



HAL
open science

Les TIC vertes

Fabrice Flipo

► **To cite this version:**

Fabrice Flipo. Les TIC vertes. Colloque international Environnement et modes de vie: villes et territoires au quotidien, Sep 2008, Caen, France. hal-02511288

HAL Id: hal-02511288

<https://hal.science/hal-02511288>

Submitted on 18 Mar 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les TIC vertes

Fabrice Flipo

Maître de Conférences

Institut TELECOM, TELECOM & Management Sud Paris

ETOS / CEMANTIC

91011 Evry (fabrice.flipo@it-sudparis.eu)

Introduction

Les technologies de l'information se généralisent dans un grand nombre de domaines de la vie collective et domestique. Entre 1993 et 2000, le nombre de PC par habitant terrestre a augmenté de 181%. En avril 2002, le milliardième PC a été livré (Kuehr & Williams, 2003). Le nombre de PC dans le monde devrait être porté à 1,3 milliard d'ici 2010, contre près de 900 millions aujourd'hui¹. Des pays comme l'Indonésie s'équipent au rythme de +40% par an. Le Mexique devrait atteindre 46% de la population possédant un ordinateur avant la fin de la décennie. Un total de 471 millions de téléphones portables ont été vendus dans le monde en 2003, environ 630 millions en 2004 et plus de 800 millions en 2005². Le nombre d'abonnements à la téléphonie mobile a dépassé les 2,6 milliards en 2006³, la moitié des Terriens pourrait être client chez un opérateur mobile avant 2010. Les puces envahissent notre quotidien : automobiles, PDA, lecteurs MP3, etc.

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) véhiculent une image de légèreté et d'absence de friction. Les coûts de transaction et les frais de transport sont ramenés quasiment à zéro. Leur effet sur l'écologie planétaire semble être nul. Mieux, elles permettent d'observer la planète et ses évolutions de loin, sans avoir l'air d'y toucher. Elles permettent la démocratie, la croissance, l'inclusion sociale. Les TIC seraient-elles « par nature » favorable à l'écologie et au développement durable ?

Un poids écologique croissant

Comme toutes les infrastructures, les autoroutes de l'information demandent à être entretenues et donc régulièrement alimentées en matériaux et en énergie. La hauteur de la consommation d'énergie était estimée autour de 3% de la consommation totale d'électricité en 2003 aux Etats-Unis (Laitner, 2003), 7% en Allemagne (Cremer, 2003), 10% en Suisse (Aebischer, 2003). La consommation électrique dans les ménages français depuis 1990 a augmenté de 75%⁴, une bonne part est liée à l'expansion des TIC. Le téléphone 3G consomme davantage que le GSM pour échanger 1 Gb (Faist & al., 2003). La structure de la consommation peut être surprenante. Par exemple la consommation des télécommunications mobiles est générée à 90% par l'infrastructure et 10% par le terminal (Furutani & al., 2003).

¹ http://www.journaldunet.com/cc/02_equipement/equip_pc_mde.shtml

² <http://www.networkworld.com/news/2006/022806-mobile-phone-sales.html?pageurl=>

³ http://www.journaldunet.com/cc/05_mobile/mobile_abonnes_mde.shtml

⁴ http://www.industrie.gouv.fr/energie/statisti/rt_energies_usage.htm

Mis sur le marché, les produits usagés finissent tôt ou tard par en sortir. Les déchets issus des TI entrent dans la catégorie des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques, ou « DEEE », qui inclut aussi les autres produits utilisant l'électricité (réfrigérateurs etc.). En 2007, le volume d'équipements TIC mis sur le marché était de 228 000 tonnes en Allemagne, de 220 000 tonnes au Royaume Uni, de 168 000 tonnes en France, de 120 000 tonnes en Italie. Chaque année, entre 20 et 50 millions de tonnes de DEEE sont produits dans le monde, et chaque citoyen de l'Union Européenne s'est débarrassé de 25 kg de ces déchets. La croissance en volume est de 3 à 5% par an, un taux quasiment triple du taux des déchets classiques. 130 millions de téléphones mobiles arriveront en fin de vie d'ici fin 2005 dans le monde, produisant 65 000 tonnes de DEEE. 610 millions d'entre eux arriveront en fin de vie d'ici 2010 au Japon (PNUE, 2005).

L'obsolescence des produits a été considérablement accélérée, que cela vienne des logiciels, chaque fois plus consommateurs en ressources machine, ou du hardware, dont l'évolution constante et régulière (« loi de Moore » qui prévoit le doublement de la puissance tous les 18 mois) permet aux éditeurs de logiciels de pouvoir compter sur les capacités nécessaires le jour de la sortie de leur produit. La durée de vie des ordinateurs a chuté, passant de 6 ans en 1997 à deux ans en 2005 (US EPA, 2001). Les téléphones portables ont une durée de vie de moins de deux ans dans les pays industrialisés (PNUE, 2005).

Les DEEE sont des produits complexes. Un PC contient des métaux précieux (12% d'or, d'argent, de platine, de palladium), des matières recyclables (32% de métaux ferreux, 23% de plastique, 15% de verre), et des métaux dangereux (18% de plomb, cadmium, mercure, etc.). Environ 20% du poids de chaque écran d'ordinateur provient du plomb qui le constitue (PNUE, 2005). Ceci explique que les DEEE soient catégorisés déchets dangereux tombant donc sous le coup de la convention de Bâle. Une partie de ces produits sont des « polluants organiques persistants », toxiques pour le vivant et bioaccumulants dans l'environnement. La Commission de Coopération Environnementale de l'Amérique du Nord, qui dépend de l'ALENA (Accord de Libre-Echange Nord-Américain), évoque ainsi une « menace mondiale » (Ostroff, 2004).

Que deviennent des DEEE ? Faute de tri, ils sont incinérés et/ou enfouis, avec de nombreux risques de fuites et de vaporisation du mercure dans le long terme. Selon l'EPA, 4,6 millions de tonnes de DEEE ont été enfouis aux Etats-Unis, 50 à 80% du flux de déchets ayant été exporté vers des destinations telles que la Chine, pays mal équipés en capacités de traitement. Les conditions de recyclage peuvent être dramatiques : un échantillon d'eau de la rivière Lianjiang, proche d'un village de recyclage chinois a révélé des taux de plomb entre 190 et 2 400 fois plus élevés que les standards préconisés par l'Organisation Mondiale de la Santé et 16 fois plus élevés pour l'antimoine (BAN, 2002). Cela concorde avec les enquêtes locales : selon Toxic Link, 70% des DEEE mis en décharge à New Delhi provenaient d'exportations de pays industrialisés (Toxic Link, 2003). Le problème du recyclage n'est pas seulement celui des pays en développement, rappelons que Metaleurop, qui a laissé un canton entier contaminé au plomb, était une usine de recyclage de batteries. Les TIC, qui deviennent de plus en plus « nomades », contiennent un grand nombre de batteries.

Enfin les TIC consomment aussi des ressources pour leur fabrication. L'industrie électronique est parfois considérée par certaines sources comme l'une des plus polluantes du monde. Bien sûr le qualificatif est discutable. Il vient du fait que l'industrie des semi-conducteurs, les fameuses « nanotechnologies », utilise beaucoup d'eau très pure et de nombreux produits toxiques très difficiles à éliminer. De plus l'analyse du cycle de vie des produits révèle des chiffres surprenants. Produire un PC de 24 kg exige 240 kg de carburants fossiles, 22 kg de produits chimiques et 1 500 litres d'eau, soit en proportion plus que pour la production d'une voiture (Kuehr & Williams, 2003). Un PC contient 1 500 à 2 000 composants qui viennent du monde entier, en général par voie aérienne. Sur son cycle de vie, un téléphone mobile 3G consomme 4 à 6 litres d'essence, soit 65 à 95 km en automobile, tandis que l'abonnement consomme 19 à 21 litres d'essence, soit 250 à 380 km parcourus en automobile, avec les émissions de CO₂ correspondantes (Singhal, 2005). L'étude citée plus haut sur le modèle 3G montre que l'impact est réalisé à 60% par la fabrication du téléphone, tandis que la phase d'usage ne constitue que 30% du total. Une autre étude montre

que l'usage du téléphone n'est responsable que de 5% (UMTS) à 15% (GSM) des impacts totaux (Faist & al. 2003).

Ressources utilisées pour la fabrication des semi-conducteurs

Matériaux	Description	Quantité par puce (silicone : 1,6 cm ²)
Couche de silicone		0,25 g
Produits chimiques		72 g
Gaz	N ₂ , O ₂ , H ₂ , He, Ar	700 g
Energie	Electricité	2,9 KWh
	Combustibles fossiles incorporés*	970 g
Eau		32 litres**

Source : Eric Williams (2004), "Environmental impacts of microchip manufacture", *Thin Solid Films* 461, 2-6.

* Consommation directe et de l'électricité achetée.

** A Taïwan, au début des 2000s une sécheresse a généré un conflit entre agriculteurs et firmes high-tech.

Contenu en énergie fossile de différents produits

Produits	(a) Combustibles fossiles incorporés (kg)	(b) Poids du produit (kg)	(a) / (b)
Puce 32 Mb DRAM	1,2	0,002	600
Voiture	1000	1200	0,83
Réfrigérateur	53	35	1,5

La miniaturisation n'entraîne donc pas de réduction de l'impact écologique des produits. Il faut de très grosses machines pour aller dans l'infiniment petit – que l'on pense aux gigantesques synchrotrons qui ont été construits pour descendre au niveau de la mécanique quantique. En réalité cet impact devient invisible : pendant que le poids est réduit, c'est l'empreinte écologique « amont » et « aval » des produits qui s'accroît. La solution ne semble « gagnante-gagnante » que parce qu'il existe un tiers exclu masqué.

Certains services au sein des constructeurs en sont un peu conscients et certains d'entre eux tentent de produire des matériels selon les règles de l'écoconception. C'est notamment le cas de Nokia, mais comme le montre le classement réalisé par Greenpeace les performances environnementales des constructeurs sont très variables et changent d'une année sur l'autre⁵. Mais le pouvoir des constructeurs en la matière est limité. Et les clients ne cherchent pas vraiment à utiliser des produits « verts », ils considèrent en général ces labels comme étant des arguments commerciaux qui ne sont pas dignes de confiance (Attané, 2002).

Les sociétés réagissent face au problème des déchets

Les effets négatifs des TIC sont nombreux et augmentent rapidement. Les entreprises, les collectivités territoriales, Commission Européenne en tête, et les acteurs associatifs n'y sont pas restés insensibles. Deux textes principaux sont venus organiser la fin de vie des produits : la directive DEEE (déchets d'équipement électriques et électroniques) et la directive RoHS (Restriction of Hazardous Substances - 2002/95/CE), plus rarement nommée par son acronyme français : LSD (Limitation des Substances Dangereuses). Une avancée majeure de cette directive

⁵ <http://www.greenpeace.org/international/campaigns/toxics/electronics/how-the-companies-line-up>.

est l'application du principe de responsabilité étendue du producteur (REP), qui se voit obligé de prendre en charge ses produits jusqu'à la fin de leur cycle de vie.

La directive européenne sur les DEEE (2002/96/CE) a été adoptée en 2002 et devait être mise en œuvre dans les juridictions nationales courant 2005. Elle prévoit d'atteindre une collecte minimale de 4 kg de DEEE par an et par habitant d'ici au 31 décembre 2006. Cela suppose de mettre en place des filières séparées. Les producteurs deviennent responsables de l'élimination des produits mis sur le marché après le 13 août 2005, les matériels mis sur le marché avant cette date restant à la charge des utilisateurs. Selon les catégories de DEEE, la directive vise des taux de valorisation, de réutilisation et de recyclage de 50 à 80%.

Si la Belgique ou la Suède ont un système bien rodé (elles collectent respectivement près de 7 et 15 kg/hab./an), dès le début, la France a pris deux ans de retard du fait de la tardive transposition de la directive en droit national. Des blocages importants existent et freinent la mise en œuvre de dispositifs efficaces. Par exemple, le décret d'application du 20 juillet 2005 ne règle pas la question de la prise en charge des frais de collecte. Les tensions autour de la transposition en droit français restent nombreuses, elles s'expliquent par la difficulté à concilier des intérêts divergents. Schématiquement, les industriels préféreraient avoir la maîtrise de toute la filière, de manière à utiliser la conception pour l'environnement (écoconception) comme avantage compétitif – une conception astucieuse permettrait de réduire les frais de traitement et de diminuer le coût. En réalité cet avantage supposé ne joue que de manière très marginale. Les frais de traitement en fin de vie sont aujourd'hui de l'ordre de quelques euros pour un produit TIC à quelques dizaines d'euros pour un réfrigérateur. Il est vrai que ces frais varient fortement avec le niveau de traitement voulu. Le coût du recyclage augmente de manière exponentielle avec l'accroissement du taux de récupération, il faut en effet imaginer que l'extraction de ce qui va devenir de la « matière première secondaire » (MPS) est analogue au raffinage de minerai en sortie de mine. La réutilisation demande de la main-d'œuvre. Aujourd'hui le choix qui est fait tend à aller au plus économique, compte-tenu des prix actuels du marché : passer les machines au broyeur, récupérer les métaux par électroaimants, l'aluminium par courants de Foucault, et les métaux précieux par traitement électrochimique. Une partie des déchets DEEE a une valeur économique positive, comme les cartes mère des ordinateurs. Les métaux précieux qu'ils contiennent suffisent à rendre rentable l'activité des grossistes.

Les associations environnementales souhaitent que le producteur soit au maximum responsable des produits qu'il met sur le marché. Elles poussent aussi à la réutilisation des composants, alors que les industriels préféreraient envoyer le matériel directement à des usines chargées de les broyer puis de séparer les composants. L'efficacité du processus de récupération des ressources sur la filière de recyclage n'est pas connue avec certitude, le retour d'expérience restant faible.

De leur côté, échaudées par l'expérience Eco-emballages, les collectivités territoriales redoutent de se voir mettre sous la coupe d'un éco-organisme trop puissant, qui leur dicterait la politique à suivre au niveau local et ferait l'aménagement du territoire à leur place. L'explication économique est simple. Les producteurs peuvent mettre en place des opérations rentables de collecte dès lors que le gisement de déchets est concentré : villes, gros centres d'activité économique etc. L'équilibre économique peut être atteint. Mais ce n'est pas le cas pour les déchets en quantité dispersée. En prendre la charge reviendrait à augmenter très fortement le prix des emballages comme des TIC. Les producteurs vont donc déléguer la collecte aux collectivités territoriales et les dédommager. Les collectivités souhaitaient donc que la DEEE conduise à la mise en place de plusieurs organismes. Mais d'un autre côté elles souhaitent aussi avoir un guichet unique. De cette tension est née la structure française : 4 éco-organismes suivants agréés pour la collecte et le traitement des DEEE ménagers à compter du 15 novembre 2006 :

Tous les DEEE (hors catégorie 5)		www.ecologic-france.com
		www.eco-systemes.com
		www.erp-recycling.org/france.html
DEEE de catégorie 5 (lampes)		www.recylum.com

Source : ADEME (2006)

Ces 4 éco-organismes ont fondé en 2006 l'OCAD3E, organisme coordonnateur agréé en charge de la gestion des relations entre les éco-organismes et les collectivités territoriales, acteurs de la collecte des DEEE auprès des ménages.

Les produits destinés à être mis en filière séparée sont marqués d'une poubelle barrée, avec un rectangle plein en dessous si le produit a été mis sur le marché après le 13 août 2005. Des amendes sont prévues en cas de non-respect de cet affichage.

L'enjeu de la réutilisation est aussi très présent, en particulier parce qu'il est lié à de l'emploi d'insertion. Les acteurs de l'économie sociale et solidaire sont aujourd'hui très présents dans le domaine de la réutilisation des équipements électriques et électroniques usagés, et cela dans toute l'Europe. L'image « high-tech » de ces produits est très valorisante pour les personnes en voie d'insertion. Les organisations qui oeuvrent dans ce secteur, telles ENVIE et Emmaüs, qui disposent de 200 points de vente dans toute la France, ou Ecomicro, défendent leur activité et refusent de voir les équipements partir directement au broyage des appareils dont la durée de vie pourrait être étendue de 5 à 10 ans, la première année étant sous garantie. Les associations environnementalistes soutiennent cette position car elle permet aussi de réutiliser au mieux les matériels, solution écologiquement la plus avantageuse.

La directive RoHS interdit l'utilisation de certaines substances dans les équipements électriques et électroniques : plomb, mercure, cadmium, chrome hexavalent, PBB (polybromodiphényles) et PBDE (polybromodiphényléthers) utilisés comme retardateurs de flamme dans les plastiques, à compter du 1^{er} juillet 2006. Une teneur maximale de 0,01 % en cadmium, et 0,1 % pour les autres substances, pour un matériau homogène, sera tolérée. Une liste d'exemptions accompagne cette directive. Ici les associations estiment que les constructeurs traînent les pieds. Elles pensent qu'ils peuvent faire beaucoup de progrès dans la réduction de l'usage des toxiques, et qu'ils ne le font pas pour des raisons étroites de profit immédiat (Greenpeace, 2005)⁶. La mise en œuvre de cette directive pose aussi problème dans d'autres pays comme au RU, où les premières poursuites judiciaires contre des firmes ayant mis sur le marché des produits contenant du plomb ont été engagées⁷.

Les impasses du débat actuel

L'écoconception

Les TIC ont été mises sur le marché sans faire grand cas des impacts de l'aval de leur cycle de vie. A nouveau, comme ce fut le cas pour tant d'autres produits, les effets négatifs, bien que très prévisibles, n'ont été pris en compte que lorsqu'ils se sont manifestés.

Les constructeurs ont fait des efforts de prévention avec l'écoconception, mais ces efforts sont déjà assez anciens pour certains d'entre eux. Les associations estiment cependant que ces efforts ont peu d'impact et sont davantage motivés par les taux de retour sur investissement que par une

⁶ <http://www.greenpeace.org/international/campaigns/toxics/electronics>

⁷ <http://www.eetimes.com/news/latest/showArticle.jhtml?articleID=202401949>.

réelle volonté de produire « propre ». En témoignent les choix contradictoires avec l'écoconception que sont l'obsolescence accélérée des produits, les sommes considérables investies dans le marketing et la publicité, et le manque de coopération des industries dans la quête de solutions communes à ces problèmes. Les publicités qui mettent en avant un produit qui génère relativement moins d'impacts environnementaux que ses concurrents tendent à déculpabiliser les acheteurs. Les ventes de ce produit se multiplient, l'impact environnemental global de l'ensemble des nouvelles ventes effaçant de loin l'effet marginal de la réduction de la pollution et des déchets par unité produite.⁸

Aujourd'hui les filières mises en place ne génèrent aucune incitation à l'écoconception, contrairement à ce que prévoyait le concept de « responsabilité élargie du producteur ». HP affirme publiquement avoir besoin de Greenpeace pour être incité à en faire. En outre, les consommateurs n'achètent pas particulièrement les produits écoconçus. Dès lors, les constructeurs de bonne volonté se retrouvent face à un dilemme : écoconcevoir à perte, c'est-à-dire laisser la place aux produits concurrents qui ne sont pas écoconçus, ou arrêter de pratiquer l'écoconception.

L'écoconception en elle-même pose des problèmes sérieux. Les analyses de cycle de vie sur lesquelles elle se base n'offrent pas de solution simple. Les produits TIC sont les mêmes dans le monde entier, mais les capacités de traitement varient énormément selon les territoires. Pour des pays qui ne savent gérer que les déchets inertes et les déchets organiques, les PC devraient être réalisés uniquement dans ces deux types de matériaux. Est-ce possible ? Rien ne l'indique. Les PC envoyés dans les pays du Sud peuvent tomber en panne rapidement en raison de la qualité du courant, du manque de pièces de rechange etc. Ils deviennent des déchets toxiques. Les enquêtes de terrain montrent que les téléphones portables, en changeant de main, perdent de la valeur et finissent dans les mains des plus pauvres qui sont situés... dans les campagnes, à l'endroit le plus éloigné des capacités de traitement ou de réparation (Flipo & al., 2006). L'écoconception d'un produit a de fortes implications au niveau d'un territoire, mais sa conception est totalement déterritorialisée, mondialisée. Le grand écart entre les deux niveaux sera difficile à combler sans toucher aux performances des appareils – ce qui aura des implications importantes en termes de service rendu. Et c'est là le cœur du problème, nous y reviendrons.

La gouvernance des déchets

La « responsabilité élargie du producteur » du produit est un principe ancien. L'article L541-10 du code de l'environnement français (1975) affirmait ceci : « *Il peut être fait obligation aux producteurs, importateurs et distributeurs de ces produits ou des éléments et matériaux entrant dans leur fabrication de pourvoir ou de contribuer à l'élimination des déchets qui en proviennent* ». Ce principe est resté lettre morte jusque dans les années 90, sauf pour les huiles de lubrification. L'OCDE soutient activement ce principe de la responsabilité élargie du producteur (REP), en le définissant comme un instrument de politique de l'environnement qui étend les obligations du producteur à l'égard d'un produit jusqu'au stade de son cycle de vie situé en aval de la consommation. Après les huiles usagées, les emballages (Directive 2004) et les batteries (révision de la directive de 1991 en cours), ce sont les véhicules hors d'usage (directive 2000), les DEEE, les pneumatiques (décret de décembre 2002), les produits phytosanitaires, emballages et produits non utilisés (action volontaire), les courriers non sollicités (loi des finances 2003), et les bateaux de plaisance hors d'usage qui sont concernés par ce type d'évolution (Ademe, 2004). Il s'agit là d'une tendance lourde.

La REP conduit à une double évolution, en théorie. D'une part, le principe pollueur-payeur passe du détenteur du déchet (fin de vie du produit) au producteur (metteur sur le marché) du produit

⁸ Sur d'autres marchés, deux exemples ont fait beaucoup de bruit récemment : une voiture hybride de Toyota montrée comme entièrement naturelle et biodégradable (http://www.greenwashingindex.com/ad_single.php?id=2123) et un avion consommant (un peu) d'huile de coco (<http://www.guardian.co.uk/environment/2008/feb/25/biofuels.theairlineindustry?gusrc=rss&feed=environment>).

neuf. D'autre part, le contribuable laisse la place au consommateur pour financer la gestion des produits en fin de vie concernés (Ademe, 2004). Ainsi est-il possible d'introduire une concurrence sur la conception écologique des produits. C'est l'objet de la future directive « Politique Intégrée des Produits » (PIP) de généraliser cette approche.

Malheureusement ce schéma semble bien théorique. La mise en place présente de graves défauts dont on ne voit pas très bien comment se sortir sans remettre en cause le principe même de la REP. Outre les problèmes déjà mentionnés, signalons que les éco-organismes chargés de gérer les DEEE pour le compte des producteurs sont des Sociétés par Action Simplifiées. Même si elles ont un but non-lucratif, étant donné que les producteurs sont les principaux actionnaires, on peut douter de leur réelle motivation à réduire les déchets.

L'objectif de concurrence autour de l'écoconception, par « internalisation » des coûts de fin de vie, a été totalement oublié. D'ailleurs, comment aurait-il pu fonctionner ? Les produits arrivant sur le marché à la date « t » en sortent plusieurs années plus tard, après stockage, réutilisation etc. Il est parfois impossible de retrouver le fabricant, qui a été vendu, racheté, délocalisé. Devant l'impossible traçabilité, les éco-organismes ont choisi de facturer leurs services en fonction des parts de marché des constructeurs, critère qui n'a absolument rien à voir avec le caractère éco-conçu des produits...

La question du financement n'a pas été mieux traitée. Les collectivités territoriales ont refusé d'augmenter la Taxe d'Enlèvement des Ordures Ménagères (TEOM) au motif que celle-ci avait trop augmenté ces dernières années. Le principe de « REP » a donc conduit en réalité à reporter la charge sur tous les consommateurs. Cela aurait un sens si les TIC étaient des consommations strictement individuelles, si le consommateur pouvait « préférer » les TIC à d'autres possibilités. Mais les TIC remplacent les autres services. Les cabines téléphoniques disparaissent avec la généralisation des téléphones portables. Il y a des effets de système qui sont irréductiblement d'ordre collectif, comme le souligne l'OCDE (voir ci-dessous). Les TIC sont en passe de devenir obligatoires. Sans Internet, comment chercher un emploi, rédiger sa déclaration d'impôts etc. ? Le coût de traitement sera donc réparti à coût égal entre tous les consommateurs, ce qui revient à un impôt non progressif. Les inégalités économiques s'en trouvent donc aggravées.

C'est l'ensemble du système de gouvernance des déchets qui pose problème. Les filières de collecte sélective et les déchetteries n'ont pas inversé la tendance à l'augmentation des déchets produits, contrairement à ce qui était promis. En effet, d'après les données de l'INSEE si le volume de déchets ménagers a augmenté de 75% entre 1980 et 2000, le revenu des ménages n'a lui augmenté que de 45% et la population que de 10%. L'écoconception est restée marginale et n'a réglé ni le problème de la collecte ni celui de l'élimination finale.

La redoutable question de la substitution

L'écologie des infrastructures numériques reste encore mal connue. Des travaux doivent être menés tant dans le champ quantitatif, pour mieux connaître les ordres de grandeur des consommations de matière et d'énergie, que dans le champ qualitatif. L'un des enjeux majeurs à surveiller est « l'effet rebond ». Celui-ci correspond au fait que l'accroissement des consommations de matières et d'énergie induit par l'utilisation généralisée des TIC efface largement les réductions de l'empreinte écologique obtenues par unité de produit. En outre, des études de marché soulignent que la directive DEEE est à la source d'une croissance des ventes d'électroménager du fait d'une plus grande sensibilité des consommateurs aux produits « verts ». Elle contribue donc indirectement à l'effet rebond...

Les études sur les TIC et l'environnement mentionnent souvent d'abondants exemples sur les effets positifs des TIC : le télétravail réduit le recours à l'automobile, le télé-achat permet d'optimiser les déplacements (EITO, 2002 ; Pamlin & al., 2002) etc. Mais l'usage observable des TIC montrent aussi des effets inverses : l'accès à de nombreux rapports sur Internet encourage l'impression, la vente en ligne permet de commander des produits à l'autre bout du monde, le télétravail se traduit en moyenne par une augmentation du temps de travail etc.

L'OCDE a proposé de hiérarchiser ces effets en trois catégories d'effets positifs et négatifs (Berkhout & Hertin, 2001) :

- Effets de premier ordre : d'un côté les applications environnementales des TIC comme le monitoring, de l'autre les impacts écologiques de la production des TIC comme les DEEE.
- Effets de second ordre : d'un côté la dématérialisation et les changements structurels comme l'avènement de l'administration électronique, de l'autre l'augmentation de la quantité globale de produits facilitée par les TIC.
- Effets de troisième ordre : d'un côté les possibles changements dans les modes de vie avec par exemple le consumérisme « vert », de l'autre l'« Effet rebond » avec l'achat en ligne voyage à longue distance.

Les discours politiques s'intéressent surtout aux effets positifs de premier et de deuxième ordre. Les TIC permettraient par exemple de substituer « les bits aux atomes » (réduction des transports). Corinne Gendron a montré qu'identifier développement durable et entrée dans une ère high-tech à empreinte écologique légère est un trait commun de l'imaginaire des élites canadiennes (Gendron, 2002). On pourrait sans doute généraliser à l'ensemble des élites occidentalisées. Le document de travail du 7^e programme cadre européen de recherche et développement pour les TIC, premier domaine en termes d'allocation de crédits dans le FP7, ne contient aucun angle de travail sur les impacts de TIC elles-mêmes. Il s'agit essentiellement de combler le retard de croissance dans ce secteur en Europe vis-à-vis d'autres grandes puissances industrielles. Les documents préparatoires au second Sommet de la Société de l'Information (SMSI), qui a eu lieu à Tunis en novembre 2005, ne mentionnent quasiment pas les impacts écologiques des TIC (SMSI, 2005). Celui qui se tient à Genève cette année mentionne que (SMSI, 2008) :

- Les gouvernements sont encouragés à promouvoir les TIC pour protéger l'environnement et promouvoir l'utilisation durable des ressources naturelles.
- Avec la société civile et le secteur privés, ils sont également encouragés à mettre en œuvre des projets de production et de consommation plus propres ainsi que l'élimination contrôlée et le recyclage du matériel jeté et des composants utilisés dans les TIC.
- Mettre en œuvre des systèmes de contrôle utilisant les TIC pour prédire l'impact des catastrophes d'origine humaine et naturelle, tout particulièrement dans les PED, PMA et petites économies.

La Stratégie de Lisbonne mise sur la « société de la connaissance ». Et en effet la Suisse, dont l'un des métiers majeurs est la banque, « produit » beaucoup de dollars par unité de CO₂ émise, contrairement à la Chine qui semble « inefficace » (Delbosc & al., 2007). Mais nourrirons-nous le monde de demain avec du marketing et du papier monétaire imprimé en Suisse ? Le mythe de la dématérialisation ne répond pas à la question, il se défausse à nouveau via un tiers-exclu : les pays en développement, qui subissent l'essentiel de l'impact écologique lié à l'activité des industries qui produisent les biens utilisés pour entretenir notre mode de vie (Zuindeau, 2005).

Certains pensent que les TIC vont favoriser une réduction de la consommation par accroissement de l'efficacité (Laitner, 2003) tandis que d'autres pensent que la consommation va être accrue de plusieurs % (Cozzi & al., 2002). Au centre des débats, la question de la substitution pose en réalité deux questions autrement plus redoutables que les solutions techniques proposées par la théorie commode de la dématérialisation qui semble être tenue pour une propriété spontanée de l'économie alors que plus d'un siècle d'industrialisation démontre que c'est l'exact contraire qui s'est produit : jamais nous n'avons déménagé autant de matière et d'énergie pour assurer nos « besoins ».

La première explication est la thèse de la substitution matérielle : on peut remplacer une matière par une autre. Mais il y aura des limites écologiques et fonctionnelles. H. Daly a montré il y a longtemps déjà que la question d'une économie écologique n'est pas un problème de substitution mais un problème d'échelle (Daly & Cobb, 1989). Par exemple dans le domaine énergétique les

renouvelables sont disponibles en quantité moindre que les quantités fossiles actuellement extraites annuellement. L'enjeu des écosystèmes pose des questions normatives graves car les dégâts peuvent être fort avancés voire même irréversibles avant que les sociétés ne réagissent, comme l'a montré J. Diamond (Diamond, 2005). Entre l'effondrement des effectifs d'une population et le moment où l'on peut se rendre compte du danger a lieu une phase trouble et cruciale d'élaboration sociale des alternatives possibles, qui prend par exemple aujourd'hui la forme du débat sur la décroissance.

Ce qui nous mène à la seconde question, qui n'est évidemment pas indépendante de la première : la substitution sociale et sociétale. Prenons quelques exemples pour illustrer le propos. Le télétravail peut remplacer le travail nous dit-on, l'un peut se substituer à l'autre avec une réduction de l'impact écologique. Outre que ce dernier résultat resterait à démontrer⁹. En effet, l'enjeu social apparaît de manière évidente dès lors que l'on s'intéresse aux effets réels, et non supposés, du télétravail sur le travail : les télétravailleurs sont bien plus sujets au surtravail que les autres. La corrélation est nette puisque plus de 80% des travailleurs voient leur temps de travail augmenter, alors que moins de 10% le voient diminuer (ECATT, 2000). Et ce n'est là que l'un des aspects du problème, l'éloignement des lieux collectifs ayant bien d'autres conséquences. Autre exemple : quand le Wuppertal Institut montre que le téléchargement est moins « impactant » que l'achat de CD (Wuppertal Institut, 2003), a-t-on là une solution qu'il suffirait de généraliser ? Rien n'est moins sûr : le bilan écologique flatteur n'est au rendez-vous que si l'utilisateur n'utilise pas son graveur pour obtenir son CD. Le choix qui s'offre à nous doit donc être reformulé : il n'y a pas lieu de choisir entre la solution « propre » et la solution « sale », comme si les deux étaient équivalentes, mais de choisir entre « le téléchargement à volonté avec interdiction de graver les CD » ou « l'achat rationné de CD en magasin » – la seconde solution offrant la possibilité d'être décentralisée et fortement modulable en fonction des conditions socio-écologiques.

Prenons un autre exemple. Soit la comparaison des trois scénarios d'approvisionnement des ménages, sur la base des chiffres fournis par Pierre Radanne, ancien président de l'Ademe¹⁰ :

- Le scénario 1, « hypermarché de périphérie », suppose que les ménages habitent en zone pavillonnaire et vont une fois par semaine à l'hypermarché distant de 10 km pour acheter 30 kg de marchandises
- Le scénario 2, « supermarché de proximité », fait l'hypothèse que les ménages habitent en centre ville ; un camion approvisionne le supermarché en marchandises depuis les mêmes endroits que dans le précédent scénario mais les ménages font leurs courses à pied (5 voyages de 500 mètres emportant à chaque fois 6 kg)
- Le scénario 3 reprend le scénario 2 en supposant que les achats sont livrés à domicile (commande internet ou par téléphone).

On peut chercher à optimiser le circuit « hypermarché », mais tout ce qu'on pourra gagner sur les camions de 44 tonnes ou l'efficacité énergétique des hypermarchés n'approchera jamais, même de loin, le facteur 50 ou 60 qu'il y a entre le scénario 1, basé sur les hypermarchés, et le scénario 2, basé sur les supermarchés de proximité. On mesure les enjeux socioéconomiques d'un choix entre un détour de production et un autre...

Conclusion

La transposition de la directive DEEE n'est pas le résultat de la recherche des objectifs énoncés par le Parlement Européen dans sa communication initiale (COM (2000) 347 final), qui est pourtant à l'origine de cette directive. Il est le résultat d'un compromis entre les parties prenantes qui étaient

⁹ Le mouvement de « dématérialisation » s'accompagne aussi d'une délocalisation des imprimantes etc. qui au final consomment peut-être plus que les anciens systèmes, de même que le téléphone fixe consomme moins que le GSM qui consomme moins que la 3G.

¹⁰ 2100.org/Radanne.ppt.

à la table, à savoir certains producteurs, les plus gros, l'Ademe, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, les collectivités territoriales et quelques associations au sein desquelles ce sont les environnementalistes étaient les mieux représentés.

A-t-on réfléchi pour mettre en place les instruments nécessaires à ce que le consommateur puisse faire un choix informé des conséquences sur l'environnement ? Quasiment pas, rien n'est fait en dehors du sigle indiquant la nécessité du tri (poubelle noire barrée) et l'indication de « l'écocontribution » correspondant à la prise en charge des déchets historiques, antérieurs à la mise en place de la directive. Comment est comprise l'écocontribution ? Personne ne s'en est soucié, pas plus de la lisibilité de la poubelle barrée, qui peut tout aussi bien signifier que si le tri est fait, alors le problème est réglé. Le problème est récurrent. Dans le domaine des emballages, le sigle circulaire vert avec deux flèches en dans le même sens est souvent compris comme signifiant « recyclé » ou « recyclable » alors qu'il indique seulement que le fabricant de l'emballage contribue financièrement à Eco-emballage.

Du côté des producteurs, le dilemme va grandissant : il faut à tout prix que le consommateur achète pour que les affaires continuent, mais d'un autre côté les entretiens que nous avons menés montrent que ces mêmes producteurs imputent très facilement la responsabilité de la dérive écophagique actuelle sur l'insatiable appétit de ce consommateur, à la fois aimé et honni (Flipo & al, 2006). L'enjeu du contrôle de l'espace public et des messages qui y circulent est donc un enjeu absolument crucial, cette conclusion n'étonnera ni les philosophes ni les politologues ni même le simple citoyen, mais elle terrorise les techniciens et les responsables qui ont peur d'affronter le débat. Le dernier exemple en date est la campagne d'Eco-emballages « contre les idées reçues » en matière de recyclage. Cette campagne a été très contestée par les associations et certaines collectivités locales¹¹. Eco-emballages est pourtant membre du Comité 21 et de bien d'autres instances, cet organisme aurait pu mener une démarche inclusive s'il l'avait voulu.

La question qui n'a pas été ouverte, c'est la question des besoins. Comment déterminer nos besoins autrement que par la réclame ? Quelles seraient les conséquences d'une augmentation massive du prix du pétrole et des matières premières sur les TIC ? Quelles sont les priorités, poursuivre la fuite en avant technologique, garante de notre « compétitivité », au prix de la planète et de la division croissante de notre société, ou commencer à réfléchir en termes plus larges ?

Une autre question n'a pas été ouverte : celle des infrastructures. Le consommateur, quand il achète la dernière merveille high tech, a-t-il conscience qu'il contribue à engager peu à peu toute la société sur un support de communication dépendant de ressources épuisables ? La discussion sur le « green IT » se focalise volontiers sur l'aspect énergétique, avec un horizon renouvelable. Mais dans le domaine de la matière ? Que se passera-t-il si une matière clé vient à manquer ? Assisterons-nous, dans le domaine des TIC, à ce que l'on a pu voir dans le domaine du transport courant 2008 et la flambée du baril de pétrole ? Avec quelles conséquences ?

Bibliographie

ADEME *Filières et recyclage – Le colloque des professionnels sur les produits en fin de vie*, 2004.

Aebischer B. Informationstechnologie: Energiesparer oder Energiefresser?, *EMPA-Akademie Wissenschaftsapéro*, 2003.

Attané A. Pêcher, courir, trier ses déchets... pratiques de l'environnement ou rapport aux autres ?, *Europaea – Journal des Européanistes*, 1-2, anno VIII, 2002, p. 275.

Basel Action Network & Silicon Valley Toxics Coalition *Exporting Harm – The high-tech trashing of Asia*, 2002.

¹¹ Avignon C. Eco-emballages: de faux arguments contre de fausses idées reçues, *Journal de l'Environnement*, 19 mars 2007. <http://www.journaldelenvironnement.net>

Flipo F., *Les TIC vertes*, Colloque international Environnement et modes de vie : villes et territoires au quotidien, 25-26 Septembre, Université de Caen Basse-Normandie, Caen, France, 2008.

Berkhout F. & Hertin J. *Impacts of Information and Communication Technologies on Environmental Sustainability: speculations and evidence – Report to the OECD*, 2001.

Gendron C., Economie de l'environnement, économie écologique et sociologie économique de l'environnement : la nécessaire prise en compte des dimensions socialement construites du système économique et de la crise écologique, *Europaea*, n°1/2, anno VIII, , 2002, pp. 187-212.

Cozzi L. *ICT and energy demand : an overview*, IEA, workshop, 2002.

http://www.iea.org/textbase/work/workshopdetail.asp?WS_ID=60

Cremer C. & Eichhammer W. *Energy Consumption of Information and Communication Technology (ICT) in Germany up to 2010*, Karlsruhe, Zurich, Fraunhofer ISI, CEPE, 2003.

Daly H. & J. Cobb Jr *For the Common Good*, Boston, Beacon Press, 1989.

Delbosc A., Keppler J.H. & Leseur A., *Croître sans réchauffer*, Note d'étude n°10, Mission Climat de la Caisse des Dépôts, janvier 2007.

Diamond J. *Collapse – How societies choose to fail or to succeed*, New York, Penguin, 2005.

ECATT *Benchmarking progress on new ways of working and new forms of business across Europe*, 2000, p. 38 – téléchargeable sur <http://www.ecatt.com>

European Information Technology Observatory *The impact of ICT on sustainable development*, pp. 250-283 www.digital-eu.org/uploadstore/eito_forum_2002.pdf

Faist Emmenegger M., Frischknecht R., Stutz M., Guggisberg M., Witschi R. & Otto T. LCA of the mobile communication system UMTS, SETAC, *11th LCA Case Studies Symposium*, 2003.

Furutani T., Matsuno Y., Daigo I. & Adachi Y. Dynamic model for analysing environmental impacts caused by the information and communication technology (ICT) infrastructure in Japan, SETAC, *11th LCA Case Studies Symposium*, 2003.

Greenpeace *Technologie toxique – débranchez l'électronique toxique*, 2005.

Kuehr R. & Williams E. *Computers and the environment – Understanding and managing their impacts*, Kluwer Academic Publishers, United nations University, 2003

Laitner J.A. Information technology and U.S. energy consumption, *Journal of Industrial Ecology*, vol. 3, n°2, 2003.

Ostroff J. Les déchets électroniques : une menace mondiale, *Trio*, Hiver 2004-2005, <http://www.cec.org/trio/stories/index.cfm?ed=14&ID=157&varlan=francais>.

Pamlin D. & Thorslund E. *IT and sustainable development – a central issue for the future*, 2004. <http://assets.panda.org/downloads/itsustainabledev.pdf>

PNUE Les Déchets Electroniques, la face cachée de l'ascension des technologies de l'information et de la communication, *Pré-alertes sur les menaces environnementales émergentes*, 2005. http://www.grid.unep.ch/product/publication/download/ew_ewaste.fr.pdf

Singhal P. *Integrated Product Policy Project – Stage 1 Report*, Nokia, Espoo, Finland, Janvier 2005.

SMSI (2005) Document WSIS-05/TUNIS/DOC/5-F.

Toxic Link *Scrapping the high-tech myth – computer waste in India*, Feb 2003.

US EPA *Electronics : a new opportunity for waste prevention, reuse, and recycling*, 2001. www.epa.gov/epaoswer/osw/elec_fs.pdf.

WSIS Implementation by Action Line, Action line C7: ICT Applications, E-Environment, 2008, <http://www.itu.int/wsis/docs/geneva/official/poa.html#c7-20>.

Wuppertal Institut *Digital Europe*, 2003. www.digital-eu.org

Flipo F., *Les TIC vertes*, Colloque international Environnement et modes de vie : villes et territoires au quotidien, 25-26 Septembre, Université de Caen Basse-Normandie, Caen, France, 2008.

Zuindeau B. *La « loi de Kuznets » : de l'économie de la répartition à l'économie de l'environnement*, Communication au Colloque International de l'Association Charles Gide pour l'Etude de la Pensée Economique, 22-24 septembre 2005, Lille.