh d'électricité. L'utiliser pendant 1 000 heures revient à consommer 60 kWh.

L'industrie informatique s'est développée jusqu'en 2005-2006 avec une approche comparable à celle de l'industrie automobile où la course à la performance a été le principal critère de développement. Cela ne signifie pas que les processeurs d'une génération à l'autre ne s'amélioraient pas en termes d'efficacité énergétique (c'est-à-dire la consommation rapportée à la puissance), mais l'effort était surtout fait au niveau des considérations de dissipation thermique ou d'autonomie de batteries pour les processeurs embarqués. La conscience du coût environnemental était tout aussi absente chez les fabricants de processeurs que chez les constructeurs de 4x4.

Quelle a été la raison de cette quête de puissance permanente ? Il est certain que depuis le début de l'ère informatique moderne, les besoins ont considérablement augmenté. Les explications à cette augmentation sont plus ou moins légitimes, plus ou moins raisonnables et surtout, comme nous le détaillons à travers les exemples qui suivent, si certains secteurs ont pris conscience de l'impact environnemental, d'autres continuent à ne pas s'inquiéter de l'impact énergétique de leurs équipements.

Les principales situations qui expliquent l'utilisation de plus en plus intensive de l'outil informatique et des équipements liés sont développées dans les paragraphes suivants.

### 1.3.1 Les besoins en calculs

Les besoins en calculs sont de plus en plus élevés, en phase avec la prise en charge par l'informatique de problèmes de plus en plus complexes. Nous pouvons citer les recherches de nouveaux gisements de pétrole avec le 17<sup>e</sup> ordinateur le plus puissant au monde fin 2008 [Meuer et al, 2008], propriété de Total Exploration Production et dont l'objectif est « d'analyser par exemple les risques géosismiques dans les zones d'extraction » [Sgi, 2008]. Nous n'insisterons pas sur l'ironie de la situation à évoquer un dispositif consommateur d'énergie pour rechercher des sources d'énergie, d'autant que le pétrole a comme première destination nos réservoirs automobiles et non pas nos ordinateurs.

### 1.3.2 L'émergence du World Wide Web en 1992

Lorsque l'on allume une lampe, la totalité de la consommation électrique est directement visible. Lorsque l'on se connecte à Internet, que l'on effectue une recherche sur son moteur de recherche favori, des dizaines d'équipements alimentés électriquement sont mis en œuvre pour que vous ayez la réponse dans les meilleurs délais. En résumé : le poste de travail où l'utilisateur effectue sa demande, le boîtier de connexion au réseau (ADSL par exemple), les équipements permettant de relier l'internaute à l'opérateur historique (nœud de raccordement d'abonné) puis à son opérateur télécom, les équipements intermédiaires (routeurs, serveurs DNS...) et enfin les équipements de l'hébergeur des serveurs (routeurs, serveurs...) sont sollicités. Chaque équipement représente une puissance électrique délivrée, partagée entre plusieurs internautes, particulièrement difficile à estimer compte tenu du nombre d'équipements en jeu dans un contexte de mutualisation (Le *Sunday Times* a d'ailleurs accusé à tort Google de produire en une requête autant de CO<sub>2</sub> que chauffer une tasse de thé en produit [Leake et al, 2009] [Hölzle, 2009]). Pour autant, l'exercice de l'estimation n'est pas inintéressant pour se donner des ordres de grandeur et bien comprendre le coût de ces nouveaux services. Ainsi, une comparaison souvent évoquée est qu'un Brésilien consomme en moyenne autant d'électricité sur une année qu'un utilisateur de Second Life [Carr, 2008].

#### **Comment estimer la consommation électrique d'un utilisateur de Second Life ?**

La consommation moyenne d'un ménage français (composé de deux adultes et un enfant) est de 4 000 kWh par an selon l'Ademe (consommation au niveau du logement ce qui comprend la télévision, les appareils électroménagers, etc.). Selon les données disponibles en 2007 sur le site de Second Life, 12 500 utilisateurs accèdent en même temps à leur personnage ou avatar sur Second Life. Le site disposait à cette date de 4 000 serveurs pour fournir les services adéquats. Nous prenons les données suivantes : une puissance de 250 watts pour un serveur (dont une partie pour l'air conditionné nécessaire à son fonctionnement) et de 120 watts pour le poste de l'utilisateur qui accède aux serveurs. En une heure, la consommation électrique (kWh) est de  $(4\,000 \text{ serveurs} \times 250 \text{ watts}) + (12\,500 \text{ utilisateurs} \times 120 \text{ watts}) / 1\,000$  soit 2 500 kWh. Ce qui revient à **1 752 kWh** par utilisateur rapporté sur une année  $(2\,500 \times 24 \times 365 / 12\,500)$ . Aussi, trois utilisateurs permanents de Second Life consomment plus que les appareils électriques d'un ménage français ou un utilisateur de Second Life équivaut à la consommation totale (personnelle et professionnelle) d'un Brésilien selon le site Earthtrends. Cela reste des estimations ayant pour seul objet de représenter plus concrètement l'impact environnemental de toute la chaîne, du poste de travail au serveur qui délivre l'information.

### 1.3.3 Le développement de nouveaux services

Le besoin de services existant dans le domaine des loisirs s'est intensifié, avec notamment les jeux vidéo. À ce titre, sauver la princesse n'implique pas forcément sauver la planète : une étude a montré [Horowitz, 2008] que les joueurs américains des seules consoles de jeux consommaient 16 milliards de kilowattheure sur une année.

Les consoles allumées en permanence représentent pour un foyer l'équivalent de deux réfrigérateurs. Ces consoles disposent d'ailleurs rarement d'un mode d'extinction automatique. Il est fréquent d'éteindre sa télévision et de laisser la console allumée ou bien de ne pas vouloir l'éteindre pour conserver la partie en cours (autrement, il faut enregistrer la partie, éteindre la console, relancer la console, charger le jeu et charger la partie...). De nouveaux services se développent autour de ces périphériques entraînant de nouvelles sources de consommation voire induisant une absence de vigilance sur la dépense énergétique : la console devenant tour à tour outil d'accès à Internet ou lecteur DVD/DVD Haute définition, il n'est plus nécessaire de l'éteindre. Par ailleurs, une console est souvent plus consommatrice que le périphérique pour lequel le service a été conçu, cela étant particulièrement vrai pour les lecteurs DVD.

**Tableau 1.1** — Puissances électriques des principales consoles du marché [Horowitz, 2008]

Console (date de sortie)	Veille (W)	Sans activité (W)	Active (W)
Microsoft Xbox 360 (2007)	3,1	117,5	118,8
Microsoft Xbox 360 (2005)	2,2	162,0	172,0
Microsoft Xbox (2001)	1,7	59,9	64,0
Sony Playstation 3 (2007)	1,1	152,9	150,1
Sony Playstation 3 (2006)	1,1	181,0	188,6
Sony Playstation 2 (2000)	1,7	24,2	24,2
Sony Playstation (1994)	1,4	6,5	8,0
Nintendo Wii (2006)	1,9	10,5	16,4
Nintendo Gamecube (2000)	0,7	22,7	23,0
Nintendo 64 (1996)	1,1	7,8	7,3
Nintendo Super Nintendo (1991)	1,5	5,4	7,3

Au-delà des consoles, les PC classiques « gonflés » pour le jeu vidéo sont aujourd'hui encore une source de dépense énergétique non contrôlée. Un joueur régulier de jeu vidéo sur PC dispose d'une carte vidéo dédiée et optimisée pour les jeux vidéo. Il devrait se préoccuper de savoir si la machine hôte aura la puissance électrique suffisante pour accueillir le périphérique vidéo. Cette situation était déjà une source d'inquiétude en 2006 pour l'équipement des joueurs à défaut de l'être pour l'environnement [Shilov et al, 2006] et continue à s'amplifier sans que des dispositifs quelconques de meilleure gestion énergétique apparaissent.

**Tableau 1.2** — Cartes vidéo les plus puissantes du marché en 2006 [Shilov et al, 2006] ; en gras les chiffres les plus élevés.

Carte vidéo	Sans activité (W)	Consommation graphique en 2D (W)	Consommation graphique en 3D (W)
Radeon X1900 XTX	28,90	49,10	<b>120,60</b>
Radeon X1900 XT	27,59	45,82	108,67
Radeon X1800 XT (700/1 600)	26,30	47,50	110,50
GeForce 7800 GTX	<b>29,00</b>	<b>53,30</b>	94,70



**Tableau 1.3** — Cartes vidéo les plus puissantes du marché en 2009 : elles affichent des puissances électriques de plus en plus élevées [Stepin et al, 2009]

Carte vidéo	Sans activité (W)	Consommation graphique en 2D (W)	Consommation graphique en 3D (W)
Radeon HD 4850 X2	59,1	72,3	<b>225,1</b>
Radeon HD 4870 1GB	<b>65,2</b>	<b>80,4</b>	130,0
GTX 280 65 nm (602/1296)	50,2	78,9	178,0
GTX 260 192 sp (576/1240)	44,8	65,4	136,1
GTX 260 65 nm (576/1240)	45,0	66,6	139,0
EVGA GTX 260 (576/1240)	44,7	47,6	104,9

À noter pour le « champion » de la catégorie, que des pics de consommation sont recensés pour la carte et le PC hôte à 348 watts. À titre de comparaison, nous évoquerons dans la partie concernant le poste de travail, des modèles de postes de travail (clients légers) qui consomment moins de 10 watts.

En France, l'accès à Internet s'est élargi avec l'apparition des « box » chez des opérateurs comme Free, Orange, Neuf/SFR, Darty, etc. Ces appareils restent souvent reliés au secteur en permanence sans avoir obligatoirement de mode veille activé compte tenu de l'ensemble des fonctions qu'ils peuvent prendre en charge (en particulier téléphonie, télévision, Internet, magnétoscope numérique) et de l'absence de dispositifs dédiés à la diminution de la consommation. Cela peut représenter [Douriez et al, 2007] une consommation de 263 kWh sur une année, soit 7 % de la consommation de l'équipement du ménage si on se réfère à la consommation de 4 000 kWh par an du ménage français que nous avons évoqué précédemment.

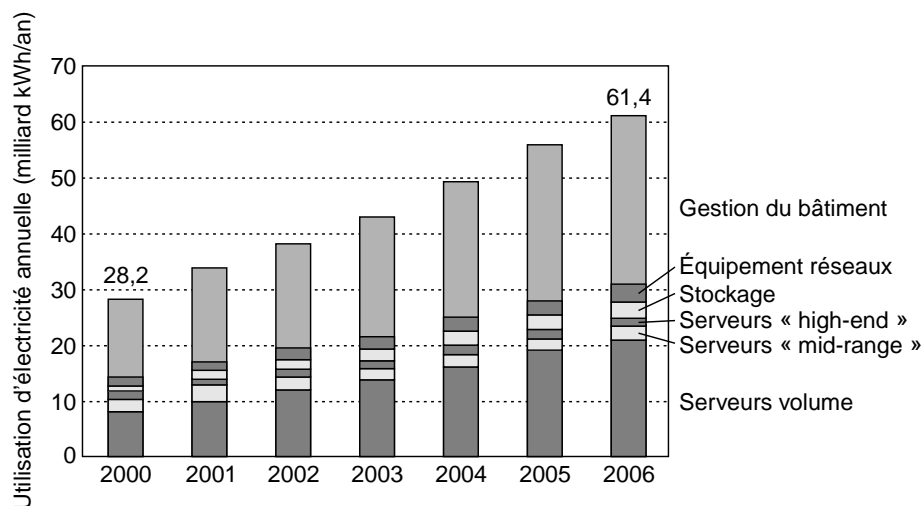
### 1.3.4 La densification des installations serveurs au niveau des data-centers

Un data-center est un lieu accueillant des serveurs avec leur équipement lié (onduleurs, stockages, matériel réseau...) ainsi que les équipements de climatisation permettant de maintenir une température adaptée. La composition d'un data-center varie de quelques serveurs jusqu'à plusieurs milliers. La conséquence de l'explosion de la demande Internet complétée par les besoins des entreprises qui croissent fortement, est que les data-centers sont devenus des éléments essentiels de la vie des entreprises et qu'ils concentrent une partie majeure de la dépense énergétique. Par exemple, le seul serveur de messagerie présent voici quelques années est remplacé aujourd'hui par une messagerie collaborative avec partage de plannings, de contacts, etc. À ce titre, un sondage rapide des auteurs de cet ouvrage a permis d'évaluer que les tailles des boîtes aux lettres augmentaient en moyenne de 20 % chaque année, le record étant une augmentation annuelle de 38 % et un volume annuel aujourd'hui de 4 Go.

Google, le moteur de recherche le plus utilisé, repose d'abord sur une infrastructure de serveurs capable d'indexer le web et de le mettre à disposition des internautes. En 2006, cela représentait 450 000 serveurs répartis sur 25 sites à travers la planète

[Markoff et al, 2006], alors qu'en 2003, les data-centers du même fournisseur de service accueilleraient 100 000 serveurs...

Les statistiques suivantes montrent l'évolution de la consommation énergétique de ces data-centers aux États-Unis.



**Figure 1.3** — Évolution de la consommation des data-centers [Congress, 2007]

Pour la France, une estimation réalisée pour le ministère de l'Environnement [Brueil et al., 2008] indique une consommation sur le parc serveurs (y compris la climatisation) de 4 TWh pour 2008, soit environ 1 % de la consommation électrique en France. Cette estimation est basée sur une consommation par serveur évaluée entre 250 et 300 watts, le détail par composant étant indiqué dans le tableau 1.4 [Fan et al., 2007].

**Tableau 1.4** — Consommation des différents composants d'un serveur

Composant	Puissance (Watts)
CPU	80
Mémoire	36
Disques	12
Périphériques	50
Carte mère	25
Ventilateur	10
Perte	38
<b>Total</b>	<b>251</b>

À cette augmentation de la consommation au sein de ces data-centers, s'ajoute une miniaturisation et une occupation au sol moindre pour une puissance de calcul équivalente et un stockage équivalent. L'efficacité énergétique n'a pas suivi la même courbe de progression. Le résultat est que la densité de la puissance et l'énergie dissipée

sous forme de chaleur ont augmenté, rendant critique la politique de refroidissement, elle-même consommatrice d'énergie. La chaleur dissipée par un serveur *blade* sous rack de six unités de dix serveurs avec une occupation au sol de 50 cm x 70 cm est équivalente à 24 kW [Uptime, 2005]. Soit l'équivalent de 240 ampoules de 100 W contenues dans l'espace d'un réfrigérateur. La même occupation de serveurs en 2000 dégageait de l'ordre 1 kW en chaleur...

### 1.3.5 Le développement de fonctionnalités consommatrices de ressources au niveau du poste de travail

Au niveau du système d'exploitation, entre les premières versions de Windows et ce que nous connaissons aujourd'hui, l'environnement de l'utilisateur s'est considérablement enrichi. Certains aspects peuvent paraître complètement superfétatoires, d'autres sont des fonctionnalités nouvelles qui ont été introduites avec l'augmentation de la puissance des ordinateurs. Un test intéressant à réaliser est d'ouvrir sur un poste de travail Windows, l'outil qui recense les applications en cours d'utilisation (« Gestionnaire de tâches Windows ») : vous découvrirez une myriade de programmes qui fonctionnent alors même que vous pensiez ne pas avoir d'activité particulière. L'autre test efficace est d'écouter le bruit mécanique du disque dur, signe d'activité de certains programmes. Ces applications sont de tout ordre, outils du système d'exploitation, logiciel anti-virus, messagerie ou encore indexation du contenu.

Voici d'ailleurs un autre exemple révélateur. Un index est un fichier construit sur votre ordinateur qui recense l'intégralité de vos contenus de façon à ce que vous puissiez effectuer une recherche immédiate – par opposition aux anciennes recherches où la recherche d'un document entraînait le parcours de tous les répertoires de votre ordinateur, ce qui pouvait durer plusieurs minutes. Cette indexation, installée par défaut sur les dernières versions des systèmes d'exploitation, apporte un nouveau confort (quasiment aucun temps d'attente pour une recherche), mais à l'inverse il est particulièrement énergivore car il accède très fréquemment à votre disque dur. Un autre exemple est l'outil de défragmentation des disques durs, apparu avec Windows 98 et Windows NT (figure 1.4), qui partait d'un bon principe, celui de mieux ordonner vos données sur le disque (au niveau physique). Cet outil peut s'exécuter pendant plusieurs dizaines de minutes en sollicitant fortement le disque dur en accès (lecture et écriture).

Ces fonctions utilisent pleinement les performances de votre ordinateur, voire peuvent vous donner le désagréable sentiment que même si vous achetez le dernier modèle d'ordinateur et que vous le dotez de la dernière version de votre système d'exploitation favori, il est déjà dépassé avec des performances qui ne suivent pas. Elles ont été à l'origine de cette course à la puissance et aux performances de laquelle l'aspect environnemental était totalement absent. Microsoft a aujourd'hui une politique Green IT qui se développe sur plusieurs axes, comme un certain nombre d'éditeurs et de constructeurs. Cette société a d'ailleurs été parmi les premières à montrer les économies réalisables en paramétrant correctement les fonctions de veille de son ordinateur, notamment avec son système d'exploitation Vista [MS, 2006]. Pour autant, ce système n'est pas conçu dans une philosophie de réduction énergétique.

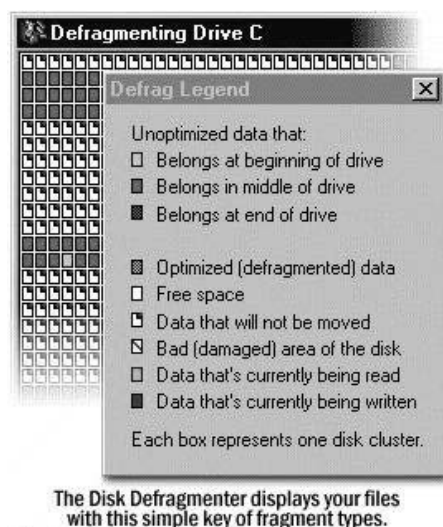


Figure 1.4 — Capture d'écran du défragmenteur Windows 98 [Ms, 1998]

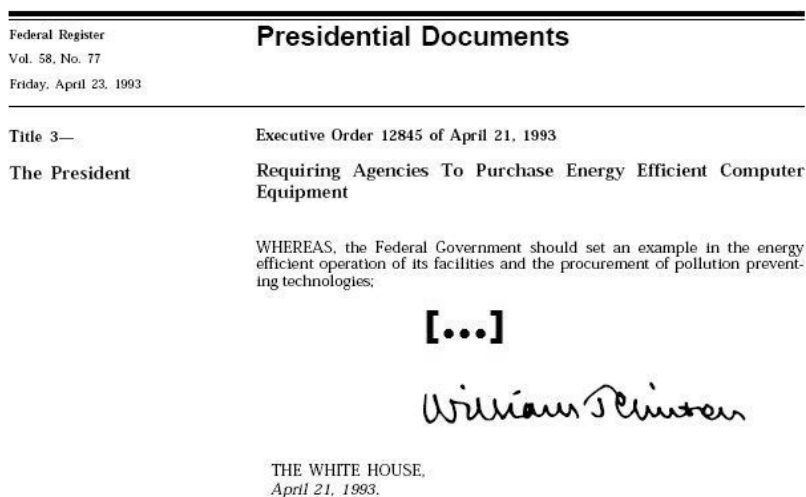
## 1.4 BILL CLINTON, INVENTEUR DU GREEN IT EN 1993 ?

Suite aux différents chocs pétroliers dans les années 1970, plusieurs gouvernements se sont engagés résolument dans la voie de la réduction énergétique dans différents secteurs. En 1975, l'*Energy Policy Conservation Act* (EPCA) aux États-Unis demandait au département de l'énergie (DoE) de créer des programmes sur la base du volontariat de moindre consommation énergétique des appareils ménagers principalement.

L'acte fondateur d'Energy Star, en quelque sorte le premier éco-label dans le domaine du Green IT, a été posé en 1993. Dans la lignée de l'EPCA, l'objectif était de recenser plus de 2 000 produits dont une des caractéristiques pour les PC et les écrans était de consommer au maximum 30 watts pendant la phase de veille. La réglementation d'Energy Star laissait les constructeurs déterminer la mesure de la réduction énergétique, ce qui a ensuite plus ou moins été corrigé avec des outils développés avec le COPEE (*Council on Office Product Energy Efficiency*).

Une politique de labellisation est intéressante mais, sans contrainte sur le marché, elle a toutes les chances de rester lettre morte, d'autant qu'elle imposait aux constructeurs une amélioration de leurs produits nécessitant des investissements conséquents. Le succès du label Energy Star, et ce qui a fait que nous l'avons vu apparaître au démarrage de nos ordinateurs très rapidement à partir de 1993, est la conséquence d'une décision politique. Ayant constaté que l'administration américaine était un acheteur massif d'équipements informatiques, le gouvernement américain a décidé d'imposer à ses responsables des achats qu'ils ne puissent acheter que du matériel labellisé Energy Star. Ainsi, une décision de Bill Clinton en 1993 [WhiteHouse, 1993] est le premier acte concret, significatif et massif d'engagement dans le domaine du

Green IT, même si, à ce moment, on évoquait seulement une volonté de réduire la facture énergétique. Nous évoquerons par la suite que les décrets présidentiels américains ont eu un rôle moteur dans l'adoption de produits « green ».



**Figure 1.5** — Décret présidentiel 12845 [WhiteHouse, 1993]

D'autres entités ont suivi en 1994, notamment le Japon et l'Europe avec notamment la Suède et l'organisme NUTEK (Agence de développement économique : <http://www.nutek.se>), et ont délivré des aides aux constructeurs afin qu'ils réduisent les consommations de leurs équipements.

Ces décisions ont été accompagnées d'alertes de plus en plus importantes de la part de la communauté scientifique qui a tenté de mesurer les impacts écologiques (et également financiers) de notre informatique sur l'environnement.

Comme sur beaucoup de sujets, une fois au cœur de la tempête, on découvre ceux qui avaient tiré le signal d'alarme avant les autres sans pour autant être véritablement entendus.

Un des pionniers de la vulgarisation sur le sujet a été Peter Huber [Huber, 1999] qui, en 1999, publiait un article annonçant l'Apocalypse numérique dans la revue *Forbes* : « *Extrayez plus de charbon, les PC arrivent...* ». À l'époque, la puissance d'un PC était de l'ordre de 1 000 watts et celle d'un routeur Cisco de 1 500 watts. P. Huber a également été l'un des premiers à pointer du doigt les data-centers en évoquant notamment la « start-ups » Amazon et sa puissance électrique d'un mégawatt, comparable aux besoins en électricité d'un petit village. Avec 17 000 start up recensées aux États-Unis et surtout une croissance très significative de ce chiffre, il était facile d'imaginer le pire d'autant plus que fleurissaient les premiers appareils électroniques comme les téléphones mobiles, les « Palm Pilots » ancêtres de nos *smartphones*, aujourd'hui très répandus.

En résumé, au début des années 2000, les premières actions avaient été réalisées suite à une prise de conscience héritée des précédents chocs pétroliers, quasi exclusivement dans le domaine de la réduction énergétique *a minima* du matériel informatique, et principalement sur les fonctions de veille.

Dans le même temps, des études ont montré que les prévisions de consommation des postes de travail mais aussi des serveurs au sein des data-centers représentaient une forte source d'inquiétude pour les années à venir, études réalisées sur la base d'un coût raisonnable de l'énergie.

## 1.5 LES PREMIÈRES INITIATIVES DANS LE DOMAINE DU RECYCLAGE

L'arrivée d'un nouveau système d'exploitation comme Vista rend obsolète une partie non négligeable du parc mondial des ordinateurs de bureau du fait de caractéristiques de base relativement exigeantes en termes de performances. Notre société s'habitue à renouveler régulièrement ses ordinateurs et, de façon générale, il en va ainsi pour tous les dispositifs électroniques, qui produisent par conséquent une quantité importante de déchets.

Un ordinateur est composé de toutes sortes de matériaux dont la caractéristique principale est de ne pas être biodégradables, certains étant même toxiques pour la santé, soit par contact direct soit par contamination des sols.

La fin de vie de nos matériels informatiques n'a pas été gérée au début de l'ère informatique. Bien au contraire, les initiatives pour le recyclage des déchets électroniques sont récentes. La première destination de ces matériels a été la décharge sans recyclage particulier. La poubelle débordant et le coût de traitement augmentant, la tendance a été assez rapidement pour les pays industrialisés d'exporter ses déchets dans des pays où le traitement est dix fois moins cher. Par exemple en Chine, pays qui a pourtant banni l'importation de déchets électroniques en 1996, il est estimé [Delaney, 2008] qu'un million de tonnes de déchets électroniques, la plupart en provenance de nos pays, est traité à Guiyu par environ 100 000 migrants de différentes provinces. Des scientifiques ont montré que 80 % des enfants de Guiyu avaient des niveaux élevés de plomb dans le sang.

Les premières initiatives dans ce domaine sont liées à l'errance d'un navire libérien, le *Khian Sea*, en 1986, dont la cargaison contenait 14 000 tonnes de cendres toxiques en provenance d'un incinérateur de Philadelphie. En la déclarant comme « cargaison d'engrais », une partie de son contenu fut déversée sur une plage d'Haïti, provoquant une pollution directe. Adoptée en 1989 par une majorité d'états (dont les États-Unis ne font pas partie) avec une entrée en vigueur en mai 1992, la Convention de Bâle [Bâle, 1989] a pour objectif de réduire le volume des échanges de déchets dangereux, ceci afin de protéger l'environnement et la santé humaine. En 1995, la convention fut complétée par le *Ban amendment*, dans lequel les pays industrialisés s'interdisent le transfert de leurs déchets dangereux dans les pays en voie de développement qui, pour la plupart, ne sont pas en mesure de les traiter correctement.

À partir de 1996, le Parlement européen s'est interrogé sur la mise en place d'une législation dans le domaine du recyclage des équipements informatiques. Le terme générique DEEE est apparu pour la première fois : déchets d'équipements électriques et électroniques (WEEE en anglais - *Waste Electronic and Electrical Equipment*). L'exportation n'étant plus une solution possible pour les déchets électroniques compte tenu de leur composition, une directive européenne sera produite [UE, 2003] et transcrite en droit français en 2005 visant à gérer la fin de vie du matériel électronique en organisant son recyclage.

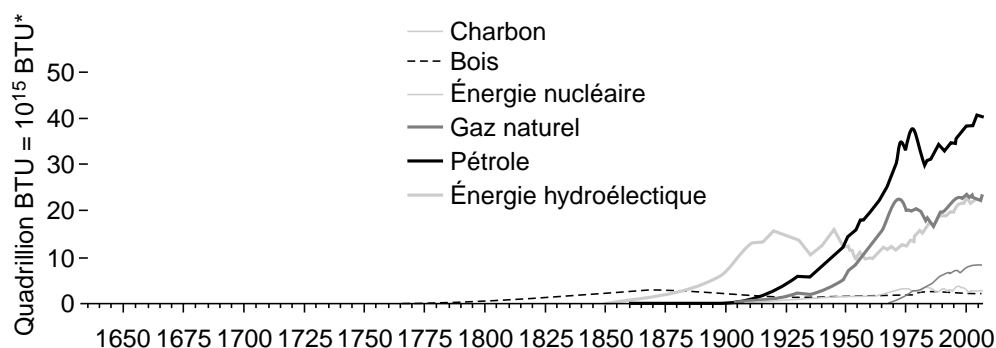
Aujourd'hui, les premiers résultats sont là avec une amélioration significative et en tout cas une prise de conscience. Pour autant, dans beaucoup de pays, aucune démarche spécifique n'a été entreprise et certains restent encore la poubelle électronique d'autres. En 2005, le BAN (*Basel Action Network*), association créée dans le sillage de la Convention de Bâle et dont l'objet est de surveiller les déplacements de produits dangereux, a rapporté [Jeffries, 2006] que chaque mois à Lagos (au Nigéria), quelque 200 conteneurs de 12 mètres remplis de déchets électroniques issus de nos pays industrialisés sont débarqués pour ensuite être acheminés vers des décharges publiques polluant l'air et les eaux souterraines.



**Figure 1.6** — Un jeune Nigérian parmi des milliers impliqués dans la réparation et la revente d'équipements électroniques. © Basel Action Network 2005

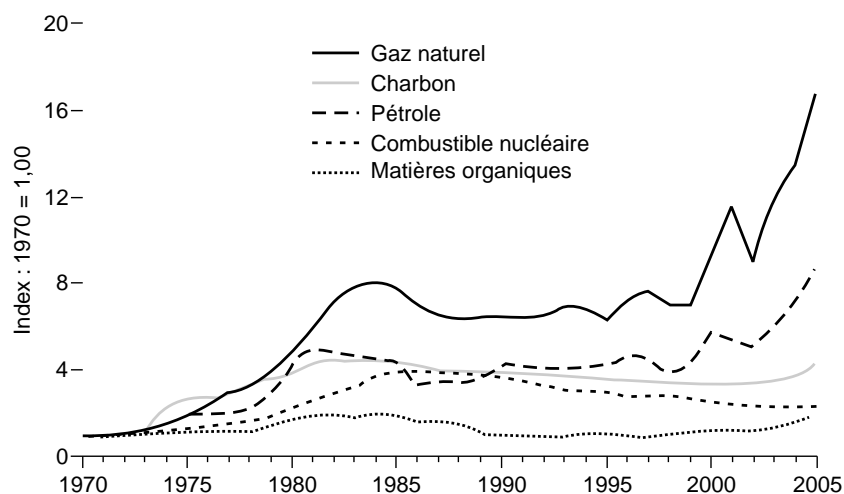
## 1.6 LE TOURNANT EN 2005 CAUSÉ PAR L'INFLATION DU PRIX DU PÉTROLE

L'année 2005 fut l'*annus horribilis* au niveau du prix du baril de pétrole. Comme le montrent les statistiques des figures 1.7 et 1.8, cette situation a été un accélérateur pour un certain nombre de décideurs qui ont mis en œuvre des politiques de maîtrise des coûts de l'énergie en interne.



\* Le BTU (British Thermal Unit) est une unité d'énergie anglo-saxonne. Il mesure la quantité de chaleur nécessaire pour accroître la température d'un degré Fahrenheit par unité de masse d'une livre d'eau (= 0,45 kg).  
1 BTU = 1 055 joules

**Figure 1.7** — Consommation énergétique aux États-Unis de 1635 à 2007 [EIA, 2008]



**Figure 1.8** — Coût par type d'énergie, de 1970 à 2005, en dollars indexés (de façon à refléter le pouvoir d'achat). [EIA, 2008]



Le *Wall Street Journal* [Clark, 2005] s'alarmait de la consommation énergétique massive des data-centers, y compris dans les entreprises de taille moyenne, tout en reliant cela à l'augmentation significative du nombre de data-centers. Entre 1998 et 2005, la facture énergétique moyenne pour les PME est passée de 10 000 à 40 000 \$ par mois. Souvent, cela s'est produit sans alerte de la part des services informatiques qui étaient à cette période peu ou pas concernés par la facture électrique de leur infrastructure.

Le tournant de 2005, qui a donné lieu à la création de la discipline du Green IT, est pour beaucoup une prise de conscience de l'impact financier de cette fuite en avant avec non seulement une consommation énergétique en forte croissance mais aussi une augmentation du coût de l'énergie.

Au même moment, la conscience écologique citoyenne est de plus en plus répandue au niveau international.

Le temps des constats et des actions ponctuelles est terminé, nous entrons en 2006 dans l'ère du Green IT avec une approche globale de la part des pouvoirs publics, des entreprises et administrations ainsi que des constructeurs de matériel et éditeurs de logiciels. L'ensemble sera amplifié par la presse informatique et les associations écologiques qui s'emparent de ce sujet avec un paroxysme lors du Cebit 2008 [Guillemin, 2008], [Marchive, 2008]. Depuis, cette construction macroscopique permet d'apporter ses premiers résultats comme nous aurons l'occasion de le voir tout au long de cet ouvrage.

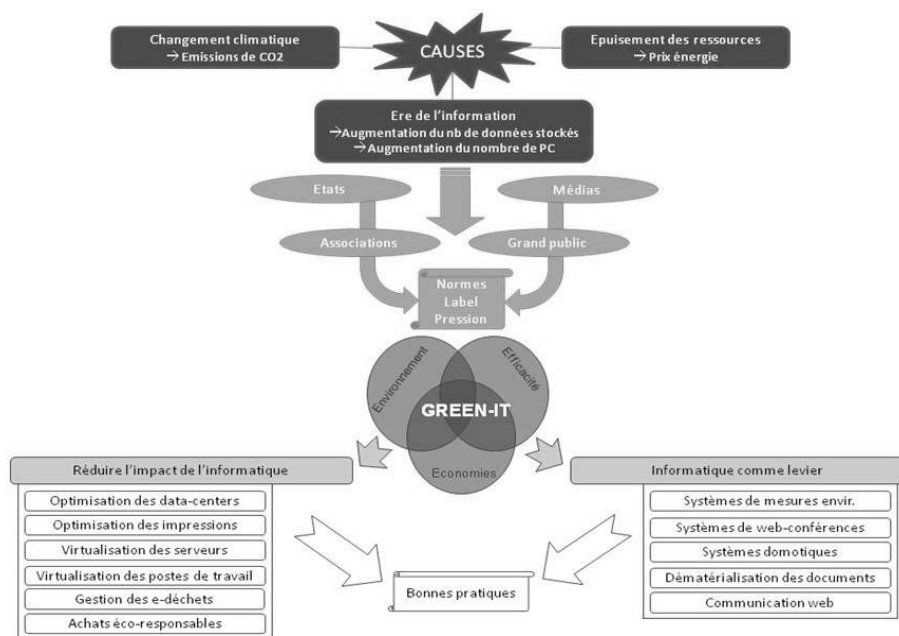
## 1.7 DÉFINITION DU GREEN IT

Nous avons jusqu'à présent parcouru l'ensemble des thèmes en rapport avec l'informatique verte en détaillant les symptômes et l'état du malade. Le périmètre du sujet étant particulièrement large, il convient de définir au mieux ce que nous nommons l'informatique verte – ou Green IT. Comme nous l'évoquerons ensuite, le concept de Green IT peut avoir une connotation très marketing, pour autant, c'est le terme qui s'est imposé dans les pays anglo-saxons. En France, on utilise souvent le terme « TIC et développement durable » qui est de fait plus large. La définition reconnue du développement durable [Brundtland, 1986] intègre un aspect social qui, sans être totalement absent du Green IT, n'en est pas le thème principal. De la même façon, les TIC en France peuvent regrouper tout ce qui est en rapport avec le numérique avec, par extension, la télévision. La définition du mot IT (*Information Technology*) par l'association ITAA (*Information Technology Association of America*) [ITAA, 2009] est plus restrictive et est centrée sur l'informatique : « *l'étude, la conception, le développement, l'implémentation, le support et la gestion des systèmes d'information basés sur des ordinateurs en particulier les applications logicielles et le matériel informatique* ». Par extension, il y est inclus les communications électroniques.

Dans cet ouvrage, nous vous proposons la définition suivante pour le Green IT ou informatique verte : « **Prise en compte d'une dimension environnementale pour le cycle de vie (du choix au recyclage en passant par la gestion au quotidien) des matériels, logiciels et services liés aux systèmes d'information** ».

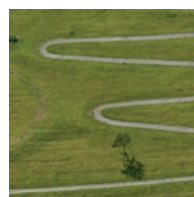
La dimension environnementale est en interaction forte avec des dizaines de sujets forts de l'écologie comme nous le synthétisons sur le schéma suivant :

- réduction de l'utilisation d'énergie électrique,
- diminution de la dépendance vis-à-vis des substances dérivées de ressources non renouvelables (le pétrole par exemple et les plastiques qui peuvent en découler)
- utilisation de composants recyclables, non toxiques pour l'humain, biodégradables,
- préservation des ressources naturelles pour la fabrication des matériels ou du papier alimentant les imprimantes avec une notion de gestion raisonnée des exploitations forestières,
- respect de l'environnement à tous les stades de la fabrication, notamment les rejets liés aux usines.



**Figure 1.9** — La transition entre l'environnement et l'informatique. © dotgreen, 2009.

Nous avons défini le Green IT en nous appuyant sur la notion de cycle de vie du matériel, des logiciels et des services ; cette approche est détaillée sur le schéma suivant avec les grands thèmes qui sont ceux que nous aborderons dans cet ouvrage.



Christophe Corne, Adrien Porcheron,  
Pénélope Guy, James Pavia

*Préfaces de Nathalie Kosciusko-Morizet  
et de Bruno Ménard*

# GREEN IT

## Les meilleures pratiques pour une informatique verte

**Cet ouvrage s'adresse** en premier lieu à tous ceux qui interviennent dans l'univers des systèmes d'information (DSI, SSII, cabinets de conseil...). Il intéressera également tous ceux qui utilisent quotidiennement un (ou plusieurs) ordinateur(s) et qui sont sensibles aux **questions environnementales**.

Jusqu'à une date récente, tout le monde se réjouissait de l'accroissement de la puissance des ordinateurs et des horizons toujours plus vastes qu'Internet nous ouvrait.

Aujourd'hui, nous commençons juste à prendre conscience que cette expansion extrêmement rapide s'accompagne d'une **consommation énergétique** chaque jour plus énorme, et de pollutions engendrées par la conception des matériels informatiques et par la mauvaise gestion des impressions.

De plus, les millions d'ordinateurs ou les dizaines de millions de « consommables » produits chaque jour dans le monde constituent à terme autant de déchets qu'il faut traiter.

Cet ouvrage présente un **état des lieux de l'impact écologique de l'informatique**. Solidement documenté, il s'agit d'un outil d'information, de réflexion mais surtout d'action. Il aidera les décideurs à prendre en compte la dimension environnementale dans la gestion quotidienne de leur infrastructure informatique et il sensibilisera les utilisateurs à des comportements plus « responsables » vis-à-vis de notre avenir.



**CHRISTOPHE CORNE**  
est fondateur de la société dotgreen, spécialisée dans le conseil en Green IT et éditrice d'un logiciel de pilotage d'infrastructure par l'angle Green IT. Il est également président-fondateur de l'éditeur de logiciels Systancia.

**ADRIEN PORCHERON**  
est directeur général de dotgreen.

**PÉNÉLOPE GUY**  
est responsable marketing chez dotgreen.

**JAMES PAVIA**  
est responsable technique chez dotgreen. Il intervient également au sein d'organismes internationaux comme The Green Grid.



6675417  
ISBN 978-2-10-053082-3

