Après la prise de conscience écologique, les T.I.C. en quête de responsabilité sociale

Florence Rodhain, Bernard Fallery

▶ **To cite this version:**

Florence Rodhain, Bernard Fallery. Après la prise de conscience écologique, les T.I.C. en quête de responsabilité sociale. 15 ème Congrès de l'AIM, 2010, La Rochelle, France. pp1-28. hal-00821450

HAL Id: hal-00821450
https://hal.science/hal-00821450

Submitted on 10 May 2013

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.

Après la prise de conscience écologique, les T.I.C. en quête de responsabilité sociale*

Florence RODHAIN
Maître de Conférences HDR
Montpellier Recherche Management
Ecole Polytechnique Universitaire de Montpellier
Université Montpellier 2
florence.rodhain@univ-montp2.fr

Bernard FALLERY
Professeur
Montpellier Recherche Management
Ecole Polytechnique Universitaire de Montpellier
Université Montpellier 2
bernard.fallery@univ-montp2.fr

**Article dans les Actes du 15ème Colloque de l'AIM (Association Information et Management), 19-21 Mai 2010, La Rochelle.*

Résumé

L'objectif de cette communication est de présenter de nouvelles orientations pour la recherche dans le domaine des systèmes d'information et de l'écologie. A travers une revue de la littérature nous présentons dans la première partie cinq mauvaises hypothèses sur le rôle des TIC dans l'environnement: papier, transports, commerce électronique, consommation d'énergie, e-déchets ... les T.I.C. ne contribuent pas à créer un monde plus respectueux de l'environnement. L'objectif de la seconde partie est de discuter de trois hypothèses récemment mises en avant sur le rôle positif que pourrait jouer les TIC : en matière de préservation de l'environnement par la simulation et le calcul, en matière d'efficacité énergétique par l'innovation technologique et enfin en matière de surveillance et de mobilisation des réseaux citoyens. Beaucoup de questions de recherche sont alors susceptibles d'être développés, et c'est l'objet de la troisième partie, développant cadre d'analyse des recherches sur la responsabilité : responsabilité sociale des entreprises, mais aussi responsabilité sociale politique et responsabilité sociale individuelle.

Mots clés: Systèmes d'information, Ecologie, TIC, responsabilité sociale

Abstract

The aim of this communication is to present new focuses for research in the field of Information Systems and Ecology. In the first part, we will present, through a review of the literature, the rather negative role played by ICT on the environment: paper, transportation, consumption, waste… The aim of the second part is to discuss the rather positive role played by ICT with regard to knowledge of the environment: simulation, traceability, efficacity… Many questions about research are then liable to be developed in favour of research into the principle of social responsibility, and this will be the subject of the third part : coporate social responsibility, politaical social responsibility, individual social responsability

Keywords: Information Systems, Ecology, ICT, social responsability

INTRODUCTION

« Ne jetez pas votre vieux PC : il contient 4 grammes d'or !! ». Telle est l'accroche d'un article consacré aux e-déchets dans « The Hindu »[1]. Mais s'il contient 4 grammes d'or, il contient également des matériaux lourds toxiques tels que le mercure, le plomb, le cadmium. L'Inde fait partie des pays pauvres où s'entassent les PC obsolètes envoyés par les pays riches. Les e-déchets y sont stockés, démantelés et/ou incinérés de façon sauvage. La plupart du temps ce sont les femmes et les enfants qui mènent ces opérations dans les bidonvilles. L'analyse d'un échantillon de sol dans la région de New Delhi où sont incinérés des e-déchets a révélé qu'il contenait suffisamment de mercure et de plomb pour empoisonner le sol pendant 500 ans[2]. Savons-nous, lorsque nous déconsidérons notre PC, jugé obsolète après deux ans d'utilisation, comment l'ordinateur va poursuivre son cycle de vie ? Se poser la question constitue déjà une prise de conscience. Mais cette prise de conscience aura-t-elle une réelle répercussion sur l'environnement si elle n'est pas suivie d'une attitude responsable, visant à interroger son mode de fonctionnement, son mode de consommation, sa relation à l'objet informatique ? L'organisation d'un système de recyclage des e-déchets peut amener à la « bonne conscience ». Mais agissant de la sorte, l'utilisateur ne conforte-t-il pas un système en dysfonctionnement ? La bonne conscience n'est-elle pas un moyen de mettre du baume là où ça fait mal, sans réellement interroger la nature du mal ?

Une majorité de scientifiques et d'économistes a commencé à prendre conscience de ce qui était resté trop longtemps dénoncé par les seuls écologistes : pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, l'homme risque de « gagner » la guerre engagée contre la planète. Les spécialistes du climat réunis dans le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC, en anglais IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (http://www.ipcc.ch/), montrent que nous n'avons que quatre générations pour répondre au défi du carbone à l'horizon 2100[3]. Mais depuis 2006 et le rapport de Nicholas Stern, ancien Vice-Président de la Banque Mondiale, (http://www.hm-treasury.gov.uk) ce ne sont plus seulement les scientifiques qui tirent la sonnette d'alarme, mais également les économistes et les financiers : sans une réaction immédiate et possible (c'est-à-dire des taxes sur le carbone et détaxes sur les activités non polluantes, un arrêt de la déforestation, des accords de coopération scientifique et économique), le coût sur dix ans du changement climatique serait au plan mondial de 5.500 milliards d'euros, et plus de 200 millions de personnes seront obligées de quitter leurs territoires pour trouver refuge.

Dans cette prise de conscience, dont le sommet de Copenhague organisé par l'ONU en 2009 n'aura finalement été qu'une simple étape, il est indispensable de garder à l'esprit une analyse conjointe d'une situation qui est à la fois écologique, économique et sociale[4]:

- 40% de la planète manque d'eau potable et 3 millions d'hommes en meurent chaque année. 15,2 millions d'hectares de forêts disparaissent chaque année, et près de 1% des terres

[1] « Meet on handling e-waste opens in city », The Hindu, 17 août 2004.

[2] D'après une conférence donnée par le suisse Rolf Widmer (chef de projet à EMPA) à Bangalore en 2004.

[3] Source GIEC : Le niveau de gaz à effet de serre dans l'atmosphère a augmenté d'un facteur 1,5 depuis la révolution industrielle et le seuil maximal pour la planète est de 2, correspondant à une augmentation de température de 3°C.

Pour limiter le réchauffement climatique il faudrait ramener les émissions au-dessous de 3 giga-tonnes « équivalents carbone » par an, soit un « droit à émettre » de 500Kgs équivalent carbone par an/par terrien. Aujourd'hui un Etasunien émet 11 fois plus que le seuil, un Allemand 6 fois plus, un Anglais 5 fois plus, un Français 4 fois plus, un Chinois 1,5 fois plus.

[4] Sources gouvernementales et non gouvernementales : PNUE 2003, Global Environment Facility 2002, WWF, Worldwatch Institute, un article de Lee 2002

agricoles deviennent inutilisables. Le rythme actuel d'extinction des espèces est totalement anormal, plus rapide qu'à n'importe quel autre moment au cours des 65 derniers millions d'années. 27% des récifs coralliens de la planète, abritant un quart de toutes les espèces de l'océan, sont menacés d'extinction. D'après les sources de Lee (2002), c'est la moitié de toutes les espèces, plantes et d'animaux que nous risquons de perdre dans les 50 prochaines années. 2/3 des déchets sont simplement jetés dans des décharges, et chaque année 200.000 mètres cubes de déchets nucléaires sont stockés sans aucune solution à long terme. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (Lee 2002), 25% de toutes les maladies qu'il est possible de prévenir dans le monde sont dues à des facteurs environnementaux.

- Ce déséquilibre écologique est aussi un déséquilibre économique et social. On observe une dégradation sans précédent des inégalités à l'échelle planétaire (Ramonet 2004) **:** 20% de la population mondiale absorbe 90% de la consommation mondiale, 2/3 de la population mondiale vit avec moins de 2 dollars par jour, 300 millions d'enfants sont exploités. On n'observe pas d'évolution positive pour le problème de la faim dans le monde: en 1996, l'absorption moyenne quotidienne de calories dans les pays « en développement » était strictement la même qu'en 1970 (De Ravignan 2003). Selon J. Stiglitz, prix Nobel d'économie, le nombre de personnes pauvres s'est accru de 100 millions dans les années 1990, et si l'on donne une définition plus large de la pauvreté, en prenant en compte les indicateurs sociaux et culturels, la pauvreté a aussi progressé dans le monde industrialisé (dans Lee 2002, p.30). En France, le Réseau d'Alerte sur les Inégalités publie le BIP 40 (http://www.bip40.org/), indice encore controversé[5], mais qui synthétise plus de 60 indicateurs couvrant six grand domaines des inégalités (chômage-emploi-travail, revenus et pauvreté, santé, logement, éducation, justice[6]) : les inégalités et la pauvreté se sont considérablement aggravées depuis 2002, atteignant un niveau record depuis 1980.

Le rappel de ces données justifie qu'on s'interroge dans tous les domaines sur l'impact écologique, économique et social de nos modes de vie. Pourtant les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC)[7], sont longtemps restées à l'abri de ce questionnement, bien à l'abri derrière des slogans comme « produits immatériels, industrie du silicium, zéro papier, télétravail, commerce électronique… », et perçues essentiellement du point de vue de leur apport à la productivité de l'économie. Ce n'est que récemment que leur impact environnemental est devenu une préoccupation des gouvernements (le rapport « TIC et Développement durable », Breuil et al. 2008, le rapport «Développement éco-responsable et TIC » Petit M. et al 2009) comme des industriels (l'étude de Smart 2020[8], les « Livres verts » du Syntec en 2009 et 2010 [9], etc.)

---

[5] ONPES http://www.onpes.gouv.fr/Pauvrete.html En se limitant au seuil officiel (moins de 60 % du revenu médian officiel, soit 905 euros), il y avait en 2007, plus de 8 millions de pauvres en France. Environ 200 000 de plus qu'en 2006, et il est pratiquement certain que ce chiffre va progresser en 2008 et 2009, pour se rapprocher des niveaux depuis que des chiffres semblables existent en 1970.

[6] Les inégalités et la pauvreté sont reparties à la hausse après 2002 pour atteindre, en 2005, le niveau le plus élevé enregistré depuis 25 ans. Le creusement des inégalités en matière de logement a eu un impact majeur : il explique environ la moitié de la hausse du BIP40 depuis 2002. Précarité accrue de l'emploi et dégradation des conditions de travail expliquent environ 15% de la hausse du BIP40 depuis 2002.

[7] On considère ici les T.I.C. dans leurs deux aspects : Information et Communication (on pourrait dire l'aspect numérisation et l'aspect réseau, ou encore l'aspect Informatique et l'aspect Internet).

[8] SMART 2020 « Enabling the low carbon economy in the information age », rapport publié en 2008 par le Climate Group dans le cadre de la GeSI (Global e-Sustainability Initiative http://www.smart2020.org/ cinq majuscules du sigle SMART correspondent à *standardizing, monitoring, accounting, rethinking, transforming.*

[9] http://www.syntec-informatique.fr/

Il apparaît maintenant que l´usage des T.I.C. n´a pas permis une réduction de l´usage du papier ou des transports. Bien au contraire la pollution atmosphérique par l´intensification des transports ou par l´utilisation accrue du papier semble accompagner l´utilisation des T.I.C., elles-mêmes largement polluantes. L'époque de l'inconscience semble révolue et, après une prise de conscience tardive, c'est plutôt aujourd'hui la course à la bonne conscience à travers la vulgate du « *Green IT* ». Une approche critique doit examiner précisément dans quelle mesure les TIC, et l´usage qui en est fait, contribuent à la destruction ou à la protection de l´environnement ; c'est l'objet de la première partie où l'on présentera à travers une revue de la littérature cinq mauvaises hypothèses pourtant « classiques » sur le rôle des TIC pour l'environnement.

Une autre série de trois hypothèses récemment mises en avant sur les potentialités des T.I.C. doit être envisagée : sur la préservation de l'environnement grâce aux outils de simulation, sur l'efficacité énergétique grâce à l'innovation technologique et sur la sauvegarde de l'environnement grâce à la surveillance et à la mobilisation des réseaux citoyens. L'utilisation de logiciels perfectionnés pour simuler ou contrôler l'environnement, la part de l'innovation dans la réduction des gaz à effet de serre, l'utilisation des T.I.C. pour la traçabilité des produits dangereux, le rôle que peut jouer Internet pour la mise en réseau des ONG et pour la surveillance des sites à risques… c'est l'objet de la deuxième partie, où sont discutées les trois hypothèses sur la simulation, sur l'innovation technologique et sur la connaissance de l'environnement.

De nombreuses questions de recherche sont alors susceptibles d´être développées, c'est l'objet de la troisième partie qui propose un cadre d'analyse de la responsabilité sociale des TIC en présentant les relations entre la RSE (la responsabilité sociale des entreprises), la RSP (la responsabilité sociale politique) et la RSI (la responsabilité sociale individuelle).

1. CINQ MAUVAISES HYPOTHESES SUR LE ROLE DES T.I.C. POUR L'ENVIRONNEMENT

Dès l'origine les T.I.C. ont laissé penser, de façon intuitive, qu'elles allaient remplacer d'anciens modes d'organisation, et permettre de moins consommer de papier, de supprimer des déplacements et donc de moins polluer. Ainsi, Jean-Louis Borloo, dans un entretien préparant le Grenelle de l'environnement qui a eu lieu en 2007[10], suggérait encore ce qui pouvait paraître relever du bon sens commun : privilégier la visioconférence aux déplacements pour limiter l'émission de gaz à effet de serre. Le message sous-jacent est bien entendu l'idée que les T.I.C. ont ce pouvoir de moins polluer.

Qu'en est-il réellement ? Les nombreuses innovations technologiques en matière de T.I.C. ces dernières décennies ont-elles réellement permis de moins consommer de papier, de moins se déplacer, et donc de moins polluer ? Si la visioconférence qu'évoque Jean-Louis Borloo a laissé entrevoir une société où les salariés allaient moins se déplacer, l'émergence du commerce électronique est également allé en ce sens, laissant penser que les individus allaient maintenant faire leurs achats sur Internet et économiser autant de déplacement personnel, ayant une conséquence directe positive sur la consommation énergétique. La messagerie électronique a également promu l'idée qu'elle allait remplacer la consommation de papier.

[10] *« Je suis favorable à ce qu'un grand nombre de réunions soient réalisées en visioconférence pour éviter les déplacements inutiles qui génèrent de la pollution »* Jean-Louis Borloo, Ministre de l'écologie, entretien publié par *France Soir*, 17 septembre 2007.

La "Théorie Structurelle de l'Adaptation" (AST) proposée par DeSanctis et Poole (1994) permet d'appréhender les propriétés structurelles d'une technologie à deux niveaux différents : les « caractéristiques structurelles » d'une technologie d'une part, qui sont définies à court terme (les capacités offertes par un système), et « l'Esprit » d'une technologie d'autre part, qui est l'intention générale à long terme concernant les valeurs et les objectifs sous-jacents (les intentions des concepteurs et des responsables, véhiculées par les médias, les formations, les interfaces…). Vu sous cet angle, « l'Esprit » des T.I.C. a véhiculé tous ces espoirs : les T.I.C. allaient se substituer au papier, les T.I.C. allaient se substituer au transport de personnes et de biens, et ce faisant allaient contribuer à réduire la pollution et réduire la consommation des ressources naturelles de la planète. Ces espoirs sont-ils fondés ?

Quelques craintes ont certes être évoquées (les T.I.C. n'allaient-elle pas devenir de grande consommatrices d'énergie à travers l'utilisation d'électricité ? Leur production allait-elle nécessiter des ressources naturelles importantes et certaines potentiellement dangereuses pour l'environnement ? Une fois ces outils considérés comme obsolètes par les utilisateurs, qu'allaient devenir les déchets ? Allaient-ils être dangereux pour l'environnement ?…). Mais les espoirs semblaient prendre le dessus sur ces craintes, rarement évoquées, et le bilan semblait globalement très positif, en faveur des T.I.C. (voir tableau 1).

Un impact positif des T.I.C. sur l'environnement ?	**Un impact négatif des T.I.C. sur l'environnement ?**
T.I.C. et Papier : les T.I.C. se substituent-elles au papier ?	*T.I.C. et consommation d'énergie* : les TI sont-elles grandes consommatrices d'électricité ?
T.I.C. et Transport de personnes : Les T.I.C. se substituent-elles au transport des salariés, et ce faisant contribuent-elles à diminuer : 1- la pollution liée au transport ; 2 - l'épuisement des ressources naturelles de la planète ?	*La production des T.I.C.*: utilise-t-on des substances dangereuses pour la production des T.I.C. ?
e-Commerce et Transport des marchandises : Le commerce électronique, se substituant au commerce traditionnel, contribue-t-il à diminuer la pollution et la consommation d'énergie liées au transport ?	*Les déchets résultant des T.I.C.* : Que deviennent les déchets ?

Tableau 1 : Espoirs et craintes liés aux T.I.C.

Avec le peu de recul que nous avons, quel bilan pouvons-nous élaborer ?

1.1. La mauvaise hypothèse du « zéro papier »

Les T.I.C. allaient-elles réellement supprimer le papier comme on a pu le croire dans les années 1990 ? Les données agrégées montrent plutôt le phénomène inverse . Ainsi, entre 1988 et 1998, la consommation de papier dans les pays industrialisés a augmenté de 24% (Cohen 2001), bien que, durant cette période, les capacités de stockage d'informations électroniques se développaient à grande vitesse. En Grande-Bretagne, Huws (1999) montre

que la consommation de papier a plus que doublé entre 1984 et 1995. Le Canada, plus grand pays exportateur de papier, a plus que doublé ses ventes ces 15 dernières années.

Suren Erkman (1998), qui a eu pour ambition de faire découvrir le champ de l'écologie industrielle dans un ouvrage consacré à ce nouveau domaine de recherche, souligne en évoquant le fameux credo du « zéro papier » scandé dans les années 80 que : « selon les prophètes de la soi-disant société postindustrielle, les ordinateurs étaient censés reléguer le papier au rang de curiosité historique. C'est exactement l'inverse qui s'est produit : aux Etats-Unis, la consommation annuelle de papier est passée de 7 à 22 millions de tonnes entre 1956 et 1986. » (p.90).

Existe-t-il certains effets de substitution des T.I.C. au papier ? Moktharian (2003) répond positivement à cette question. Oui, il existe des situations dans lesquelles les TI viennent remplacer le papier. Par exemple lorsque les documents sont envoyés par courriel plutôt que par le courrier traditionnel qui nécessite l'impression et la photocopie. S'il existe bel et bien un effet de substitution, comment expliquer alors la consommation accrue de papier ? Parce que ces effets sont marginaux par rapport aux possibilités d'impression accrues par l'usage des T.I.C. (Moktharian 2003). En effet les T.I.C. facilitent l'accès à des milliards de documents sur Internet, cet accès induit alors une forte augmentation des impressions par les utilisateurs finaux.

Une étude menée par Ipsos Global[11] estime ainsi qu'une page sur six imprimées sur le lieu de travail n'est jamais utilisée : soit jetée directement à la poubelle, soit oubliée sur l'imprimante ou la photocopieuse. Cela représenterait, par an, une perte de 400 millions d'euros pour les entreprises françaises, et l'équivalent de près d'un million d'arbres sacrifiés. 43% des Français imprimeraient jusqu'à 50 pages par jour grâce aux facilités d'accès aux informations, 20% avoueraient imprimer la totalité des documents qu'ils reçoivent, et 38% admettraient imprimer l'intégralité du courriel qui leur parvient afin de le lire sur le support papier.

Cette pratique de gaspillage se fait sans réelle conscience. Ainsi, selon une autre étude menée par Ipsos[12], si 62% des salariés reconnaissent constater un gaspillage sur le lieu de travail, seuls 34% d'entre eux admettent y participer, rejetant ainsi la responsabilité sur les autres. Cette étude montre également un clivage entre le secteur privé et le secteur public. Si 24% des pages imprimées dans le secteur privé passent directement à la poubelle sans être consultées, seules 15% des pages seraient ainsi gaspillées dans le secteur public. Ce serait, dans le secteur privé, la grande distribution qui remporterait le trophée du plus grand gaspillage, avec un taux atteignant 40% de pages inutilement imprimées.

1.2. La mauvaise hypothèse de la substitution pour les déplacements

Mokhtarian (2003) nous rappelle que de tout temps, l'émergence d'une nouvelle technologie de télécommunications a suscité l'idée qu'elle allait se substituer à un transport. En 1876 était inventé le téléphone. Il n'a pas fallu longtemps avant que l'on suggère que cette invention puisse éliminer les voyages : le 10 mai 1879, dans un éditorial du Times, l'idée était déjà avancée que le téléphone allait soulager les managers en leur évitant des déplacements. Dans le passé récent, le nombre d'appels téléphoniques n'a cessé de s'accroître, mais le nombre de kilomètres parcourus par avion augmente à peu près au même rythme, et le

[11] Etude menée par Ipsos Global pour le compte de Lexmark (fabricant d'imprimantes) auprès de 1000 PME-PMI et grandes entreprises européennes en avril 2005 (voir http://www.lexmark.fr).

[12] Etude menée par Ipsos entre le 20 février et le 7 mars 2006 auprès de 2837 salariés.

nombre de kilomètres parcourus en voiture augmente deux fois moins vite (Pierce, 1977). Un appel téléphonique peut parfois remplacer un voyage, mais plus de communications engendre plus d'activités et plus d'interactions, impliquant un nombre plus important de voyages : l'augmentation des échanges par médias fait aussi croître les échanges physiques donc les déplacements.

Si certaines études s'intéressant à l'impact des télécommunications sur les voyages ont certes pu montrer un effet de substitution des télécommunications sur les voyages, Moktarian (2003) montre que ces études, parce que limitées dans leur approche méthodologique (à court terme et se focalisant sur une seule application), sont passées à côté d'effets indirects plus subtils à long terme, que l'on retrouve dans les études de type holistique. D'après l'auteur, il n'existe aucune preuve empirique montrant la substitution des télécommunications aux voyages. Par exemple, entre 1990 et 1995, on enregistre une augmentation de 11% des kilomètres parcourus par un individu alors que durant cette période le développement et l'adoption de nouvelles technologies est très important (Hu and Young 1999). Les études plus spécifiques, portant sur le lien entre télécommunications et voyages personnels, aboutissent aux mêmes conclusions. Par exemple, Zumkeller (1996) conclut après une telle étude que l'effet de complémentarité est beaucoup plus fort que celui de substitution, car, pour un individu donné, à un niveau élevé de communication est associé un niveau élevé de voyages.

L'utilisation des télécommunications par une personne à un moment donné ne signifie pas nécessairement l'élimination d'un voyage, car sans les télécommunications l'activité n'aurait tout simplement peut-être jamais eu lieu, c'est ce que Moktharian (2003) nomme un effet « neutre ». Par exemple la personne impliquée dans une téléconférence ne se serait de toute façon peut-être jamais déplacée, ou bien chaque achat impulsif effectué sur le Web n'aurait peut-être jamais conduit à un déplacement dans un magasin. Il existe au contraire des effets de « complémentarité », lorsque l'utilisation d'un mode de communication conduit à accroître un autre mode. Par exemple, Sola Pool (1977) relate que les tous premiers mots prononcés par Alexander Graham Bell au téléphone ont été « Monsieur Watson, venez tout de suite, j'ai besoin de vous », générant ainsi un trajet[13]. Autre exemple de complémentarité : lorsqu'un mode de communication électronique est utilisé pour accroître un mode de communication physique. C'est ainsi que d'après Yim (2000), une des utilisations les plus courantes des téléphones portables consiste à planifier ou modifier des entrevues.

En ce qui concerne le télétravail, d'aucun pensait qu'on avait ici affaire à un effet de substitution, les télécommunications remplaçant les trajets. Même dans ce cas, la substitution n'est pas prouvée. Kitou et Horvath (2006) ont calculé que le télétravail pourrait réduire de 90% les émissions de CO^2 liées aux transports, mais que cela s'accompagnerait en même temps d'une hausse de la consommation énergétique domestique (réduisant de manière significative les avantages du télétravail) si cette dernière est produite avec des combustibles fossiles. Dans le calcul de Breuil et al. (2008) deux jours de télétravail hebdomadaire pourrait faire économiser une moyenne de 500 kg de CO2 par salarié par an, mais ceci ne correspond qu'à la moitié d'un aller-retour Paris New York. Or Harvey et Taylor (2000) montrent qu'il existe une tendance pour une personne ayant peu d'interaction sociale (et spécialement les personnes travaillant à domicile) à voyager plus. D'après les auteurs, les individus ont besoin de contacts sociaux et s'ils ne le trouvent pas sur le lieu de travail, ils vont alors les chercher ailleurs, cela générant des voyages. Le télétravail ne diminue pas forcément le nombre de voyages, mais change tout simplement le but du voyage. La communication directe, raison

[13] Même si, dans ce cas précis, il n'y a pas eu transport de personne impliquant l'utilisation de ressources naturelles, le subordonné se trouvant sans doute dans les mêmes locaux, il n'en reste pas moins que l'exemple est éloquent.

principale invoquée pour le voyage, n'est d'ailleurs qu'une raison, et pas forcément la plus importante, pour effectuer un déplacement (Day 1973). Il existe des « méta motivations » au voyage, incluant la visite de la famille ou d'amis, la visite de lieux intéressants, ou même la volonté de s'échapper de la maison ou du lieu de travail (Button et Maggi 1994, Moktharian 1988, 2003).

1.3. La mauvaise hypothèse de l'effet du commerce électronique sur les transports

Quelques études techniques, en particulier dans le domaine de l'Ecologie Industrielle, ont été publiées sur la question du commerce électronique. Matthews et al. (2001) se sont intéressés à la vente de livres aux Etats-Unis et ont comparé le système traditionnel au commerce électronique. Un des résultats majeurs de leur analyse est qu'il existe bien certaines économies énergétiques liées à la suppression des trajets pour se rendre à la librairie, mais que ces économies sont largement compensées par l'acheminement des livres par voie aérienne. Amazon fait livrer les biens commandés en 24h par UPS, c'est ainsi le transport de marchandises qui rend la facture énergétique plus élevée. Williams et Tagami (2001) se sont intéressés au même secteur, et ont comparé le cas des USA avec celui du Japon. Aux Etats-Unis ils ont trouvé que 73 mégajoules (MJ) par livre sont consommés par le commerce électronique, alors que seulement 53 mégajoules le sont par le commerce traditionnel. Au Japon, dans la ville de Tokyo, le commerce électronique nécessite 9,3 MJ par livre tandis que le commerce traditionnel en consomme 1,6 MJ. En revanche, dans les régions rurales du Japon, les résultats diffèrent : 12 MJ sont utilisés par le commerce électronique tandis que 16 MJ le sont par le commerce traditionnel.

Ces résultats semblaient montrer un seul cas où le commerce électronique est moins consommateur d'énergie que le commerce traditionnel : lorsque les consommateurs résident dans des zones rurales qui nécessitent un déplacement important lors de l'achat. Pour confirmer ces résultats, Williams et Tagami ont poursuivi leur recherche et se sont intéressés à cette différence entre les zones rurales et les zones urbaines. En 2003, ils publient de nouveaux résultats. Le commerce électronique consomme toujours plus d'énergie que le commerce traditionnel au Japon pour l'achat de livres, mais surtout pour les zones très urbanisées comme celle du centre de Tokyo : pas d'économie sur les transports individuels (car ils sont de toute façon peu utilisés en ville), mais en revanche une perte énergétique très importante induite par le *packaging* (bien plus coûteux que pour le commerce traditionnel : les livres sont emballés en petite quantité et nécessitent la production d'un emballage épais et solide). Dans les zones peu urbanisées au Japon, les résultats différent : on y constate une consommation d'énergie à peine plus élevée pour le e-commerce que pour le commerce traditionnel.

Au delà des livres, le e-commerce est certes multiforme : 16 Mds € de chiffre d'affaires en 2007, soit 4% de la distribution, essentiellement des produits informatiques, des produits culturels (livres, DVD) et des services (voyages). D'un point de vue environnement, certains créneaux peuvent donc être rentables et d'autres non, en fonction de l'emballage, du besoin de transports et des modes de livraison (en boites aux lettres ou en présence du client). Mais globalement, au vu des résultats de ces recherches, il apparaît que le commerce électronique n'est pas, dans les faits, moins consommateur d'énergie que le commerce traditionnel.

1.4. La mauvaise hypothèse d'une faible consommation électrique et d'une faible empreinte carbone

Certains chiffres de la littérature en Ecologie Industrielle semblaient montrer que la consommation d'électricité des TIC n'était pas si importante que l'on avait pu le craindre. Laitner (2003) avançait que les TIC ne représentent seulement que 3 % de la consommation totale d'électricité aux Etats-Unis. Koomey (2000) calculait pour l'Allemagne un chiffre de 6 % d'ici 2010.

Mais les derniers chiffres montrent que la consommation des TIC représente aujourd'hui 13,5 % de l'électricité française et cette consommation augmente à un rythme soutenu, d'environ 10% par an sur les dix dernières années (Breuil et al. 2008)[14]. Dans le secteur résidentiel, les TIC (produits audiovisuels inclus) consomment 30% de l'électricité des ménages, premier poste domestique hors chauffage, même avant le passage prochain à la TNT et à la TV HD. Les seules mises en veille des équipements en consomment plus de 10%, et les « boîtiers ADSL », fournis par les opérateurs qui sont prescripteurs mais qui n'en payent pas l'usage, consomment 1,51 milliard de kW/h par an, soit deux mois de production d'un réacteur nucléaire[15].

La consommation électrique des TIC 13,5 % de la consommation électrique française **en augmentation de 10% par an**	**TWh/an**	
Postes de travail informatiques (ordinateurs, écrans, imprimantes) résidentiels	7	
Postes de travail informatiques professionnels	11	
Serveurs et centres de données (dont la moitié en climatisation !)	4	
Total de l'informatique	**22**	38%
Total de l'audiovisuel (Téléviseurs, magnétoscopes)	**16,5**	28%
Télécoms et autres matériels électroniques (dont 0,1 par les téléphones mobiles)	**20,1**	34%

Tableau 2. La consommation électrique des TIC en France (d'après Breuil et al. 2008)

Avec un taux de croissance de 10 %, il faut s'attendre à ce que la part des TIC atteigne 20% de la consommation d'électricité française dès 2012. Une préoccupation actuelle concerne notamment la consommation des serveurs ou centres de données qui augmente de 15 à 20% par an et qui déjà représente près du quart des émissions totales de CO2 générées par l'industrie IT (Gartner Group 2006). Koomey (2007) qui a publié un rapport détaillé à Stanford sur la consommation totale des serveurs aux Etats-Unis et dans le monde, montre que la consommation d'électricité pour les seuls serveurs a doublé entre 2000 et 2005, pour être aujourd'hui équivalente à celle de tous les postes de télévision.

[14] Le secteur des TIC n'a pas de définition normalisée reconnue. Pour évaluer à 2% le poids des émissions de gaz à effet de serre (GES) dues aux TIC, le Gartner Group ne compte ni l'électronique grand public, ni les appareils de mesure et ni l'électronique présente dans beaucoup d'équipements. L'OCDE retient en revanche les filières informatique, télécom et électronique. C'est aussi le cas de l'étude de Breuil et al. (2008).

[15] Institut National de la Consommation (INC)

Selon Philip Rosedale, la société « Linden Lab » dont il est le PDG utiliserait 4000 serveurs à plein régime pour faire fonctionner « Second Life ». Un calcul amusant a été fait par Nicholas Carr : en additionnant la consommation électrique des PC des 12.500 utilisateurs-avatars connectés à tous moments sur Second Life à celle des 4000 serveurs et de leurs systèmes de refroidissement, Carr estime que Second Life consomme chaque jour 60.000 kWh; soit 4,8 kWh par avatar et par jour, autant qu'un « vrai » brésilien moyen, et deux fois plus qu'un « vrai » camerounais ![16]. Layet[17], de Novethic, annonce un chiffre de 1,17 tonnes équivalent carbone qui serait produite par avatar et par an (668g de CO2 sont produits par un kWh) et cite un calcul effectué par un employé de Sun qui montre que cette empreinte carbone d'un avatar correspond alors à celle d'un 4x4 de marque « Hummer » (la consommation d'un véhicule de ce type dépasse les 14 litres aux 100 kms).

Au niveau du bilan carbone, le rapport « TIC et Développement durable » (Breuil et al. 2008) estime, avec une marge d'erreur de +/- 30%, que les TIC contribuent globalement à 5% de la production de CO^2 en France (sans compter l'empreinte de production des matériels électroniques, puisqu'ils sont pour la plupart importés). En raison de la production nucléaire de l'électricité consommée, on notera que ce pourcentage de 5% est considéré comme plus faible en France que dans les autres pays[18]. Cette empreinte carbone du secteur TIC ne peut donc plus être considérée comme limitée au regard du poids des TIC dans le PIB (2,8% de l'emploi), bien qu'il soit difficile de donner des chiffres par secteur[19]. A la suite des engagements du « Grenelle 2 », les entreprises de plus 500 employés devront réaliser leur Bilan Carbone et devront donc ajouter cette dimension dans leur système d'information. La double notation comptable va arriver bientôt, sous la forme de logiciels couplés aux ERP / PGI.

Il y a encore une dizaine d'années, on pouvait relativiser la place que prenaient les T.I.C. dans la consommation électrique, les chiffres montrent aujourd'hui que la consommation a déjà pris des proportions importantes et qu'elle ne cesse de croître.

1.5. La mauvaise hypothèse sur les déchets des produits « immatériels »

L'industrie informatique s'est toujours présentée comme une industrie de l'immatériel, du savoir, de la connaissance… jusqu'à la prise de conscience des nombreuses externalités liées à son activité. Parmi ces externalités, l'accumulation des déchets est devenue un enjeu

[16] Les comparaisons ne manquent pas. Siegfried Behrendt, chercheur de l'institut de recherche berlinois IZT, a calculé que télécharger sur son ordinateur la version électronique de son quotidien consommait autant d'électricité que de faire une lessive. L'entreprise allemande de services informatiques Strato a calculé qu'une recherche sur le site Google est équivalente à une heure de lumière dispensée par une ampoule à économie d'énergie.

[17] http://www.novethic.fr/novethic/entreprise/environnement/eco_management/un_avatar_virtuel_consomme_autant_energie_qu_vrai_bresilien/108365.jsp

[18] Il est intéressant de noter que l'empreinte carbone d'un poste de travail (production, utilisation, déchets) est estimée deux fois moindre en France qu'en Grande Bretagne (Breuil et al., 2008).

[19] Au niveau mondial, le premier contributeur en CO2 serait la production d'électricité (avec 27%, source GIEC), mais si on impute cette électricité à celui qui la consomme on obtient d'autres chiffres (Industrie 29%, Résidentiel 23%, Déforestation 17%, Transports 15%…), dans le cas de la France les chiffres seraient différents (Transports 27%, Résidentiel 24%…) et enfin si on impute les émissions indirectes des fournisseurs et des produits vendus (« les trois périmètres » de l'étude Vigéo-WWF 2009, *www.wwf.fr*) c'est le secteur Banque/Assurance qui contribue pour le plus avec 3680 millions de tonnes (financement de centrales à charbon à l'étranger, prêts aux particuliers pour des véhicules…) suivi de la construction aéronautique civile avec 925 millions de tonnes.

considérable. Loin d'être des produits « immatériels », les T.I.C. sont bel et bien des produits qui génèrent de la pollution dans toute leur phase de vie.

Dans le cycle de vie d'une T.I.C., plusieurs étapes conduisent à une pollution. La première est celle de la production, vient ensuite celle de l'utilisation (avec le problème de la consommation d'électricité vu plus haut) et enfin celle de la fin de vie.

Si on observe la phase de production, on se rend compte que cette activité est fortement polluante, dans la mesure où seulement 2% des matériaux utilisés pour la production des T.I.C. se retrouvent dans le produit final, les 98% restant se transformant en déchets (Hitly and Ruddy 2000). Pour réaliser une puce de 2 grammes, il faut utiliser 1,2 kg de combustible fossile, 72 g de produits chimiques et 32 litres d'eau très pure… Un ordinateur contient 1000 matériaux différents venant du monde entier, dont du plomb, du cadmium, du baryum, du béryllium… Si en 1997 la durée d'utilisation d'un ordinateur était de 6 ans, elle n'est plus que de deux ans en 2005, et il est prévu un nombre de 1,3 milliard d'ordinateurs dans le monde d'ici à 2013 (Flipo et al, 2007, Berthoud et al, 2007). A ce stade l'éco-conception tend aujourd'hui à limiter les composants toxiques et la consommation des postes de travail, sans oublier qu'un PC classique contient 1.500 à 2.000 composants qui viennent du monde entier, en général par voie aérienne.

Dans la phase de la fin de vie, on observe que la réutilisation ou la revalorisation des T.I.C. est extrêmement rare (Fichter 2003), dans la grande majorité des cas, les équipements finissent en déchets. Pour l'ensemble des équipements électriques et électroniques 90% des déchets sont incinérés ou recouverts sans pré traitements (Fichter 2003), et une grande proportion des polluants trouvés dans les déchetteries municipales est imputée aux équipements électriques et électroniques (CEC 2000). Dans l'ensemble de ces déchets électriques et électroniques, 12% proviennent de l'industrie des TIC.

Selon le magazine Consumer Reports, les Etasuniens ont jeté environ 3 millions de tonnes d'objets électroniques en 2003. Quelques 700 millions de téléphones portables ont déjà été jetés dans le monde entier, dont 130 millions pour la seule année 2005. Les vieux écrans à tube cathodique et les téléviseurs contiennent en moyenne 3 kilos de plomb, et ils sont la source majeure de la présence de cette substance toxique dans les installations de stockage des déchets. La plupart des ordinateurs et des appareils électroniques contiennent des cartes de circuits imprimés empaquetés avec des métaux toxiques tels que le chrome, le zinc et le nickel. Même les plastiques contiennent des ignifuges chimiques toxiques. D'après Consumer Reports, seulement 10 % des ordinateurs jetés sont recyclés "de manière responsable". Environ 80 % des objets électroniques jetés sont actuellement envoyés à quelques pays en voie de développement tels que la Chine, l'Inde et le Kenya, où les gens (y compris des enfants en bas âge) démontent, souvent à mains nues, les appareils électroniques pour leurs composants et leurs métaux.

Les groupes environnementaux tels que la Silicon Valley Toxics Coalition, les Amis de la Terre, Basel Action Network, Greenpeace, etc, ont fait la Une dernièrement, réprimandant les fabricants d'appareils électroniques en général, et Apple en particulier (arsenic et mercure dans la fabrication des écrans des Mac, plastique chloré et retardateurs de flamme bromés dans le téléphone mobile iPhone…). L'impact négatif de tels documents auprès des consommateurs est maintenant pris au sérieux., il incite les entreprises à explorer le marché du *« Green IT »*[20], il incite les gouvernements au soutien de projets scientifiques[21]

[20] Hewlett-Packard a ainsi réagi à la concurrence des cartouches d'encre pour imprimante proposées à moitié prix avec des consommables recyclés : HP s'est lancé à son tour dans le recyclage de ses cartouches, ce qui a contribué à améliorer ses marges. Les industriels ont déjà compris le marché du *Green Business* http://www.greenbiz.com/ et le marketing vert a fait son apparition…

et à l'adoption d'une réglementation « verte ». En France cette réglementation se découpe en deux volets. Le premier, qui s'inscrit dans la directive ROHS (Restriction Of the use of certain Hazardous Substances) s'adresse aux professionnels de l'informatique. Il a pour but de limiter, depuis le 1er juillet 2006, la présence de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques. Ainsi, les produits commercialisés après cette date ne peuvent plus comporter de plomb, de mercure ou encore de cadmium. Second aspect de la réglementation : depuis le 13 août 2005, les entreprises, comme les usagers privés, ne peuvent plus abandonner les DEEE en décharge (Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques). Dans ce cadre, la loi impose des règles strictes de dépollution pour les équipements devant être détruits. Pour les produits commercialisés après cette date, les fournisseurs ont l'obligation de proposer un service de recyclage. Il faut de plus communiquer institutionnellement sur ces éléments (une obligation pour les sociétés cotées, dictée par la loi française relative aux Nouvelles Régulations Economiques).

Conclusion de cette première analyse : aucune donnée ne permet de montrer que les T.I.C. contribueraient à créer un monde plus respectueux de l'environnement. Dans les faits, les espoirs liés au « Zéro papier », au « Zéro déplacement », à l'efficacité du commerce électronique, à la consommation réduite d'électricité et au « Zéro déchet » s'avèrent aujourd'hui infondés.

2. TROIS HYPOTHESES RECENTES SUR LE ROLE POSITIF DES T.I.C. POUR L'ENVIRONNEMENT

Si les T.I.C. n'ont pas contribué à créer un monde plus respectueux de l'environnement, on voit récemment se développer trois hypothèses pour monter qu'elles ont un impact bénéfique dans trois domaines : par les possibilités de simulation et de calcul qu'elles permettent pour préserver l'environnement, par leur contribution à l'efficacité technologique et enfin comme réseau de mobilisation pour la prise de conscience et l'action écologique.

2.1. L'hypothèse sur l'informatique, comme moyen de préserver l'environnement

Dans les procédures d'aide à la décision, les outils informatiques de simulation peuvent jouer un rôle déterminant en évitant les graves conséquences des essais-erreurs et en permettant un apprentissage du type « *learning by simulating* ». Par exemple depuis 2006, le supercalculateur TERA-10 (50.000 milliards d'opérations à la seconde), la machine radiographique Airix et le laser Mégajoule permettent ainsi la simulation des essais nucléaires en laboratoire, avec l'objectif de poursuivre le réarmement nucléaire de la France (malgré le Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires TICE et le Traité de Non-Prolifération TNP...).

La puissance de calcul est-elle un aspect positif des technologies de l'information pour prévenir ou gérer les risques environnementaux ? Plusieurs types d'outils ont un aspect positif certain dans le cadre de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles :

- la simulation par certains « indicateurs » offre la possibilité à un utilisateur de mesurer sa contribution à l'effet de serre, à l'exploitation d'une ressource commune, à la pollution de l'eau, etc. L'empreinte écologique est ainsi un indicateur qui frappe

[21] http://www.defra.gov.uk/environment/business/scp/research/index.htm
http://www.it-environment.org/index.html

l'imagination, ramenant à une surface biologiquement productive la consommation d'un individu et l'absorption de ses déchets[22]. Le logiciel Phyt'Amibe, développé au C3ED repose par exemple sur les indicateurs environnementaux de l'INRA pour confronter les pratiques des agriculteurs concernant leur utilisation des produits phytosanitaires http://www.c3ed.uvsq.fr/ . La mauvaise nouvelle est que l'humanité a « pompé », en 2005, 40 % de ressources naturelles en plus de ce que la nature peut renouveler selon ses processus. On peut estimer « combien de planètes » seraient nécessaires si tous les habitants du monde avaient le mode de vie des français, avec les technologies actuelles. La réponse est : plus de 2,5 planètes (plus ou moins 20 %, compte tenu des marges de calcul, mais on comprend que cela change peu le résultat !) (www.alternatives-economiques.fr/blogs/gadrey). L'empreinte écologique ne mesure qu'une partie de la charge imposée aux ressources renouvelables et ne prend pas en compte les pollutions : les comptes « en équivalent carbone » sont aussi essentiels comme guide d'action contre le risque climatique (en fonction de la capacité de séquestration du carbone par les océans et les forêts et donc du niveau maximum d'émissions acceptable pour la planète)[23]. On voit le rôle que peut jouer la simulation pour justifier une taxe carbone juste et équilibrée, permettant de modifier les arbitrages des entreprises et des ménages en faveur des économies d'énergie ;

- la simulation par les « Générateurs de Scénarios » permet, sur la base de modèles de programmation linéaire ou dynamique, d'explorer un certain nombre d'options alternatives (technologiques, réglementaires, climatiques..) et de visualiser les effets de ces options par des courbes, des graphes ou des cartes[24]. Mais le nombre de variables à prendre en compte dans ces modèles est si élevé que la discussion des alternatives se focalise trop souvent sur les résultats annoncés, bien plus que sur la discussion des variables du modèle lui-même. Le travail du GIEC-ICCP sur les interactions carbone/climat est un exemple très médiatique de la génération de scénarios http://www.ipcc.ch/. Son dernier rapport en 2009 sur l'évolution du climat (auquel ont participé plus de 2 500 scientifiques de 130 pays), affirme que la probabilité que le réchauffement climatique depuis 1950 soit d'origine humaine est de plus de 90 % ;

- la simulation par les « Systèmes Multi-Agents » peut modéliser les interactions réciproques du comportement d'acteurs et de ressources naturelles. Un agent est un programme informatique percevant et agissant de façon autonome, en fonction de son « expérience ». Dans les systèmes multi-agents, les agents partagent des ressources communes et communiquent entre eux. Au CIRAD, Cormas simule par exemple les effets d'une modification de l'environnement, d'une règle de décision, du comportement des agents etc., et

[22] L'empreinte écologique (EE) est un indicateur de pression écologique où l'on convertit en hectares une série d'usages de ressources naturelles pour les besoins de consommation et les rejets d'une population donnée : les champs cultivés, les pâturages, les espaces forestiers exploités pour leur bois, les surfaces de zones de pêche, les espaces bâtis, les surfaces de forêts capables de séquestrer le carbone (c'est une liste incomplète et par exemple n'y figurent pas les besoins en eau http://www.waterfootprint.org/). Manger de la viande tous les jours implique de disposer d'une surface agricole plus importante qu'une consommation de légumes. Si ces ressources biologiques étaient équitablement réparties sur l'ensemble de la planète, chaque individu devrait avoir une empreinte égale à 2 hectares environ. En France cette empreinte est environ de 5 hectares (+/- 20%).

[23] Source GIEC IPCC : Pour limiter le réchauffement climatique il faudrait ramener les émissions au-dessous de 3 giga-tonnes « équivalents carbone » par an, soit un « droit à émettre » de 500Kgs équivalent carbone par an/par terrien. Aujourd'hui un étasunien émet 11 fois plus que le seuil, un Allemand 6 fois plus, un Anglais 5 fois plus, un Français 4 fois plus, un Chinois 1,5 fois plus.

[24] « Les consommateurs et les entreprises ne peuvent pas gérer ce qui n'est pas mesurable. Les TIC nous donnent les moyens d'observer notre consommation d'énergie et nos émissions de gaz à effet de serre en temps réel, et pourraient nous permettre d'optimiser les systèmes et les processus pour les rendre plus efficients ». Steve Howard, P.-D. G., The Climate Group. http://www.smart2020.org

couple ce modèle social et environnemental à un processus d'apprentissage d'utilisateurs confrontés à l'usage ou à la régulation des ressources naturelles http://cormas.cirad.fr/ ;

- les systèmes de « Réalité Virtuelle » peuvent mettre l'utilisateur à la place d'un usager (voire à la place d'une ressource naturelle) et guident son exploration : projet européen Alarm sur la biodiversité http://keralarm.c3ed.uvsq.fr/, projet européen Virtualis sur l'apprentissage des écosystèmes et des ressources naturelles http://www.virtualis-eu.com/ ;

- les SIG « Systèmes d'Information Géographiques » permettent de représenter et de traiter des données et des méta-données référencées dans un espace géographique. Les SIG permettent d'étudier et de contrôler l'environnement, d'anticiper les évolutions (optimisation des déplacements, urbanisme, emploi, épidémiologie, climatologie, géologie, désertification…). Avec le GPS et une analyse algorithmique de cartes satellites, on pu par exemple optimiser le déplacement d'un tracteur en agriculture et réduire de 30% les doses d'intrants (engrais, pesticides, etc.). Depuis mars 1993, IBM a lancé l'Environmental Research Program avec 14 universités et institutions de recherche : cartes par satellites, banques de données… pour explorer les causes de la désertification et les interactions avec l'agriculture. En Tunisie dans le Golfe de Gabès, ce sont les images SPOT et LANDSAT qui ont révélé la disparition du couvert végétal d'un des milieux halieutiques les plus riches du pays. Les avancées technologiques dans les bio-capteurs (matériaux biologiques réagissant à certains signaux) sont de plus en plus mobilisées pour contrôler la qualité de l'air et de l'eau ainsi que les changements climatiques, la couche d'ozone stratosphérique et les divers écosystèmes ;

- avec « l'Internet des objets » et le remplacement des codes barres par des étiquettes radiofréquence intelligentes, de nombreux produits seront progressivement connecté à l'Internet via l'ONS, *Object Naming Service*, une technologie dérivée des domaines DNS (Domain Name System) qui ne gèrent aujourd'hui que les adresses des seuls ordinateurs. Le *tracking* géographique (localiser un produit, un dossier ou une personne) et le *tracing* historique (reconstituer un historique, une origine, une activité, un contrôle…) seront alors envisageables en permanence sur Internet. Cette traçabilité permettra de contrôler les usages de produits chimiques, les déconstructions de centrales nucléaires, la sécurité alimentaire, la sécurité pharmaceutique… Pour le tri et la gestion des déchets DEEE on saura immédiatement, à travers la lecture des étiquettes électroniques, où stocker ces produits et où les recycler.

2.2 L'hypothèse sur l'innovation technologique, pour améliorer l'efficacité énergétique

Serons-nous sauvés par les TIC ? L'étude Smart 2020[25], souvent citée, soutient que les TIC polluent, certes, mais qu'elles représentent aussi le meilleur moyen pour tous les autres secteurs d'activité de réduire leurs émissions de CO2. L'OCDE soutient que l'innovation et la technologie (TIC, Internet..) jouent un rôle crucial dans une « nouvelle » croissance (OCDE 2000). Le Syntec ne publie plus son livre blanc mais ses livres « verts » [26].

La première hypothèse possible est l'optimisation de l'existant. Le remplacement des technologies traditionnelles par des TIC permet des réductions de la quantité de ressources physiques consommée (Faucheux et al, 2001) : en substituant des composants électroniques aux composants mécaniques, les produits deviennent plus légers, plus petits et moins polluants (musique, photographie digitale, ampoules fluorescentes, contrôle des chaudières par microprocesseurs …). La plus grande partie des émissions de CO2 dues à l'homme est

[25] http://www.smart2020.org/

[26] http://www.syntec-informatique.fr/

imputable à la production d'électricité et aux transports : les TIC offrent la possibilité d'accroître le rendement énergétique de l'infrastructure de transmission et de distribution de l'électricité dans les bâtiments, les usines et les réseaux de distribution des marchandises. Avec les technologies de fixation ou d'enfouissement de CO2, de photosynthèse artificielle, l'introduction d'espèces de plantes agricoles résistantes à la sécheresse et au sel… les TIC sont de plus en plus appliquées dans l'amélioration de l'efficacité énergétique traditionnelle.

La deuxième hypothèse possible est le changement des usages. Avec les systèmes d'organisation performants, les TIC ont un rôle à jouer dans le « *just in time* », le « *just for you* » et le « *just enough* » (banques en ligne, réduction du stockage, location des téléphones ou des textiles professionnels, intermodalité des moyens de transport complémentaires, terminaux de bord …).

Pourtant le rapport du GIEC-ICCP démontre clairement que l'innovation technologique ne pourra pas être, à elle seule, une réponse à l'horizon 2100 (http://www.ipcc.ch/). L'équation de Kaya[27] joue un rôle central dans le travail du GIEC, car elle permet de bien poser le problème.

Le niveau total d'émission de CO2 peut s'exprimer comme le produit de quatre facteurs : l'intensité d'émission de CO2 par unité d'énergie, l'intensité énergétique par unité de PIB, le PIB par habitant, la population P :

Total CO2 = CO2/TEP * TEP/PIB * PIB/P * P

Sachant que l'on ne peut pas filtrer l'atmosphère pour en enlever le gaz déjà émis, il faudra **diviser par deux** la production de CO2, pour simplement cesser d'enrichir l'atmosphère en gaz carbonique, et ceci avant 2050 pour éviter un réchauffement supérieur à 3°. Considérant qu'il est difficile de diviser la population par 2 (chute d'un météorite, guerre nucléaire, épidémie massive… ou bien plus probablement 9 milliards de personnes en 2050), on en déduit les contraintes qui pèsent sur les trois autres variables « libres », qui devraient donc alors être divisées par 3 : consommation énergétique mondiale, techniques de production d'énergie et PIB.

Diviser la production par habitant (PIB/P) par 3 ? Difficile à croire, alors que les économistes hurlent déjà quand la croissance s'approche de 0%, et que la Chine et l'Inde s'équipent en automobiles. Même avec une croissance « sélective » limitée à 2% par an du PIB par habitant, le reste des deux autres facteurs de la partie droite de l'équation (qui correspondent au contenu en CO2 de l'économie) doit donc maintenant être divisé par 9.

Les TIC peuvent-elles diviser par 9 le contenu en CO2 de l'économie? Le terme TEP/PIB représente tout ce que les TIC peuvent faire pour proposer des voitures propres, des maisons plus économes.. c'est l'efficacité énergétique (mais les progrès faits par exemple en 15 ans sur les moteurs de voiture ont été complètement annulés par le fait que les gens ont acheté des voitures plus confortables, climatisées et plus puissantes). Quand au terme CO2/TEP il représente tout ce que les TIC peuvent faire pour baisser « l'intensité en carbone » de l'énergie, mais elle devrait alors perdre 75% du carbone d'ici 2050, en multipliant par 7 l'approvisionnement en provenance des énergies renouvelables (bois,

[27] http://www.manicore.com/documentation/serre/kaya.html la rumeur attribue cette présentation (qui n'est pas à proprement parler une équation, au professeur japonais Kaya, chercheur connu pour les questions de politique énergétique.

hydroélectricité, éolien, solaire) ou en provenance du nucléaire (soit de 6 à 10 fois le parc actuel de 450 réacteurs…!).

On comprend que l'innovation technologique ne pourra pas être, à elle seule, la réponse[28]. Le rapport « TIC et Développement durable » le reconnaît (Breuil 2008) : si, globalement, les TIC ont un apport positif pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre (équivalents CO2), il est extrêmement difficile de quantifier avec précision cet apport. Les TIC pourraient permettre d'économiser de 1 à 4 fois leurs propres émissions, et les secteurs du transport et du bâtiment réduiront « probablement » leurs émissions grâce aux TIC.

La démonstration est claire : les TIC ne sauveront pas la planète **à elles seules**, elles devront s'accompagner de profondes mutations des modes de vie et il faudra agir sur tous les facteurs. La décroissance du PIB sera donc très difficile à éviter, non par idéologie mais parce que le monde est fini. Même si nous la refusons, pouvons nous l'éviter? Il serait alors sans doute urgent d'oublier le PIB pour garder espoir.[29] : on reparle aujourd'hui beaucoup de l'IDH, l'indicateur de développement humain calculé par les Nations unies depuis 1990, ou du BNB l'indicateur bonheur national brut, proposé par l'exotique Bouthan depuis 1972…

2.3. L'hypothèse sur le rôle du réseau Internet, pour la mobilisation des citoyens.

Au-delà de la numérisation et du calcul, au delà des innovations possibles pour augmenter l'efficacité énergétique, la connexion généralisée par le réseau Internet est le troisième aspect des T.I.C. qui peut avoir un rôle positif, sur la mobilisation des citoyens et le contrôle vigilant par certaines ONG. Les T.I.C. ne sont pas seulement des infrastructures de communication véhiculant des contenus, mais aussi des espaces de relations où s'impliquent des acteurs.

Internet est ainsi un réseau de vigilance accessible à tous les citoyens, une source d'information pour les média, un réseau surveillance des sites à risque, un réseau de dénonciation des institutions qui dérogent à leurs responsabilités environnementales, un outil de diffusion pour la formation des citoyens, des entreprises et des administrations… Sur le site de Greenpeace, on trouve par exemple des pétitions et de nombreuses contributions : « Stoppons le commerce du bois illégal en Europe », « Pour une informatique plus verte », « Lancez votre défi à l'industrie », etc. Pour les ONG altermondialistes comme pour les ONG de défense de l'environnement, Internet est devenu un outil de mobilisation (mais aussi des médias comme les terminaux mobiles, les radios spécialisées…), depuis les portails citoyens de proximité jusqu'aux grands rendez-vous mondiaux de type Porto Alegre. La convention

[28] L'AIE, Agence internationale de l'énergie, a quand même développé des scénarios de « révolution technologique », pour réduire de 1 à 4 les émissions de CO2 à l'horizon 2050: l'efficacité énergétique devrait alors représenter 36% des gains, les énergies renouvelables 21%, la captation de carbone 19%… http://www.iea.org/techno/etp/ETP_2008_Exec_Sum_French.pdf

[29] Patrick Viveret (2002) « Reconsidérer la richesse », rapport pour le Secrétariat d'Etat à l'économie solidaire http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/024000191/0000.pdf

Isabelle Cassiers et Géraldine Thiry (2009) « Au-delà du PIB », Regards économiques n°75, dec 2099 http://sites.uclouvain.be/econ/Regards/Archives/RE075.pdf

J. Stiglitz, A. Sen, JP Fitoussi (2009) Rapport de la Commission sur la mesure de la performance économique et du progrès social www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_francais.pdf

d'Aahrus, signée en 1998 par 39 États, porte sur l'accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement. Ses directives stipulent que toute collectivité (dont les Etats) doit donner l'information qu'elle détient en matière d'environnement à toute personne qui en fait la demande : au delà de la prise de conscience collective, les T.I.C. au service de l'action stratégique ….. ?

Avec l'Internet de deuxième génération (Web 2.0) il ne s'agit plus seulement d'îlots d'informations isolées, mais d'une plate-forme d'échanges entre les utilisateurs grâce à des services collaboratifs : blogs, wikis, réseaux sociaux numériques… En l'absence d'un véritable modèle alternatif et en marge du monde politique de la démocratie représentative, un mouvement d'expérimentation sociale se met en place. Il ne s'agit pas ici de « communautés de pratiques » fondées sur l'intérêt commun, mais de l'Internet citoyen, militant, qui permet de « faire face collectivement » sur le principe associatif[30], en allant au-delà du contrat et en s'associant de manière souple sur des projets communs, et en remettant en cause les deux convictions qui conduisent aujourd'hui à une impasse : la conviction qu'on trouvera toujours un prix et un marché à quelque bien que ce soit (la marchandisation sans limite : des biens collectifs aux brevets sur le vivant…) et la conviction que tout ce qui est techniquement possible doit de toute façon être développé (la technoscience sans limite : des OGM aux nanotechnologies…).

Conclusion de cette deuxième analyse : les T.I.C. ne pourront pas être, à elles seules une réponse aux défis écologiques. Mais l'informatique favorise les simulations et la connaissance de l'environnement, l'innovation technologique peut améliorer l'efficacité énergétique, et Internet peut permettre une mobilisation des acteurs.

3. LA RESPONSABILITE SOCIALE DES T.I.C. : LE JEU DU « RESPONSABLE, MAIS PAS COUPABLE »

Hans Jonas, dans « Le Principe responsabilité » (1979, traduction française 1990) propose : « Agis de façon que les effets de ton action soient compatibles avec la permanence d'une vie authentiquement humaine sur terre ». D'après Jonas, le nouveau pouvoir conféré à l'homme par la technoscience constitue un problème auquel doit répondre une nouvelle forme de responsabilité, individuelle et collective, que tout homme est tenu d'exercer, interdisant d'entreprendre toute action pouvant mettre en danger soit l'existence des générations futures, soit la qualité de l'existence future sur terre. Depuis 1979 ce principe de responsabilité a été largement décliné, aussi bien au niveau académique (dans Google Scholar le terme RSE renvoie à 3.780 publications, et le terme CSR en donne 203.000) qu'au niveau du débat politique (avec les débats sur le principe de précaution, sur le principe de prévention, sur le principe polluer-payeur…).

Mais responsable n'est pas coupable, on se souvient de cette expression désormais célèbre depuis le scandale de l'affaire du sang contaminé. Et on peut considérer que l'institutionnalisation de la « responsabilité sociale » (mise en avant par exemple aujourd'hui dans le projet de norme IS0 26000 ou dans la conférence de Copenhague 2009…) donne lieu à un véritable « jeu » entre trois niveaux de responsabilité : celle des entreprises, celle des gouvernants et celle des utilisateurs [31]. Dans ce jeu du « responsable mais pas coupable »

[30] « Développement durable 2.0, l'Internet peut-il sauver la planète ? » Gilles Berhault, Editions de l'Aube (2009)

[31] Il pourrait sembler trop simpliste de se limiter à trois niveaux : Quelles entreprises ? (multinationales, industrielles, PME…). Quels gouvernants ? (Etats, organisations intergouvernementales, collectivités …) Quels

peuvent alors se représenter les relations entre la RSE (la responsabilité sociale des entreprises), la RSP (la responsabilité sociale politique) et la RSI (la responsabilité sociale individuelle) comme une sorte de jeu du mistigri, où il s'agirait de se débarrasser de la carte « coupable » (Figure 1). La responsabilité sociale se joue alors dans trois espaces de problèmes : entre gouvernants et individus celui de la démocratie (Flipo 2005), entre entreprises et gouvernants celui de la régulation (Bodet et al.2007), entre entreprises et individus celui de la justification (Dhaouadi et al. 2007).

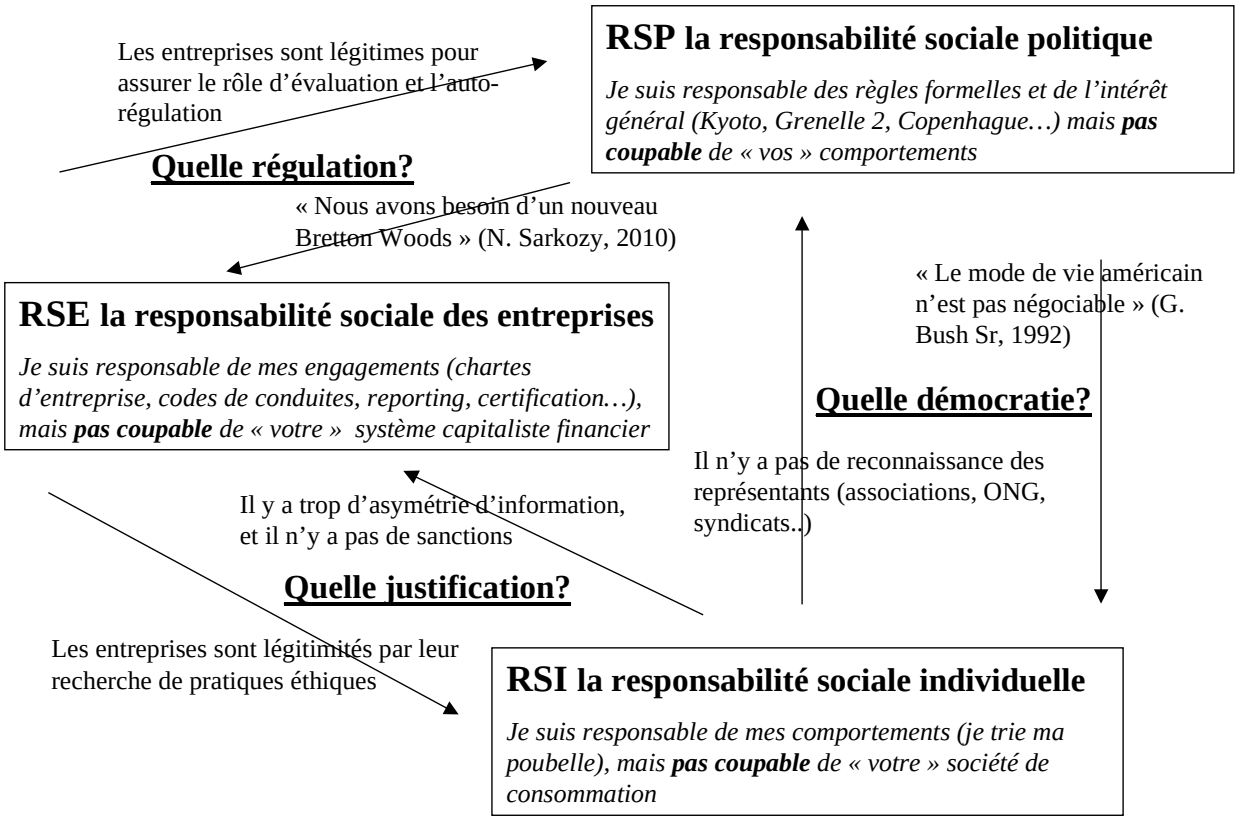

Figure 1. Responsabilité sociale : le jeu du « responsable mais pas coupable »

3.2. La RSE, Responsabilité Sociale des Entreprises

La notion de Responsabilité Sociale de l'Entreprise (RSE) est très fortement liée à la notion de développement durable (DD). Capron et Quareil-Lanoizelée (2004) débutent leur ouvrage sur la RSE en rappelant que le concept d'entreprise responsable provient des Nations Unies, soulignant que « les entreprises ont un rôle à jouer dans l'obtention d'un développement durable et qu'elles peuvent gérer leurs opérations de manière à stimuler la croissance économique et renforcer la compétitivité tout en garantissant la protection de l'environnement et en promouvant la responsabilité sociale ». On entre de plein pied dans l'idéologie commune à la RSE et au DD : il est possible et souhaitable d'assurer la durabilité d'un système économique basé sur la croissance, tout en assurant la durabilité

utilisateurs ? (Individus, ONG, associations…). Mais la question n'est pas ici celle de bien cerner les différents « acteurs », elle est celle de bien caractériser les trois « niveaux » de responsabilité.

environnementale et sociale[32] : polluer un peu moins, pour polluer plus longtemps ? Un peu de croissance pollue, beaucoup de croissance dépollue ?

Aujourd'hui toutes les entreprises du secteur TIC disent s'intéresser aux questions écologiques, et pour éviter l'accusation de *greenwashing* on voit fleurir chaque année de « nouveaux » concepts : Green IT 1.0, Green IT 1.5, Green IT 2.0, TIC vertes, informatique responsable, eco-responsables, eco-conception[33]… Les entreprises adoptent des chartes de bonne conduite et définissent leurs normes internationales en matière de RSE (Global e-Sustainability Initiative (GeSI) lancée en 2001 avec l'appui de l'UIT, Global Reporting Initiative, Global Compact, Computer Professionals for Social Responsibility …). L'association Green Grid qui regroupe par exemple 180 grandes entreprises du secteur (AMD, Cisco, Google, HP, Intel, Yahoo, Ebay, Microsoft, Sun, Vmware…) a définit un programme Data Center 2.0 pour optimiser le rendement énergétique des centres de données. Cisco, autre exemple, promet de réduire de 25 % son empreinte CO2 d'ici 2012. De nouveaux indicateurs sont déjà proposés par les principaux éditeurs des ERP : solutions SAP pour la gestion de la gouvernance, des risques et de la conformité (GRC), solutions SAS Sustainability Management …

Pourtant on peut noter que ce nouvel engouement des managers ne semble pas se révéler dans la façon dont les entreprises achètent leurs équipements informatiques. Une étude réalisée auprès de 124 sociétés aux Etats-Unis et en Europe[34], montre ainsi que « bien que 85% des entreprises affirment que les facteurs environnementaux sont importants dans la planification des opérations informatiques, seules un quart d'entre elles déclarent avoir inclus des critères écologiques dans ses processus d'achat ». Pourtant encore, et contrairement au principe affiché d'un équilibre entre les trois dimensions économique, environnementale et humaine (le « Triple Bottom Line » de la RSE, Pensel 2008), le domaine des TIC ne saurait être considéré comme un exemple en matière de responsabilité humaine : pratique du *offshoring* vers des pays proches ou lointains, pratique du *body shopping* avec l'envoi d'ingénieurs indiens sur les sites des clients aux USA … Pourtant enfin, et bien que la loi NRE demande aux entreprises de répondre de leur conduite et de mener une réflexion quant aux conséquences sociales, économiques et environnementales de leurs actions, un rapport publié par l'ONG *Christian Aid* [35]est très critique sur les pratiques de communication sur la RSE, énonçant le risque que la RSE finisse par ne plus être qu'une branche des Directions de la Communication et des Relations publiques. Et l'étude de Vitari et al. (2008) a montré qu'en ce qui concerne les grandes entreprises, et malgré la disponibilité des T.I.C. de nouvelle génération, la communication RSE reste encore une vitrine peu propice aux débats et à l'interactivité.

Au-delà d'un simple bilan sur un comportement plus ou moins éthique des entreprises, la RSE s'est aujourd'hui constituée en véritable concept dans les sciences de gestion (ADERSE[36], RIODD[37]). Trois options sont alors repérables :

---

[32] Voir par exemple pour les TIC le rapport du Cigref (2009) sur « Les systèmes d'information éco-responsables » : des outils d'auto évaluation pour les entreprises et un guide des bonnes pratiques.

[33] Compte-rendu de la conférence G9+ « Green IT 1.0, 1.5 et 2.0 ou comment les NTIC peuvent-elles aider à baisser l'empreinte écologique : le nouveau business du green IT » http://www.g9plus.org/

[34] Enquête Forrester : http://www.itrmanager.com/articles/64840/64840.html

[35] http://www.christian-aid.org.uk/indepth/0401csr/index.htm

[36] Association pour le Développement de l'Enseignement et de la Recherche sur la Responsabilité Sociale de l'Entreprise, www.aderse.org

[37] Réseau International de Recherche sur les Organisations et le Développement Durable, www.riodd.org

- une vision managériale contractualiste centrée sur l'entreprise elle-même et l'approche par les parties prenantes (voir par exemple Déjean et al. 2004, et pour une critique Cazal 2009) ;

- une vision sociologique constructiviste centrée sur les relations entreprises/individus et l'approche par les conventions ou les discours de justification (voir par exemple Persais 2007) ;

- enfin une vision économique critique centrée sur les relations entreprises/état et basée sur la théorie de la régulation (voir par exemple Bodet et al. 2007).

Au-delà du *greenwashing*, le débat sur la RSE offre donc de nouvelles pistes de recherche aux chercheurs en Systèmes d'Information, pour comprendre et dépasser le jeu du « responsable mais pas coupable ». Les problématiques concrètes sont nombreuses sur les relations RSE-RSP et RSE-RSI : Quels pourraient être les outils de mesure d'une informatique responsable ? Quelle limite pour l'obsolescence des produits ? En quoi le principe pollueur-payeur peut-il modifier la conception des produits ? Quelle est la responsabilité de l'offre par rapport à celle de la demande ? Quelle protection des droits d'auteurs ? Quelle traçabilité, pour les produits comme pour les personnes ? Quelle protection pour les données personnelles ? etc..

On voit que toutes ces problématiques devront s'appuyer sur un effort de diversification théorique. Après la période du développement des S.I., la problématique principale de la recherche en systèmes d'information est devenue celle du contrôle et notamment de l'évaluation, très liée à l'évolution technologique : comment les S.I. peuvent-ils contribuer à améliorer la performance de l'organisation? Le paradigme positiviste ou fonctionnaliste est donc encore largement dominant, or il s'agit aujourd'hui de prendre en considération les demandes sociales, environnementales et politiques. D'autres bases théoriques seront donc à utiliser : approche contractualiste par les parties prenantes, approche constructiviste par la théorie des conventions, approche économique par la théorie de la régulation, approche foucaldienne du savoir-pouvoir et de la discipline (Dhaoudi et al. 2007)…

3.3. La RSP, Responsabilité Sociale Politique

Pour Habermas (2000), un nouveau régime de gouvernance globale apparaît aujourd'hui dans le passage d'un régime de légitimation forte à un régime de légitimation faible. Dans le premier cas (légitimation forte) les différents partenaires d'un Etat-nation traditionnel pouvaient compter sur leur expérience antérieure des motivations et des préférences des autres partenaires pour interpréter celles-ci et fonder leur confiance : police, justice, santé, enseignement…. Dans le deuxième cas (légitimation faible) cette référence au monde vécu commun est impossible. Il est alors indispensable de créer la confiance sur une autre base, en extrapolant les « nouveaux mondes communs » (écologie, aménagement du territoire, Internet…) à partir des expériences acquises dans de nouveaux régimes de négociation : chacun doit avoir accès aux informations, doit être associé au processus d'élaboration des projets, et chaque décision doit pouvoir être réversible.

La tentation de constituer une légitimation forte des Etats dans le domaine des TIC est manifeste dans le discours sur la « société de l'information ». Le concept de société de l'information a été préparé depuis la fin de la deuxième guerre mondiale par tout un travail de fond de militaires, de scientifiques, d'industriels et d'intellectuels (Mattelart 2003), et il a acquis aujourd'hui un caractère d'évidence dans les organisations internationales, sans véritable débat. Le démantèlement d'ATT en 1984 par l'administration Reagan a donné le coup d'envoi aux réseaux transfrontières et à la déréglementation des services publics. En

1998, l'accord de l'OMC a consacré l'ouverture des marchés des télécoms. En 1994, le projet d'autoroutes globales de l'information est lancé par l'administration Clinton, en 2000 le sommet du G8 à Okinawa a lancé finalement une charte de la « société globale de l'information » (même si le tiers de l'humanité ne dispose toujours pas d'électricité…). C'est alors « tout naturellement » que l'ONU a confié le pilotage du SMSI, le Sommet Mondial de la Société de l'Information à Genève en 2003 puis à Tunis en 2005, à l'UIT, agence de l'ONU représentante de la vision technique des Télécommunications (autour des maîtres mots : Autoroutes de l'information, Nouvelle économie, Globalisation, Logique de l'accès, Marchandisation, Déréglementation…) et non pas à l'UNESCO, autre agence de l'ONU compétente pour « l'information et pour la communication » (mais plus politique, plus sensible au respect des droits humains, aux impératifs de culture et de coopération, moins axée sur les intérêts des opérateurs privés et le libre exercice des règles du marché… et qui préfère parler *des* Sociétés du savoir, plutôt que de *la* Société de l'information).

La tentation de constituer une légitimation forte de l'Etat dans le domaine de l'écologie est aussi manifeste dans les discours sur le « développement durable » (Rodhain et al. 2005). De Rivero (2003) explique comment le développement, relayé par le pouvoir médiatique, le pouvoir scientiste, et par la domination idéologique de l'Occident, s'est imposé progressivement comme l'objectif à atteindre pour tous les peuples de la planète. Derrière la poursuite du développement se profile la marchandisation des activités sociales, le salariat, et le modèle occidental. En un mot, comme le dit Serge Latouche (1989), le développement c'est l'occidentalisation du monde. Rahnema (2003) soutient ainsi que, dans les pays du Sud, c'est aujourd'hui la misère qui chasse la pauvreté. Avec le développement, la diffusion de besoins socialement fabriqués s'accélère. Le poids des médias, du tourisme de masse, et la pression exercée par le modèle occidental, imposent une véritable domination symbolique et donc une volonté incontrôlée d'accession à la consommation[38]. Certains pourront certes y accéder, mais d'autres en seront exclus et ceux-là connaîtront alors non plus la pauvreté mais la misère. Misère matérielle d'abord, mais aussi misère sociale, puisque les autres s'écarteront d'eux pour rentrer dans des logiques de consommation et d'accumulation : croissance des inégalités, frustrations…. Selon Klaus Toepfer, directeur exécutif du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), la situation est telle que nous la connaissons à cause de la priorité donnée au marché par les dirigeants de la planète (Dumont 1988). Il appelle, ainsi que les 1.100 scientifiques ayant publié un rapport de l'ONU (2003), à ce que les marchés deviennent secondaires à l'homme et à la nature. Devant cette crise écologique, économique et sociale, le concept de Développement Durable a été récupéré par toutes les institutions politiques. Le développement tel qu'il est pratiqué étant par essence non durable, lui accoler le mot « durable » devient une imposture qui hérisse nombre d'écologistes, d'activistes, d'intellectuels et mêmes d'anciens hauts fonctionnaires d'institutions internationales telles que la Banque Mondiale ou même le FMI. Le qualificatif durable attaché au mot développement n'est-il pas une façon de ne pas s'interroger sur l'urgence ? Ce nouveau concept apparaît finalement comme une aubaine, dans la mesure où il permet de faire l'économie des interrogations, et de ce qui précisément devrait être mis en débat : le développement lui-même. Le DD apparaît comme une stratégie pour que tout continue comme avant. Selon Serge Latouche (2004), quand on parle de développement durable « *on a affaire à une monstruosité verbale du fait de l'antinomie mystificatrice de l'expression* » (p.51).

[38] Claude Llena « Tozeur, ravagée par le tourisme »
http://www.monde-diplomatique.fr/2004/07/LLENA/11308

Pourtant, à l'opposé de ces tentatives de légitimation forte du politique à travers les discours sur la société de l'information et le développement durable[39], des signes apparaissent montrant qu'un régime de légitimation faible, basé sur les expériences acquises dans de nouveaux régimes de négociation, pourrait redéfinir les rapports de responsabilité entre les niveaux politique, individuel et entreprise : commandes publiques se référant à des normes vertes, participation dans les instances internationales de normalisation ou de régulation (comme le forum sur la gouvernance d'Internet FGI[40]), promotion d'une maquette numérique normalisée des bâtiments et des quartiers pour un urbanisme négocié (Petit et al. 2009), débat publics sur les outils de mesure des empreintes (écologique, carbone, eau… [41]), fixation d'exigences en matière d'éco-conception des produits consommateurs d'énergie[42], réflexions intergouvernementales sur les emplois verts [43], remise en cause du PIB comme outil de mesure de performance économique (IDH, BNB, BIP 40…), etc. Le long processus de négociation sur la norme ISO-26000 est un exemple actuel de ces régimes de négociation où se redéfinissent le rapport de démocratie et le rapport de régulation. Projet né en 2001 à l'initiative des organisations de consommateurs, la norme ISO-26000 devrait être publiée en 2010, ce sera la première norme internationale non technique sur la responsabilité sociétale des organisations. Le processus de normalisation (Groupe consultatif stratégique, conférence de Stockholm en 2004, six groupes de travail, jumelage Nord-Sud à tous les niveaux, association avec l'OIT et l'ONU..) repose sur le principe d'un consensus entre les six parties prenantes (consommateurs, industries, gouvernements de 90 pays, organisations syndicales, ONG et SSRO Service, études, recherches et autres). Contrairement aux plus de 15.000 normes et standards produites par l'ISO, ISO-26000 ne sera pas « certifiable », on ne parle ici que de lignes directrices et d'un ensemble de recommandations. Les différentes méthodologies d'évaluation et de reconnaissance qui ne manqueront pas de naître risquent de faire perdre une cohérence souhaitable, mais on peut y voir une nouvelle forme de RSP : Les gouvernements s'en saisiront-ils pour inspirer pour leur législation ? Les entreprises mettant en œuvre les lignes directrices les verront-elles comme un avantage concurrentiel ? Les groupes de la société civile s'en serviront-ils pour formuler leurs revendications ?

Le principe de légitimation faible des Etats-nations est une justification théorique de la valorisation systématique des expériences sociales, de la négociation continue sur ces expériences et d'une réversibilité de toutes les décisions prises. Pour les chercheurs en Systèmes d'Information, les problématiques concrètes sont alors nombreuses dans les relations RSP-RSE et RSP-RSI : Le développement des T.I.C. est-il une nouvelle forme de colonisation du monde ? Quelle régulation d'Internet, partagée par les différents acteurs ? Peut-on breveter le savoir ? Quelle protection des droits d'auteurs ? Quelles relations entre marché et normalisation ? Un capitalisme écocompatible est-il théoriquement concevable et pratiquement possible? .Quelle place pour les communautés du logiciel libre ? Comment comptabiliser les « déséconomies externes » (dommages engendrés par l'activité d'un agent qui en rejette le coût sur la collectivité) ? Quelle place pour l'exception culturelle par rapport

[39] Malgré le « Forum multi parties prenantes » ouvert en 2002, la commission européenne a adopté en mars 2006 une communication considérant que la RSE relève exclusivement de pratiques volontaires des entreprises, rejetant le principe d'une intervention réglementaire et déniant la compétence des parties prenantes (Michel Capron, Le Monde économie, 19 mars 2006)

[40] voir par exemple http://www.voxinternet.org/ http://isoc.fr/

[41] http://www.footprintnetwork.org/

[42] Directive 2005/32/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 juillet 2005

[43] « Emplois verts : Pour un travail décent dans un monde durable, à faibles émissions de carbone » PNUE 2008 www.unep.org

à la déréglementation ? Les initiatives locales démocratiques sont-elles plus réalistes qu'une démocratie mondiale ? …

Ces problématiques de la RSP, et les relations RSP-RSE, devront s'appuyer sur un effort de diversification théorique : approche critique de la notion de développement (Latouche 2005), approche critique de la modernité (Giddens 1991), approche par une théorie du don et de l'échange qualitatif (la gratuité de Sagot-Duvauroux, 1995, les biens relationnels de Mauro Bonaïuti, 2003), approche de l'économie non-rivale (Gensollen 2004)…

3.1. La RSI, Responsabilité Sociale Individuelle

Le déterminisme technologique n'a jamais existé. La technologie n'est pas « intrinsèquement » écologique ou non écologique. On ne peut pas attribuer de valeur positive ou négative à l'objet ; tout dépend de l'utilisation qui en est faite. Les T.I.C. n'ont pas, pour l'instant, contribué à construire un monde plus respectueux de l'environnement, mais la recherche doit se centrer sur l'acteur, sur l'usage (qui est toujours une sorte de détournement) et non pas seulement sur l'objet. Non seulement les analyses techniques de cycles de vie (AVC) posent des problèmes de périmètre permettant de décompter les différents impacts et de pondération entre ces différents impacts, mais ces débats techniques ont aussi pour effet de masquer toute responsabilité individuelle. Résultat : les appareils présentés comme « verts » ne suscitent guère d'engouement massif[44]. Quelles que soient les progrès permis par l´innovation technologique, ce sont les comportements et les usages responsables des T.I.C. qui auront un impact important sur l´environnement.

L'absence de déterminisme technologique s'explique notamment avec l'effet rebond, ou effet boomerang, qui montre que les performances accrues par les progrès techniques aboutissent souvent à une augmentation de la consommation, et rarement à sa baisse, contrairement à ce qu'on prévoit généralement. Ainsi un progrès technique permettant de réduire la consommation d'essence d'un véhicule s'accompagne souvent, dans un deuxième temps, d'une augmentation de consommation, la rationalité « calculatrice » du consommateur le poussant à conduire plus. L'effet rebond ne doit son existence qu'au comportement des utilisateurs, qui déterminent leur consommation en fonction des possibilités offertes et non pas en fonction de leurs besoins réels, dans une société qui valorise ce mode de fonctionnement. Tant que ce modèle sera dominant, il est difficile d'envisager que les progrès techniques s'accompagnent d'une baisse de la consommation pour résoudre les problèmes écologiques.

En prenant l'exemple de la gestion des déchets informatiques, une gestion plus efficiente de ces déchets risque donc de produire un effet rebond : celui d'accroître la consommation tout en se donnant bonne conscience. Pourquoi limiter sa consommation, puisqu'une fois consommé l'ordinateur jeté sera bien recyclé ? La course effrénée aux capacités toujours changeantes des T.I.C. se traduit par une empreinte écologique forte. Que faire pour diminuer cette empreinte écologique ? Suivre la voie du développement « durable », en cherchant l'efficience, comme le décrivent Saar et Thomas (2003) pour la gestion des déchets ? Ou bien suivre la voie de la « décroissance », en changeant sa consommation sinon sa manière de vivre, comme le propose par exemple M. Elgan[45] dans son plaidoyer pour la revalorisation (par la mise à niveau et le marché de l'occasion), prenant ainsi à contre-pied les discours sur le recyclage des T.I.C. ? Pour Elgan, recycler pollue,

[44] Héraud B., *Les marques se mettent au vert*, Marketing magazine, n°110, 1er février 2007.

[45] http://www.lemondeinformatique.fr/dossiers/imprimer-pourquoi-l-it-viendra-a-l-ecologie-31-page-3.html

n'arrête pas la production, demande beaucoup de vertu, n'améliore pas les produits, et incite au stockage paresseux.

En prenant l'exemple de la consommation d'énergie, c'est toujours le comportement des utilisateurs qu'il faut mettre en avant. On aura beau tenter d'améliorer les technologies, on ne changera rien si l'on ne change pas les comportements des utilisateurs, liés par exemple au transport. Un calcul est donné par Gard et Keolian (2003), dans leur analyse des différences de consommation d'énergie entre une bibliothèque traditionnelle et une bibliothèque en ligne. Un article scientifique est en moyenne exploité 900 fois par des lecteurs : même s'il fait des photocopies, un lecteur voulant minimiser son empreinte écologique devrait choisir le système traditionnel, sauf dans le cas où il doit effectuer un déplacement consommateur d'énergie pour aller à la bibliothèque.

Comme le souligne Albert Jacquard (1991), on ne peut continuer à consommer de manière infinie dans un monde fini. Cette idée d'une décroissance de la production et de la consommation est ancienne. Les mouvements alternatifs des années 1960 en Europe aux Etats-Unis ont été les premiers à critiquer les dysfonctionnements de la société de consommation. Par la suite, les travaux de Nicholas Georgescu-Roegen (1970), apparus dans le contexte du Club de Rome en 1972 et du premier choc pétrolier (1973-1974), ont relancé cette idée. Statisticien et économiste, Georgescu-Roegen met en avant le concept de « bio-économie » qui privilégie les équilibres écologiques et sociaux, forgeant une nouvelle conception des rapports entre les être vivants et la biosphère. Cette vision s'oppose aux thèses présentant le monde d'un point de vue exclusivement technique, et définissant la nature comme un stock inépuisable de ressources, susceptible d'absorber tous les déchets et de s'adapter à toutes les dégradations anthropiques.

Au-delà du déterminisme technologique, de nouvelles pistes de recherche s'ouvrent donc aux chercheurs en Systèmes d'Information, pour approfondir le principe de responsabilité individuelle dans les T.I.C. : Quelles sont les représentations des individus vis-à-vis des technologies numériques « vertes » ? Comment la notion de modernité peut-elle échapper au « tout numérique » ? Doit-on parler d'utilisation ou d'appropriation ? Peut-il y avoir une définition collective de l'usage et du mésusage ? Quelle est la responsabilité de la demande par rapport à celle de l'offre ? Doit-on parler de besoin en information ou de construction des besoins ? Avons-nous perdu la capacité à nous donner des limites ? Comment le développement personnel peut-il inciter à faire la part de l'essentiel et du superflu ? Pensons-nous vraiment résoudre les problèmes d'éducation par la généralisation de l'informatique et ceux de la communication par les terminaux mobiles ? Quelle est la responsabilité des usagers dans la « Netiquette », l'éthique sur le Net ? Doit-on parler de recyclage ou bien de revalorisation ? Quelle est la part de responsabilité des utilisateurs dans la défense de la diversité culturelle ? Quelle part de responsabilité pour les associations et des ONG ?

Et dans ces problématiques de la RSI, comme dans les relations RSI-RSE ou RSI-RSP, de nouvelles bases théoriques seront là encore à utiliser : approche de la décroissance (Georgescu-Roegen 1970), approche constructiviste par la théorie des conventions (Persais 2007), approche foucaldienne du savoir-pouvoir et de la discipline (Dhaoudi et al. 2007), approche de la convivialité (Illich 1973)…

CONCLUSION

Cet article avait pour but de présenter de nouveaux axes de recherche dans le champ des Systèmes d'Information et de l'Ecologie, en sachant que la littérature existante dans le

champ des S.I. est encore peu développée. Notre première partie a néanmoins montré le rôle plutôt négatif des T.I.C. sur l'environnement, en réfutant cinq mauvaises hypothèses sur le Zéro papier, le Zéro déplacement, l'efficacité du commerce électronique, la consommation réduite d'électricité et le Zéro déchet. La deuxième partie a discuté les trois hypothèses qui sont récemment mises en avant sur le rôle positif des T.I.C. : la préservation de l'environnement, l'efficacité énergétique et la mobilisation des citoyens.

Nous avons alors proposé, dans une troisième partie, un cadre d'analyse et trois pistes de travail pour approfondir la notion de Responsabilité, en représentant les relations entre la RSE (la responsabilité sociale des entreprises), la RSP (la responsabilité sociale politique) et la RSI (la responsabilité sociale individuelle).

Il nous semble pour conclure que la responsabilité individuelle est fondamentale, et le titre de cette communication aurait pu être « De la RSE à la RSI ». Les prises de conscience au niveau politique n'auraient aucun impact s'il n'existe pas de prise de conscience au niveau individuel. Si toutes les entrées (individuelle et collective) doivent être favorisées pour tenter d'inverser le cours actuel d'une économie irresponsable, il n'en reste pas moins que l'entrée individuelle est primordiale, indispensable pour un véritable changement. Aucun changement n'aurait de sens sans véritable prise de conscience individuelle : en fait de changement, on ne ferait alors qu'appliquer des pansements.

On peut alors envisager les questions de recherche sur la responsabilité individuelle, en rappelant les deux types de changement identifiés par Watzlawick et al. (1975). Ces chercheurs de la célèbre école de Palo Alto différencient les faux et les vrais changements. Dans un changement 1 ça bouge, mais ça ne change pas (comme les heures sur le cadran d'une montre : on peut effectuer une multitude de changements, et demeurer à l'intérieur du même cadre) : Quelles sont les quantités d'énergie utilisées par les T.I.C. ? Comment réduire l'énergie utilisée par les T.I.C. ? Comment utiliser les codes barres pour gérer plus efficacement les déchets ? Comment utiliser du papier recyclé pour l'impression ? Ces changements 1 sont inefficaces, parce qu'ils visent à conserver identique la structure du système en dysfonctionnement. Le changement 2, quant à lui, permet de sortir de la logique du système : Comment favoriser un changement d'attitude des utilisateurs ? Comment réfléchir à la consommation et à son impact sur l'environnement ? De quel système économique l'environnement peut-il s'accommoder ? Le développement des T.I.C. n'est-il pas une nouvelle forme de colonisation du monde ?

Enfin, pour répondre aux questions de recherche présentées ici, il serait vain de rechercher les réponses dans une discipline scientifique donnée, et vain également de demeurer strictement dans les frontières de l'académisme. Sur un tel problème de société, il est important de se mobiliser avec les acteurs de terrain et de vulgariser les questionnements et les résultats des recherches, pour stopper le « camion fou de la modernité » selon l'expression d'A. Giddens (1991).

REFERENCES

Berthoud F, Pons J-L, Drezet E. & Louvet V. (2007), « Comment se diriger vers une informatique durable ? » *Actes du JRES*, Strasbourg 20 au 23 novembre 2007

Bodet C. et Lamarche T., (2007), « La Responsabilité sociale des entreprises comme innovation institutionnelle. Une lecture régulationniste », *Revue de la régulation*, n°1, 2007, Varia, http://regulation.revues.org/document1283.html.

Bonaïuti M. (2003), « A la conquête des biens relationnels », in *Objectif décroissance*, éd. Parangon, 2003.

Breuil H, Burette D., Flüry-Hérard B, Cueugniet J, Vignolles D. (2008) Rapport « TIC et Développement durable », Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, Ministère de l'Economie, de l'Industrie et de l'Emploi. Décembre 2008, 96 p.

Button K. et Maggi R. (1974), « Videoconferencing and its implications for transport : An Anglo-Swiss perspective », *Transport Reviews*, vol.15, n°1, pp.59-75.

Capron M. et Quairel-Lanoizelée F. (2004), *Mythes et réalités de l'entreprise responsable*, La découverte, 251 p.

Cazal D. (2009) « RSE et théorie des parties prenantes :les impasses sociopolitiques et scientifiques du contractualisme » Papier de recherche du LEM, UMR CNRS 8179 http://clerse2.univ-lille1.fr/spip/IMG/pdf/axe_1_cazal.pdf

CEC (Commission of the European Communities) (2000), *Proposal for a directive of the European Parliament and of the Council on waste electrical and electronic equipment*, Brussels, COM (2000) 347 final, 2000/0158(COD), Brussels.

Cohen N. (2001), « The environmental impacts of e-commerce », *Sustainability in the Information Society, 15th International Symposium on Informatics for Environmental Protection*, edited by L.M. Hilty and P.W. Gilgen, Marburg, Metropolis Verlag.

Day L.H. (1973), « An assessment of travel/communications substitutability », *Futures*, vol.5, n°6, pp.559-572.

Déjean F., Gond J.P. (2004) « La responsabilité sociétale des entreprises : enjeux stratégiques et méthodologies de recherche », *Finance Contrôle Stratégie – Volume 7, N° 1, mars 2004, p. 5 – 31.*

De Ravignan F. (2003), *La faim pourquoi ?*, Ed. La découverte. 122 pages.

De Rivero O. (2003), *Le mythe du développement*, Ed. Enjeux Planète.

DeSanctis G. et Poole M.S. (1994) « Capturing the complexity in advanced technology use: Adaptive structuration theory », *Organization Science*, 5(2), 121-147.

Dhaouadi, I., El Akremi, A., Igalens, J. (2007), "La responsabilité sociale de l'entreprise sous l' éclairage des Critical Management Studies : Vers un nouveau cadre d' analyse de la relation entreprise–société", 18ème Congrès de l'AGRH, 19-20 septembre, Fribourg (Suisse).

Dumont R. (1988), *Un monde intolérable. Le libéralisme en question*, Ed. Seuil. 282 pages.

Erkman S. (1998), *Vers une écologie industrielle*, Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 152 p.

Faucheux S., Hue C. et Petit O. (2001), *NTIC et Environnement: Enjeux, Risques et Opportunités*, www.c3ed.uvsq.fr.

Fichter K. (2003), « E-Commerce. Sorting Out the Environmental Consequences », *Journal of Industrial Ecology*, vol.6, n°2, pp.25-41.

Flipo F. (2005) « Le développement durable est-il l'avenir de la démocratie ? » Revue du MAUSS, décembre 2005, pp. 294-313.

Flipo F., Boutet A., Draetta L. et Deltour F. (2007) *Écologie des infrastructures numériques*, Collection mondialisation, hommes et sociétés, Paris, Hermès Sciences.

Flipo F. , Gossart C., Deltour F., Gourvennec B., Dobré M. Marion Michot M., Berthet L. (2009), « Technologies numériques et crise environnementale : peut-on croire aux TIC vertes ? » Rapport Ecotic, http://etos.it-sudparis.eu/rapports/Rapport_Ecotic.pdf

Gard D. et Keolian G. (2003), « Digital versus Print. Energy Performance in the Selection and Use of Scholarly Journals », *Journal of Industrial Ecology*, vol.6, n°2, pp.115-132.

Gartner Group (2006), *The IT Industry Is Part of the Climate Change and Sustainability Problem*, 7 p.

Gensollen M. (2004), « Économie non-rivale et communautés d'information », *Réseaux*, Vol. 22, N° 124.

Georgescu-Roegen N. (1970), *Demain la décroissance*, éd. Sang de la terre, 1995.

Giddens A. (1991), *Modernity and Self-Identity*, Stanford University Press, 1991.

Greenpeace (2007) « Pour une high-tech responsable » http://www.greenpeace.org/france/news/guide-pour-une-high-tech-responsable-avril-2007

Habermas J. (2000), *Après l'Etat-nation. Une nouvelle constellation politique*, Ed. Fayard, 157 p.

Jonas H. (1990), *Le principe responsabilité. Une éthique pour la civilisation technologique* (1979) - traduction française éd. du Cerf 1990.

Harvey A.S. et Taylor M.E. (2000), « Activity settings and travel behaviour: A social contact perspective », *Transportation*, vol.27, n°1, pp.53-73.

Hu P.S et Young J., (1999), *Summary of travel trends: 1995 Nationwide Personal Transportation Survey*, Report FHWA-PL-00-006, Washington D.C., U.S. Department of Transportation, Federa Highway Administration.

Huws U. (1999), Material world : The myth of the « weightless economy », in *The socialist register*, edited by L.Panitch and C.Leys, voir www.yorku.ca/socreg/huws99.txt

Jacquard A. (1991), *Voici le temps d'un monde fini*, éd. Le Seuil.

Illich I. La convivialité, Seuil, Paris 1973

Kitou E. et Horvath A. (2006), "Transportation Choices and Air Pollution Effects of Telework." J. of Infrastructure Systems, ASCE, 12(2), pp. 121-134.

Koomey J.G. (2000), Rebuttal to testimony on "Kyoto and the Internet: The Energy Implications of the Digital Economy", Berkeley, CA: Energy Analysis Department, Lawrence Berkeley National Laboratory, August.

Koomey J.G. (2007), "Estimating Total Power Consumption by Servers in the U.S. and the World", Standford University, Final Report, 15 février 2007, 27 p.

Laitner J. (2003), « Information Technology and U.S. Energy Consumption. Energy Hog, Productivity Tool, or Both ? », *Journal of Industrial Ecology*, vol.6, n°2, pp.13-24.

Latouche S. (1989), *L'occidentalisation du monde*, La Découverte.

Latouche S. (2004), *Survivre au développement*, Éditions Mille et une nuits, 2004. 127 p.

Latouche S. (2005), « Ecofascisme ou écodémocratie », in *Le Monde Diplomatique* N° 620. Novembre.

Lee M. (2002), « L'Etat de la planète 2002 », *L'Ecologiste*, n°8, octobre, pp.25-30.

Loukil F. (2009) « Normalisation et développement durable », De Boeck Université, *Innovations* 2009/1 - N° 29

Mattelart A. (2003), « Jeter les bases d'une information éthique », *Le Monde Diplomatique*, Décembre.

Matthews H.S., Hendrickson C. et Soh D.L. (2001), « Environmental and economic effects of e-commerce: A case study of book publishing and retail logistics », *Transportation* Research Record 1763, pp.6-12.

Mokhtarian P. (1988), « An empirical evaluation of the travel impacts of teleconferencing », *Transportation Research*, vol.22A, n°4, pp.283-289.

Mokhtarian P. (2003), « Telecommunications and Travel. The Case for Complementarity », *Journal of Industrial Ecology*, vol.6, n°2, pp.43-57.

Nations Unies (2003), *The Global Environment Outlook.*

OCDE (2000), « Une nouvelle économie ? Transformation du rôle de l'innovation et des technologies de l'information dans la croissance », Éditions OCDE , 2000

Pensel J.L. (2008), « Quelles perspectives pour l'Informatique responsable ? » 13 ème Congrès de l'AIM, dec. 2008, Paris.

Persais E. (2007), « La RSE est-elle une question de convention ? » *Revue Française de Gestion* n° 172 2007/3

Petit M, Breuil H., Cueugniet J., (2009), Rapport « Développement éco-responsable et TIC » (Detic) » CGIET, Conseil Général de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies http://www.cgiet.org/index.html

Rahnema M. (2003), *Quand la misère chasse la pauvreté*, Fayard, 320 p.

Ramonet I. (2004), « Une régression », *Le Monde Diplomatique – Manière de voir 72 : Le nouveau capitalisme*, pp.6-7.

Rodhain F. et Llena C. (2005), « Changer les mots à défaut de changer les choses ? Le développement peut-il être durable ? », *Actes des 2èmes Journées de l'Atelier Développement Durable de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS),* Aix-En-Provence, 11 mai, 19 p.

Saar S. et Thomas V. (2003), « Toward Trash That Thinks. Product Tags for Environmental Management », *Journal of Industrial Ecology*, vol.6, n°2, pp.133-146.

Sagot-Duvauroux JL, (1995), « Pour la gratuité » Desclée De Brouwer (1995) http://www.attac.ch/neuchatel/docs/Pour_la_gratuite.pdf

Sola Pool I. (1977), *The social impact of the telephone*, Cambridge, MA : MIT Press.

Traoré A. (2002), *Le viol de l'imaginaire*, Fayard, Paris.

Vitari C., Bourdon I. et Rodhain F. (2008), « L'utilisation d'Internet par les grandes entreprises françaises pour la communication externe de leur RSE : une étude sur les entreprises du CAC 40 », *Actes du 5ème Congrès de l'Association pour le Développement de l'Enseignement et de la Recherche sur la Responsabilité Sociale de l'Entreprise (ADERSE),* Grenoble, 10-11 janvier, 20 p.

Watzlawick P., Weakland J. et Fisch R., *Changements*, Points Seuil, 1975.

Williams E. et Tagami T. (2001), « Energy analysis of e-commerce and conventional retail distribution of books in Japan », in *Sustainability in the Information Society*, edited by L.Hilty and P.Gilgen, Marburg, Germany: Metropolis Verlag.

Williams E. et Tagami T. (2003), « Energy Use in Sales and Distribution via E-Commerce and Convientional Retail. A Case Study of the Japanese Book Sector », *Journal of Industrial Ecology*, vol.6, n°2, pp.99-114.

Yim Y. (2000), « Télécommunications and travel behaviors : Would cellular communications generate more trips ? », *Annual Transportation Research Board Meeting*, 9-13 January, Washington D.C.

Zumkeller D. (1996), « Communication as an element of the overall transport context : An empirical study », *Proceedings of the 4th International Conference on Survey Methods in Transport*, vol.1, pp.66-68, Leeds, UK.