



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
Conseil général de l'environnement et du développement durable	Conseil général des Technologies de l'Information
N° 005815-02	N° IV-1.6-2008

Rapport

TIC et Développement durable

établi par

Henri Breuil, Daniel Burette, Bernard Flury-Hérard
Ingénieurs généraux des Ponts et Chaussées

Membres du CGEDD

Jean Cueugnet
Ingénieur général des Télécommunications

Denis Vignolles
Contrôleur Général Economique et Financier

Membres du CGTI

avec la participation d'Hélène Boisson, services de l'Autorité de Régulation
des Communications Electroniques et des Postes

DECEMBRE 2008

SYNTHESE DU RAPPORT

Les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) ont longtemps été perçues essentiellement du point de vue de leur apport, incontestable, à la productivité de l'économie et au bien-être de la population.

Ce n'est que récemment que leur impact environnemental est devenu une préoccupation. Extension considérable de leur diffusion, difficultés à assurer l'alimentation électrique de centres de données géants, production de déchets toxiques en volumes : l'urgence d'une réflexion globale au titre du Développement Durable (DD) apparaît désormais. « *L'informatique verte* », actuellement très en vogue dans la communication des entreprises, ne représente qu'une réalité bien modeste au regard des enjeux.

La mission d'étude a procédé à des auditions sur une large échelle, étalées d'avril à octobre 2008, et a reçu l'essentiel des parties, qu'elle a identifiées, intéressées par le sujet : acteurs du secteur des TIC, fournisseurs d'énergie, organismes ou entreprises de traitement des déchets, administrations en charge de politiques publiques, experts divers. La mission s'est attachée à dégager des consensus sur de grands constats, avant de proposer des politiques adaptées pour le futur.

Quatre grands constats ont été effectués par la mission.

Globalement, les TIC ont un apport positif pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre (équivalents CO²). Toutefois, il est extrêmement difficile de quantifier avec précision cet apport. Selon les estimations, les TIC pourraient permettre d'économiser de 1 à 4 fois leurs propres émissions de gaz à effet de serre. En effet, c'est l'activité économique dans son ensemble qui réduit ses émissions grâce aux TIC, avec plus particulièrement des gains probants à venir dans les secteurs du transport et du bâtiment.

L'estimation de la consommation électrique liée aux TIC est plus précise. En France, cette consommation est comprise entre 55 et 60 TWh par an, soit 13,5 % de la consommation d'électricité par les applications finales. Cette consommation augmente à un rythme soutenu, d'environ 10 % par an sur les dix dernières années. Les perspectives proches, notamment l'arrivée de la Télévision Numérique Terrestre (TNT) et de la Haute Définition (HD), ne permettent pas d'espérer un quelconque ralentissement de cette consommation à court terme. Dans les industries de l'informatique et de l'audiovisuel, les opérateurs ont un rôle important, et ce même s'ils ne sont a priori pas concernés par la consommation d'électricité générée par leurs services et équipements chez leurs clients.

Le troisième constat est celui d'une consommation énergétique loin d'être optimisée. Les exemples de surconsommation d'énergie sont nombreux : la chaleur dissipée par les centres de données n'est pas récupérée, les boîtiers d'interface des opérateurs ne disposent pas de mode de fonctionnement en « veille », les nouveaux écrans plats de télévision sont de plus en plus énergivores..., et il n'existe actuellement pas ou très peu de systèmes d'incitations à l'efficacité énergétique. La consommation énergétique due aux TIC recèle ainsi des potentiels de réduction importants.

Enfin, la filière de récupération et de traitement des déchets n'est pas au niveau d'efficacité voulu. Par rapport à nos grands voisins européens, la France serait 2 à 4 fois moins efficace

dans ce domaine. Des questions importantes demeurent sans réponse, concernant notamment la situation présente mais également future.

Rapprochant le constat de la consommation énergétique avec les objectifs nationaux, fixés notamment dans la loi de Grenelle 1, la mission constate que le laisser faire en ce domaine ne permettrait pas de remplir les objectifs de réduction d'énergie que la France poursuit, à savoir une baisse de 20 % de sa consommation énergétique d'ici 2020.

C'est pourquoi la mission préconise des mesures vigoureuses dans le cadre d'une politique globale de développement durable reposant sur les TIC, politique qui devra également veiller à préserver l'apport des TIC à la productivité de l'économie, à l'accès à la culture, et plus généralement au bien-être social.

La part tenue par le secteur des TIC dans le PIB ne permet plus de ne pas le considérer au regard d'une consommation énergétique aussi importante. Il est donc nécessaire de désigner une entité de l'administration chargée de suivre cette consommation des TIC, de formaliser la politique suivie, et de tracer des perspectives. Par ailleurs, à l'instar de tous les secteurs consommateurs d'énergie, les grands opérateurs du domaine devraient se voir appliquer des mesures et des mécanismes incitateurs d'économies d'énergie.

La mission recommande ensuite d'agir de façon prioritaire sur les postes de consommation énergétique que représentent les téléviseurs et les boîtiers d'accès internet pour les ménages et les centres de calcul.

Concernant les téléviseurs, il est préconisé d'une part l'obligation d'affichage de la consommation énergétique en modes de veille et de fonctionnement sur les points de vente, et d'autre part l'instauration d'un bonus-malus fondé sur la consommation énergétique. La prise en compte de la compression de l'image en MPEG 4 devrait aussi être rendue obligatoire pour tous les postes de télévision à court terme.

Les organismes de régulation sont aujourd'hui des acteurs centraux du secteur des TIC. Afin de permettre la cohérence de leur action avec la politique publique du développement durable, il paraît souhaitable d'intégrer dans leurs objectifs généraux la contribution à la mise en œuvre de politiques promouvant le développement durable.

Concernant les systèmes d'information d'entreprise, aucune mesure contraignante ne semble actuellement appropriée compte tenu de l'impact direct de ces systèmes sur l'économie et la productivité de l'entreprise. En revanche, l'action publique pourra s'exercer de sorte à rendre les centres de calcul et leurs applications plus efficaces énergétiquement, via notamment des orientations spécifiques de Recherche et Développement et des aides à l'innovation.

Le cas des grands centres de données à vocation mondiale mérite une attention particulière. Leur implantation en France permettrait une réduction significative d'émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial. En effet, le double atout français que sont la production énergétique nucléaire, faiblement émissive, et la performance de nos réseaux de communications électroniques milite en faveur de cette implantation sur le territoire national.

De nombreuses pistes sont ouvertes concernant le développement d'applications reposant sur l'usage et la diffusion des TIC et permettant des économies d'émissions de gaz à effet de

serre. Certaines de ces applications se développent naturellement et en premier lieu du fait des seules économies de coût qu'elles génèrent, comme le courrier électronique, le e-commerce ou l'électronique dans les véhicules. D'autres applications peinent cependant à se développer, comme par exemple le télétravail. Il est toutefois clair qu'il demeure difficile de quantifier les potentiels de gains d'émission de ces applications et, par conséquent, difficile de les promouvoir. De plus, les incitations à leur développement relèvent davantage de politiques sectorielles. Les outils d'intervention de l'Etat dans les secteurs des transports, du fonctionnement de l'entreprise, et plus généralement pour le développement du télétravail, peuvent néanmoins consister en actions de communication (campagnes, réalisation de guides), en l'instauration de partenariats ou en incitations fiscales (dans le cas des centres de données réutilisant la chaleur produite), ou encore en mesures visant à faciliter les échanges électroniques (sécurisation des échanges sur Internet par des certificats, clarifications juridiques sur la dématérialisation et la signature électronique). De façon générale, une action exemplaire de l'Etat (expérimentation sur le télétravail, gestion intelligente des bâtiments de l'administration) s'avère nécessaire.

Concernant les déchets électroniques, la mission considère nécessaire de repenser l'ensemble de l'organisation de récupération et de traitement des déchets (les DEEE : déchets d'équipements électroniques et électriques), et cela notamment dans la perspective du réexamen prévu en 2011 du système fondé sur l'éco-participation. Une mission multiservice d'inspection devrait être chargée de préconiser la refonte de l'organisation actuelle et les bases de l'organisation future. L'organisation de la filière dite professionnelle devrait notamment être précisée et organisée de façon plus efficace. L'objectif, ambitieux, devrait consister à atteindre la moyenne européenne de collecte de déchets liés aux TIC d'ici 2012, ce qui signifie quadrupler le taux observé à ce jour.

Ce rapport a été établi par le Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable et le Conseil Général des Technologies de l'Information, mandatés par le MEEDDAT et le MinEIE. L'association de l'ARCEP à cette étude a été sollicitée, au titre de son expérience et des éléments qu'elle détient sur les sujets relatifs aux développements des TIC et à leurs usages, mais également de ses contacts privilégiés avec les acteurs du secteur.

PLAN DU RAPPORT

SYNTHESE DU RAPPORT	2
PLAN DU RAPPORT.....	5
1 INTRODUCTION	8
1.1 Avant propos	8
1.2 Un contexte de croissance forte de la consommation électrique des TIC depuis 10 ans	9
1.3 Méthodologie de l'étude.....	11
1.3.1 <i>Le choix d'un périmètre TIC étendu, cohérent avec les études du SESSI.....</i>	<i>11</i>
1.3.2 <i>Un périmètre du développement durable large, comprenant la consommation d'électricité, les émissions de carbone et les déchets liés aux TIC</i>	<i>11</i>
1.3.3 <i>La méthode de travail.....</i>	<i>12</i>
2 LES EMPREINTES ENVIRONNEMENTALES DES TIC	13
2.1 L'importance du secteur des TIC dans l'économie.....	13
2.2 Eléments de méthodologie	13
2.2.1 <i>Un parc d'ordinateurs estimé à 40 millions</i>	<i>13</i>
2.2.2 <i>Un parc de serveurs en forte croissance malgré des performances unitaires accrues.....</i>	<i>14</i>
2.2.3 <i>Un parc de téléviseurs en croissance en raison de la pénétration des écrans plats.....</i>	<i>14</i>
2.2.4 <i>Les autres matériels.....</i>	<i>14</i>
2.3 La consommation électrique des TIC: 13,5% de la consommation française	15
2.3.1 <i>Données globales disponibles</i>	<i>15</i>
2.3.2 <i>Consommation des ordinateurs résidentiels et des boîtiers ADSL.....</i>	<i>16</i>
2.3.3 <i>Consommation électrique des ordinateurs professionnels</i>	<i>16</i>
2.3.4 <i>La consommation électrique des serveurs est en forte croissance et représente près de 1% de la consommation française.....</i>	<i>17</i>
2.3.5 <i>Les téléviseurs et leurs périphériques représentent le plus gros poste de consommation électrique au sein des TIC</i>	<i>18</i>
2.3.6 <i>Une faible consommation électrique des téléphones mobiles.....</i>	<i>19</i>
2.3.7 <i>La consommation électrique des autres matériels TIC est difficile à évaluer</i>	<i>19</i>
2.3.8 <i>Synthèse : la consommation électrique des TIC est évaluée à 58 TWh</i>	<i>20</i>
2.4 L'empreinte carbone de la production des matériels est supérieure à celle de leur usage	22
2.4.1 <i>Méthodologie : une approche par données unitaires, négligeant l'impact des déchets</i>	<i>22</i>
2.4.2 <i>L'empreinte carbone de la production des matériels</i>	<i>25</i>
2.5 L'empreinte des activités d'exploitation du secteur des TIC	27
2.5.1 <i>Eléments sur la méthodologie d'estimation.....</i>	<i>27</i>
2.5.2 <i>Estimation retenue.....</i>	<i>27</i>
2.6 Synthèse : l'empreinte globale des TIC, estimée à 30 Mt CO ₂ /an, représente 5% des émissions de GES.	28
2.7 Le bilan environnemental des déchets TIC	30
2.7.1 <i>Déchets TIC et déchets blancs.....</i>	<i>30</i>
2.7.2 <i>La volumétrie.....</i>	<i>30</i>
2.7.3 <i>L'organisation française de collecte des DEEE.....</i>	<i>32</i>
2.7.4 <i>Le bilan environnemental du dispositif.....</i>	<i>35</i>
3 LES REGLEMENTATIONS EN VIGUEUR.....	37
3.1 Le livre vert sur l'efficacité énergétique	37
3.2 La directive « EuP » 2005/32/CE relative à l'éco-conception	37
3.3 La réglementation concernant la maîtrise de l'énergie pour le secteur des TIC ..	37
3.3.1 <i>La directive 2006/32/CE relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales.....</i>	<i>37</i>

3.3.2	<i>La directive 92/75/CEE concernant l'indication de la consommation en énergie des appareils domestiques par voie d'étiquetage</i>	38
3.3.3	<i>Le règlement EC/106/2008 relatif à l'étiquetage des équipements de bureau</i>	38
3.4	La réglementation concernant les déchets TIC	39
4	LES POLITIQUES ET LES DISPOSITIFS POSSIBLES DE MAITRISE DE LA CONSOMMATION DES TIC	40
4.1	Les actions européennes concernant la consommation des TIC	40
4.1.1	<i>Le plan d'action pour l'efficacité énergétique</i>	40
4.1.2	<i>Les « Codes de conduite »</i>	40
4.1.3	<i>Le programme efficacité énergétique de la DG Société de l'Information et Médias</i>	41
4.1.4	<i>L'Association avec Energy Star</i>	41
4.2	La politique américaine : Energy Star	42
4.3	Les actions des fabricants	42
4.3.1	<i>« The green grid » : une initiative pour l'efficacité des centres de données</i>	42
4.3.2	<i>Autres actions</i>	42
5	LES USAGES DES TIC PERMETTANT DES ECONOMIES D'EMISSIONS	44
5.1	Méthodologie de l'analyse	44
5.2	Quelques éléments de quantification et mise en perspective	45
5.3	Le télétravail	47
5.4	Les réunions à distance	50
5.5	L'optimisation des transports et des déplacements	51
5.5.1	<i>La rationalisation des transports publics et la facilitation de leur utilisation</i>	51
5.5.2	<i>L'optimisation de la logistique des transports de marchandises</i>	52
5.5.3	<i>La mutualisation des moyens de transports individuels</i>	52
5.5.4	<i>Les systèmes d'aides à l'éco-conduite</i>	53
5.6	Le e-commerce et l'achat en ligne de produits immatériels sont très prometteurs 54	
5.7	La dématérialisation des procédures administratives	55
5.7.1	<i>La numérisation des échanges</i>	55
5.7.2	<i>La numérisation des activités</i>	56
5.8	Les bâtiments	56
5.8.1	<i>La minimisation des consommations énergétiques par une Gestion Technique Centralisée (GTC)</i> 56	
5.8.2	<i>La connaissance des consommations énergétiques par l'utilisateur</i>	56
5.9	Les autres usages	58
5.10	Synthèse	59
6	LES DISPOSITIFS DE MAITRISE DE L'ENERGIE POSSIBLES	60
6.1	Les codes de conduite	60
6.2	Les certificats blancs	60
6.3	Les bonus-malus	61
6.4	Les quotas d'émissions	61
6.4.1	<i>Rappels des principes</i>	61
6.4.2	<i>Applicabilité au secteur TIC</i>	62
6.5	La réglementation dite « de gamme »	62
7	LES CONSTATS ET RECOMMANDATIONS	63
7.1	Les déchets classifiés « DEEE »	63
7.1.1	<i>Des constats inquiétants</i>	63
7.1.2	<i>Les recommandations</i>	64
7.2	La maîtrise des émissions de GES du secteur des TIC	66
7.2.1	<i>Les constats</i>	66
7.2.2	<i>Les recommandations pour maîtriser et réduire la consommation électrique des TIC</i>	70

7.2.3	<i>Les recommandations pour réduire l’empreinte carbone des matériels par une meilleure conception</i>	75
7.3	Développer les usages des TIC permettant des économies d’émissions des gaz à effet de serre	76
7.4	Des mesures de portée générale	79
7.4.1	<i>Encourager les projets innovants par une distinction spécifique</i>	79
7.4.2	<i>Communiquer sur la consommation des équipements TIC</i>	79
7.4.3	<i>Définir une politique de réseaux électriques intelligents, et accélérer les installations de compteurs électroniques</i>	79
7.4.4	<i>L’Etat exemplaire</i>	80
7.4.5	<i>Politique européenne</i>	81
7.5.	Synthèse des recommandations :	82
8	ANNEXES	85
8.1	Annexe 1 : Lettre de mission et courrier adressé à l’ARCEP	85
8.2	Annexe 2 : Définition du secteur TIC selon le SESSI (Service des Etudes et des Statistiques Industrielles)	86
8.3	Annexe 3 : Liste des personnes auditionnées.....	87

1 INTRODUCTION

1.1 Avant propos

Selon la Commission Européenne, les TIC contribuent pour 2% aux émissions mondiales de gaz à effet de serre. Ce chiffre pourrait cependant s'alourdir en raison de la très forte croissance du marché et malgré des évolutions technologiques permettant de réduire notamment les niveaux de consommation électrique. Nonobstant cette remarque, le premier enjeu est de permettre, grâce à l'innovation technologique, de réduire les 98% d'émissions restants.

Les TIC peuvent en effet favoriser l'adoption de comportements plus respectueux de l'environnement dans toute l'économie. Ils revêtent d'ores et déjà un rôle déterminant dans l'élaboration de systèmes d'aide à la décision environnementale ainsi que dans la possibilité qu'elles offrent aux différents acteurs de moduler leur comportement en fonction d'une gestion et d'une utilisation durable des ressources naturelles. La télédétection spatiale permet notamment d'analyser par satellite l'évolution de certains phénomènes (sécheresse, désertification, pollution des terres, de l'air et de l'eau, urbanisation...) et d'en anticiper les conséquences pour les limiter ou les neutraliser.

C'est grâce au développement des TIC que l'on a pu et pourra encore réduire l'empreinte écologique des transports et développer les modes de transports collectifs (nouveaux tramways, équipement GPS pour optimiser les trajets, télépéages sans arrêt, bornes de stationnement pour vélos-urbains...). L'automobile de 2020, condensé de TIC, disposera des moyens de définition et de réalisation des trajets, par communication avec les infrastructures, pour une sécurité optimale et une consommation énergétique encore réduite.

C'est grâce à l'introduction des TIC que la consommation énergétique des industries et des bâtiments a réalisé des progrès considérables en permettant notamment l'optimisation de la gestion de l'éclairage, du chauffage et de la climatisation.

C'est aussi l'utilisation de composants électroniques dans tous les appareils ménagers qui permet de réduire très significativement leur consommation électrique. Il en va de même pour l'utilisation de capteurs de présence, afin de réguler l'électricité dans une maison d'habitation ou sur la voie publique.

Cela étant, deux défis propres aux TIC sont à relever : d'une part la part croissante de l'électricité consommée par elles doit être maîtrisée, d'autre part la pénurie en ressources naturelles pour assurer leur production doit être évitée.

Un troisième défi, de nature différente, est également à relever : le changement du mode d'organisation du travail avec notamment le développement du télétravail et des téléconférences. Le télétravail en France demeure un mode d'organisation peu utilisé alors qu'il s'est plus largement développé dans la plupart des autres pays occidentaux. Or, le développement des TIC pourrait permettre à celui-ci de se développer et de réduire les trajets quotidiens de salariés tant du secteur privé que du secteur public.

Enfin, dans un monde globalisé, les débats sur l'impact des secteurs producteurs de TIC ont peu de chance d'aboutir à des changements significatifs s'ils sont limités au niveau national. Ainsi, en France, les entreprises du secteur des TIC sont fortement dépendantes des pays

producteurs de composants ou fournisseurs de matières premières. Par ailleurs, il convient de distinguer au sein des TIC les biens et services produits en France et ceux, plus importants en valeur, importés. En effet, les services informatiques élaborés localement, secteur dans lequel la France est assez bien positionnée, sont peu générateurs de CO₂. En revanche, les équipements (ordinateurs, téléphone mobile, écrans plasma, box...), consommateurs significatifs de métaux rares et d'énergie sont importés dans leur quasi-totalité. On doit dès lors se poser la question d'une « sensibilisation pécuniaire » au développement durable, tant pour les consommateurs de ces produits que pour les producteurs, souvent peu soucieux des conséquences écologiques de leur industrie.

1.2 Un contexte de croissance forte de la consommation électrique des TIC depuis 10 ans

Quelle place tiennent aujourd'hui les technologies de l'information et de la communication dans notre quotidien ? La consommation électrique qu'elles génèrent en est sans doute l'un des meilleurs indicateurs. Le caractère léger et miniaturisé des terminaux électroniques est à cet égard trompeur, car les chiffres de la consommation électrique globale qu'ils nécessitent sont aujourd'hui élevés. Globalement, la consommation des TIC représente aujourd'hui **13,5 % de l'électricité française**.

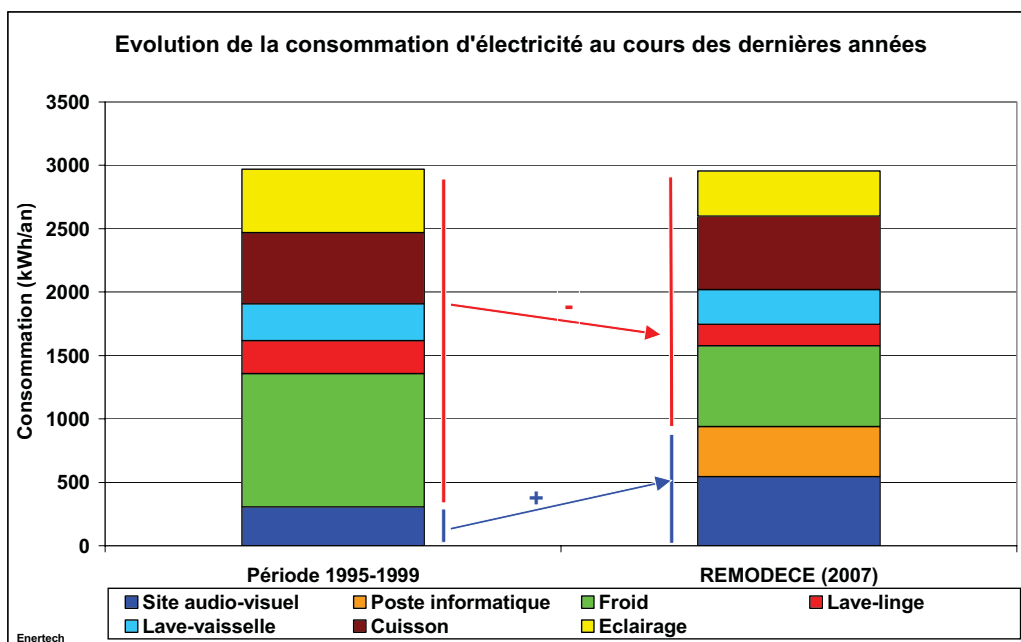
Dans le secteur résidentiel, les TIC, y inclus les produits audiovisuels, consomment actuellement **30%¹ de l'électricité spécifique²** des ménages. Cette proportion n'était que de 10 % en 1995, le rythme de progression est donc de l'ordre d'un triplement en 10 ans. Les seules « veilles »³ des équipements consomment plus de 10% de l'électricité spécifique chez les ménages. La période de veille est pourtant un temps durant lequel le service rendu est d'utilité faible, puisqu'il ne s'agit que de maintenir une disponibilité.

De 1995 à 2007, l'ensemble des gains de consommation réalisés par les ménages sur les appareils électroménagers blancs, froid, lavage et éclairage, a été annulé par la progression de l'équipement des ménages en TIC et leurs niveaux élevés de consommation électrique. Comme le montre le diagramme ci-dessous, le niveau de consommation électrique spécifique global par foyer, qui s'élève à environ 3000 kWh/an, est ainsi resté inchangé malgré les efforts très conséquents des secteurs traditionnels de l'électroménager. Or, l'avenir ne permettra plus un tel scénario. Les gains de consommation d'électricité que l'on pouvait attendre du froid ou du lave-vaisselle sont désormais atteints. L'essentiel des économies d'électricité a été engrangé, et il est illusoire d'espérer qu'ils compenseront la forte croissance de consommation électrique du secteur TIC.

¹ Etude REMODECE 2007, ADEME

² L'électricité spécifique est celle qui ne peut être remplacée par aucune autre source d'énergie : soit toutes les consommations électriques sauf chauffage, cuisson, eau chaude sanitaire, pour lesquelles il existe des sources alternatives d'énergie telles que le gaz ou le fuel.

³ Chargeurs de portables, veille des postes de télévision, de scanners, de magnétoscopes ...



Consommation d'électricité spécifique des ménages

Les contraintes externes sont claires : l'objectif européen de réduction de la consommation énergétique, réaffirmé lors des Conseils de l'Union Européenne d'octobre et décembre 2008, est de 20 % d'ici 2020 (plan d'action qualifié de « 3 fois 20 »). Cet objectif a été repris par les conclusions du groupe n°1 du Grenelle de l'Environnement. Il paraît donc difficile de ne pas réagir au constat que le secteur des TIC continue à engendrer une croissance de sa consommation électrique de 8 à 10% par an, dans un cadre général contraint qui impose une diminution de 2% par an.

On voit aussi l'incohérence dont la conduite des politiques publiques ferait preuve si elle exigeait des efforts considérables dans le domaine de la construction, tout en laissant parallèlement le secteur des TIC poursuivre une croissance de sa consommation non maîtrisée. La maîtrise de l'énergie doit ainsi s'appréhender de façon globale, et demander des efforts semblables aux différents secteurs affichant des consommations électriques élevées.

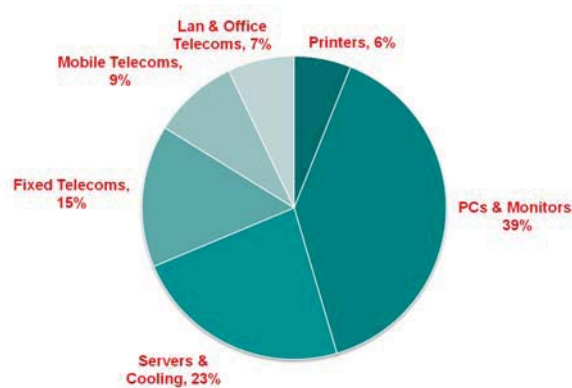
Un degré de difficulté est ajouté dès lors que l'on considère les « bilans carbone », car tel est l'objectif ultime, la consommation électrique n'étant qu'une composante du bilan carbone global. Outre la difficulté intrinsèque à obtenir des données fiables, les résultats sont profondément dépendants du pays d'origine des équipements et de ses propres sources d'énergie. Schématiquement, vaut-il mieux un microordinateur économe en émissions lors de sa construction en Chine et fortement consommateur d'électricité française peu émissive, ou l'inverse ?

Enfin, une approche en terme de développement durable nécessite de prendre en compte l'immense problème des déchets, pour lequel l'Europe occidentale dans son ensemble n'en est qu'au début de ses actions. L'organisation française, adoptée comme première application de la directive européenne « DEEE » (déchets d'équipements électriques et électroniques), dispose ainsi de peu de recul, mais néanmoins des premiers enseignements peuvent en être tirés.

1.3 Méthodologie de l'étude

1.3.1 Le choix d'un périmètre TIC étendu, cohérent avec les études du SESSI

Le secteur des TIC n'a pas de définition normalisée généralement reconnue. Dans son étude, évaluant à 2% le poids des émissions de gaz à effet de serre (GES) dues aux TIC dans le monde, le Gartner Group a une acception relativement étroite des TIC comprenant les télécoms et l'informatique, mais pas l'électronique grand public, les appareils de mesure et l'électronique (présente dans beaucoup d'équipements courants).



Une autre définition est fournie par l'OCDE et reprise par le SESSI dans son enquête annuelle (voir en annexe 2 la description de cette définition). Cette définition est beaucoup plus large et comprend les filières informatique (matériels et développements de logiciels), télécom (commutateurs, câbles, services) et électronique (composants, équipements de transmission, instruments de mesure, haute technologie civile et militaire).

La présente étude s'est efforcée de traiter l'ensemble du secteur défini par le SESSI et ainsi de prendre en compte les services audiovisuels, notamment en raison de la convergence des réseaux de communications électroniques et des contenus (les programmes télévisés sont accessibles par Internet). Les équipements de communications mobiles sont également pris en compte.

Il reste néanmoins que sur les domaines qui ne sont pas le cœur de métier des TIC (électronique embarquée dans des automobiles, par exemple) les informations étant moins disponibles et délicates à agréger, la précision de l'étude est parfois moindre.

1.3.2 Un périmètre du développement durable large, comprenant la consommation d'électricité, les émissions de carbone et les déchets liés aux TIC

Le rapport se concentre sur les consommations électriques relatives aux TIC, mais aussi sur les émissions de gaz à effet de serre liées à leur cycle de vie, c'est-à-dire à la fois à leur production et à leur usage. Le volet des déchets a également été étudié, mais conformément à la réglementation en vigueur, au sein du domaine plus large des déchets dits DEEE, (qui comprennent entre autres l'électroménager lourd). Il n'est pas possible, en conséquence de la mise en œuvre de cette même réglementation, de différencier au sein des DEEE les deux sous-ensembles électrique et électronique.

Enfin, certains aspects sociétaux, principalement l'utilité sociétale des applications reposant sur des TIC, ont été pris en considération.

1.3.3 La méthode de travail

En mars 2008, le MEEDDAT et le MinEIE ont respectivement mandaté le Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable et le Conseil Général des Technologies de l'Information afin qu'ils établissent un rapport sur *"les Technologies de l'Information et des Communications et le développement durable"*.

L'association de l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes à cette étude a été sollicitée, en raison de son expérience et des éléments qu'elle détient sur les sujets relatifs aux développements des TIC et à leurs usages, mais également de ses contacts privilégiés avec les acteurs du secteur.

La lettre de mission adressée aux Conseils Généraux et la demande adressée à l'ARCEP figurent en annexe 1 de ce rapport.

Le groupe de travail a procédé à des auditions d'acteurs et d'organisations représentatifs au regard des problématiques posées, au travers d'une réunion hebdomadaire de mars 2008 à octobre 2008. La liste des personnes auditionnées est fournie en annexe 3.

2 LES EMPREINTES ENVIRONNEMENTALES DES TIC

2.1 L'importance du secteur des TIC dans l'économie

Selon le SESSI, le secteur des TIC représentait en 2005 un chiffre d'affaires de 191 Mds € (soit 11% du PIB) et 74 Mds € de valeur ajoutée (soit environ 5% du PIB). Le secteur industriel des TIC (équipementiers télécom, industrie informatique, composants électroniques...) représentait 44 Mds € auquel s'ajoute un déficit commercial, désormais structurel, de près de 12 Mds €. En termes d'emplois, une quasi stagnation des effectifs globaux dans le secteur est observée depuis 2002, les services informatiques et, dans une moindre mesure, les services de télécommunications, ayant compensé la forte désindustrialisation du secteur. Celui-ci représente ainsi 750 000 emplois (soit 3% de l'emploi en France), dont 196 000 dans le secteur industriel (44 Mds €) et 589 000 (146 Mds €) dans les services et le commerce de gros.

L'IDATE⁴, pour sa part estime que la valeur ajoutée du secteur aurait progressé de 0,5 points en 10 ans pour atteindre 5,5% en 2011. Cette étude évalue par ailleurs le poids des matériels TIC à 1,4% du PIB, ce qui représenterait environ 27 Mds € en 2008.

2.2 Eléments de méthodologie

Aucune enquête exhaustive ne permet d'appréhender le volume global (c'est-à-dire concernant les particuliers et les entreprises) du parc des TIC en France, pas plus que ses flux et sa consommation énergétique. La mission s'est donc attachée à recouper les quelques études internationales traitant de ce sujet et le cas échéant, à extrapoler ces données parcellaires sur la bases de calculs de probabilité. On peut néanmoins considérer que les ordres de grandeur ainsi établis permettent de mesurer les enjeux environnementaux associés aux TIC.

2.2.1 Un parc d'ordinateurs estimé à 40 millions

Le volume de ce parc est primordial pour conduire les estimations de consommation et d'émissions. Selon Médiamétrie, 63% des ménages⁵ (soit environ 17 millions de ménages) étaient équipés **d'au moins un** ordinateur en 2008⁶, et diverses sources (Médiamétrie, REMODECE)⁷ fournissent un taux de multi-équipement de 19 à 20%, ce qui conduit à estimer à 20 millions le parc d'ordinateurs résidentiels. Pour les entreprises, le parc d'ordinateurs est estimé à 20 millions.

Par ailleurs, selon le Gartner Group, l'ensemble du parc d'ordinateurs, résidentiel et professionnel, représenterait en 2007 un flux d'achat de 9,3 millions d'unités par an, en hausse de 11,7 % par rapport à 2006. La base de renouvellement étant d'environ 5 ans, l'évaluation conduisant à 40 millions d'ordinateurs semble cohérente avec l'estimation

⁴ *Compétitivité du secteur des TIC en France* - Rexecode – 2004

⁵ Référence INSEE. <http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp> de septembre 2008

⁶ Par ailleurs l'INSEE indique que 41,8% des ménages, soit 11,5 M, ont un accès à Internet, ce qui est relativement cohérent avec les 15 M d'accès ADSL comptabilisés par l'ARCEP, sachant qu'il y a des PME parmi les clients ADSL.

⁷ Source : étude conduite dans le cadre du projet européen REMODECE, conduite par EDF et l'Ademe et publiée en Juillet 2008

précédente, compte tenu du taux de croissance de 10% environ. A noter que ce flux devrait connaître une hausse importante résultant de la diffusion actuelle des ordinateurs portables, dont les ventes connaissent une augmentation de près de 30% en 2008 par rapport à 2007. Au quatrième trimestre 2007 (IDC, mars 2008) les ventes mondiales représentaient 268 000 ordinateurs, dont 108 000 de portables. Cette répartition est importante : un ordinateur portable consomme huit fois moins d'électricité qu'un ordinateur de bureau.

2.2.2 Un parc de serveurs en forte croissance malgré des performances unitaires accrues

Une étude IDC pointe la forte croissance du nombre de serveurs dans le monde: 15 millions de serveurs en 2000 et 35 millions en 2008. De son côté, le cabinet JG KOOMEY évaluait le nombre de serveurs dans le monde à 27 millions en 2005, avec une consommation électrique de 123 TWh (incluant la climatisation) représentant 0,8% de l'électricité mondiale, et une facture de 7,2 Mds\$. Sur la base de cette même étude, France Telecom évaluait en 2006 le nombre de serveurs en France à 1 million. Compte tenu de l'accroissement (de 25% constaté par FT entre 2004 et 2006) et de la part du PIB de la France dans le PIB mondial (4,5%), on retiendra en définitive un parc de 1,3 millions de serveurs en 2008.

Enfin, IBM estime que la capacité de stockage des serveurs devrait être multipliée par 69 entre 2000 et 2010. Si le montant des achats de serveurs reste pratiquement stable (à 20 Mds \$/an) compte tenu des gains de productivité et du progrès technique sur ces matériels, le coût relatif à la consommation d'électricité et à la climatisation connaît une très forte croissance et dépasse depuis 2008 le montant des achats de serveurs.

2.2.3 Un parc de téléviseurs en croissance en raison de la pénétration des écrans plats

L'étude de l'ADEME citée en annexe donne entre autres des taux d'équipement des ménages en téléviseurs (137%, soit 37,8 millions de postes), en magnétoscopes (50%) et en décodeurs Canal + (20%)... ainsi que leur consommation moyenne en kWh/an. Néanmoins, différentes sources conduisent à penser que ces chiffres sont sous estimés, notamment les statistiques de l'Insee indiquant un taux d'équipement par foyer de 1,7 (soit 47 millions de téléviseurs) et l'estimation du SIMAVELEC de 45 millions de téléviseurs hors secteur professionnel. Ce dernier secteur étant estimé à 8 millions de téléviseurs, l'équipement audiovisuel des français sera estimé à:

45 millions de téléviseurs résidentiels + 8 millions téléviseurs professionnels
13,8 millions de magnétoscopes
5,5 millions de décodeurs Canal +
5,5 millions d'antennes paraboliques
13,8 millions de chaînes HiFi

Le flux d'achats ressort à 8 millions de téléviseurs/an (sur une base 7 ans) pour un chiffre d'affaires de 5 Mds €/an. Il est assez probable que ce flux a connu une accélération récente résultant de la diffusion des écrans plats.

2.2.4 Les autres matériels

Les autres matériels sont très divers : appareils de téléphonie fixes ou mobiles, décodeurs analogique/numérique, équipements de transmission (« Base Transceiver Station », PABX, anciens commutateurs téléphoniques type E10), ainsi que tous les instruments

électroniques (appareils de mesure, électronique embarquée, dispositifs médicaux...).

Dans cette catégorie, le parc de terminaux de téléphonie mobiles peut être évalué : il y aurait 55 millions de téléphones portables en service sur le territoire, mais le parc de terminaux est certainement plus élevé (plus proche de 65 millions) en raison du fort taux de renouvellement observé. Sur la base d'une durée de vie de 23 mois environ (étude AFOM TNS SOFRES de 2007) et d'un coût unitaire d'environ 150 €, un flux de 34 millions de téléphones portables par an correspondant à une valeur de 5 Mds €/an peut être estimé.

2.3 La consommation électrique des TIC: 13,5% de la consommation française

2.3.1 Données globales disponibles

Quelques études fournissent des chiffres globaux sur la consommation électrique de l'ensemble des TIC⁸, mais il s'agit essentiellement d'études étrangères (portant sur l'ensemble du monde, comme celle du Gartner Group ou sur le territoire européen, comme celle de la Commission Européenne). Sur la base de ces études, dont le périmètre des TIC retenu correspond probablement à un périmètre sensiblement inférieur à celui de notre étude, une première estimation de la consommation globale des TIC en France se situerait entre 35 et 45 TWh/an, le poids de la consommation électrique résidentielle (ordinateur et audiovisuel) représentant environ 17 TWh, et le poids de la consommation électrique du secteur professionnel (ordinateurs, serveurs, télécoms) 23 TWh.

Une étude intéressante a été réalisée récemment (publiée en septembre 2008) par la DG INFSO de l'Union européenne (Etude Bio Intelligence Service). Elle estime la consommation du secteur TIC en Europe à 214,5 TWh en 2005, soit 8% de la consommation électrique, et prévoit une croissance continue de cette consommation d'ici 2020. L'extrapolation à la France suivant un ratio de PIB (15%) conduit à une estimation de 32 TWh/an.

Le secteur résidentiel

L'étude REMODECE donne des résultats détaillés concernant les consommations individuelles des TIC, mais le facteur multiplicatif (taux d'équipement) n'est pas fourni, ne permettant par conséquent pas d'évaluation globale.

Pour leur part, EDF-R&D et le CEREN chiffrent la **consommation résidentielle** d'électricité spécifique à 68,1 TWh en 2006. Dans ce segment **l'informatique pèse 9% (6,1**

⁸ Quelques références :

- Etude OFFIS sur l'Allemagne, qui évalue à 38 TWh la consommation des TIC en 2001 (soit 8% de l'électricité du pays), et à 55 TWh en 2010 (soit 11% de l'électricité). En estimant à 80/60 le poids de l'Allemagne par rapport à la France, cela conduit à des valeurs de 34 TWh environ pour la France en 2008. Cette étude OFFIS fournit également des chiffres de consommation d'un panel de 2500 PC d'entreprises éteints la nuit. La consommation relevée s'élève à 1700 MWh, soit 680 KWh/PC, comprenant sans doute la consommation du LAN.
- Etude OFTEL en Grande Bretagne, qui fait état d'une consommation de 12 TWh pour les produits TIC domestiques, et 22 TWh pour les produits TIC non domestiques, soit 34 TWh pour un pays de taille voisine de la France.
- Le groupe de réflexion « Technologies de l'Information, Développement durable et Territoires » dans le cadre de la démarche DIACT-TIC21 annonce en mars 2007 une fourchette de la consommation électrique des TIC comprise entre 5 % et 10 % de la consommation électrique totale. Sur la base de la consommation totale d'électricité en France (453 TWh en 2006), cette consommation serait donc comprise entre 23 et 45 TWh, avec une valeur médiane de 34 TWh.

TWh) et l'audiovisuel 17,1% (11,6 TWh), soit 17,7 TWh au total. Il convient de souligner la consommation de plus en plus significative des systèmes de veille dans la consommation totale : 200 à 500 kWh/an/ménage soit environ 5 à 10 TWh, soit encore 10% de la consommation d'électricité spécifique et l'équivalent d'une à deux tranches nucléaires. Or ces dispositifs concernent principalement les matériels informatiques et audiovisuels: un démodulateur fonctionne en moyenne 13h/jour contre 6h pour une télévision, un magnétoscope est 90% du temps en veille (70% des consommations)...

Le secteur tertiaire

Le **secteur tertiaire** consomme globalement 223 TWh d'énergie finale en 2005. Pour l'électricité spécifique du secteur tertiaire, des chiffres 2003 donnent 47,5 TWh et 10,5 TWh pour la climatisation. La bureautique pesait, dans ce total, entre 10 et 11 TWh.

Les autres secteurs

Il n'existe aucune donnée détaillée sur la consommation électrique des TIC dans les secteurs primaire et secondaire.

2.3.2 Consommation des ordinateurs résidentiels et des boîtiers ADSL

L'étude REMODECE évalue à 396 kWh/an la consommation d'un poste de travail informatique en 2007. Cette consommation est décomposée comme suit (100% = 396 kWh/an) :

Type de matériel	% de consommation	Consommation annuelle (100% = 396 kWh/an)
Ordinateur et écran (320 kWh pour un ordinateur fixe et 54 kWh pour un ordinateur portable)	78%	309,5 kWh
Modem et ADSL (67 kWh)	11%	43,9 kWh
Imprimante (22 kWh) et scanner (19kWh)	7%	26,1 kWh
Autres périphériques	4%	16,1 kWh

La consommation en veille représente 48 kWh et celle en marche 348 kWh.

L'impact des boîtiers (accès ADSL, décodeurs TNT ou satellite, ...) semble sous-estimé dans l'étude REMODECE, puisqu'un boîtier consomme une centaine de kWh par an⁹, mais l'accroissement régulier de la proportion d'ordinateurs portables moins consommateurs d'électricité doit largement compenser ce phénomène. On retiendra au final une valeur de 350 kWh/an conduisant à une consommation **de 7 TWh** (y compris les boîtiers) pour les 20 millions de postes de travail, en légère hausse par rapport aux chiffres EDF cités en 2.3.1 datant de 2006.

2.3.3 Consommation électrique des ordinateurs professionnels

Seront retenus 350 kWh/an pour les ordinateurs professionnels auxquels il faut ajouter 200 kWh pour le réseau interne (LAN). Sur la base d'un parc de 20 millions d'ordinateurs

⁹ D'après UFC Que choisir (chiffre confirmé par France Télécom), les boîtiers consomment au moins 15W, ce qui correspond à 130 kWh puisqu'elles fonctionnent en permanence. Néanmoins, « Le particulier pratique, n°340 » de novembre 2008 fait état de 85 kWh/an par boîtier.

professionnels, ceci conduit à **11 TWh annuels**, en retenant 550 kWh/an/ordinateur professionnel, réseau compris.

2.3.4 La consommation électrique des serveurs est en forte croissance et représente près de 1% de la consommation française

La distinction entre serveurs et centres de données demeure assez floue mais on retiendra ici les serveurs en général, sachant que 80% de ces serveurs sont dans des centres de données, pouvant d'ailleurs être de simples « salles de serveurs ».

Selon APC-MGE, la consommation électrique mondiale des serveurs serait de 123 TWh en 2006 dont 40% dévolus à la climatisation. Le coût global correspondant est estimé à 35 Md\$/an. Pour le Gartner Group, la consommation électrique moyenne par serveur a quadruplé entre 2001 et 2006. Un autre constat effectué par ailleurs révèle que les centres informatiques consomment à surface identique de l'ordre de 100 fois plus d'énergie par m² qu'un immeuble de bureaux. La recherche de l'efficacité énergétique des centres de données revêt donc une importance primordiale.

Le WSC (World Semiconductor Council) affiche une consommation de 61 TW/h pour les USA en 2006. Pour l'Europe, IDC estime que la consommation électrique des serveurs qui était de 10,7 TW/h en 2003 a atteint en 2007 16,3 TW/h correspondant à un montant de 1,6 Md€.

Pour la France, EDF donne pour le secteur tertiaire seul, une consommation finale de 7,5 TWh dont 5 TWh pour l'informatique fixe (ordinateurs, imprimantes, écrans), 1,5 TWh pour les serveurs, et 1 TWh pour l'équipement divers en bureautique (photocopieurs, fax...). De son côté, France Télécom évaluait à 3,1 TWh la consommation électrique des serveurs en France en 2006 (sur une base de 1 million de serveurs, climatisation comprise).

L'extrapolation sur la base du chiffre retenu par le rapport de 1,3 millions de serveurs conduit à une consommation électrique de 4 TWh en 2008, cohérente avec des données fournies par ailleurs sur les consommations unitaires¹⁰.

Une politique de gestion de serveurs d'un grand opérateur : l'exemple de France Télécom

Pour son propre compte, France Télécom estime que dans un contexte de croissance du chiffre d'affaires du groupe de 3% par an, la consommation des serveurs croît de 15% par an, ventilés entre une consommation du SI traditionnel de l'entreprise stable ou en légère baisse, et une croissance de 30% liée à des nouveaux services (Portail Web, Vidéo On Demand...).

Or, l'optimisation du dimensionnement et de l'implantation des équipements peut apporter des gains de consommation électrique de 10 à 50% selon les sites. La diminution de la consommation des serveurs est donc une préoccupation récurrente de FT, le dégagement de chaleur de ses centres de données doublant tous les 5 ans. Les 17 centres de données de FT France représentent 17 000 serveurs et 20 MW de puissance instantanée. Pour France Télécom, la tendance est au regroupement de ses centres de données (70 en 1997, 17 aujourd'hui, avec un objectif d'une demi douzaine à court terme), et à l'optimisation de la charge des serveurs afin d'en diminuer le nombre. FT vise aussi des ventilations plus efficaces (jouer sur l'inertie du bâtiment et refroidir au maximum la nuit, refroidir plus spécifiquement les cartes des serveurs plutôt que l'air de la salle...), et des

¹⁰ La consommation d'un serveur (250 à 300 W 24/24) représente 2,5 MWh, auxquels il faut ajouter la climatisation qui représente aujourd'hui 30% du total d'après Alliance TIC et devrait atteindre 50% dans 3 ans. Le total s'élève à 3,5 MWh/an.

systèmes d'alimentation (simplifier la chaîne qui multiplie aujourd'hui redresseurs et onduleurs, afin d'améliorer l'efficacité énergétique¹¹. En revanche et même si le concept est cité dans les pistes d'études, aucun système de récupération de la chaleur des centres de données pour le chauffage des bureaux ou logements ne semble envisagé.

2.3.5 Les téléviseurs et leurs périphériques représentent le plus gros poste de consommation électrique au sein des TIC

Plusieurs études donnent des résultats différents. L'étude REMODECE de Juillet 2008 évalue à 546 kWh/an la consommation audiovisuelle par ménage, tandis que l'étude ADEME¹² indique une consommation moyenne de 333 kWh/an à partir de la répartition ci-dessous :

Equipement	%	Base : ADEME	Base : REMODECE
Télévisions	137%	160 kWh	192 kWh
Magnétoscopes	50%	122 kWh	40 kWh
Décodeurs Canal +	20%	96 kWh	
Démodulateurs	20%	80 kWh	
Téléphones- répondeurs	80%	25 kWh	84 kWh
HiFi	50%	35 kWh	
Accessoires téléphoniques			42 kWh

Les éléments fournis sur les écrans plats, davantage consommateurs d'énergie, et le fait que l'étude REMODECE reconnaisse que son échantillon de logements est probablement légèrement suréquipé par rapport à la moyenne française, conduisent à retenir une consommation de 500 kWh/an pour le poste audiovisuel principal des ménages.

Rapportée au nombre de 27,6 millions ménages (soit 27 millions de postes principaux), la consommation probable des équipements audiovisuels des ménages est donc d'environ 12,5 TWh/h pour le poste principal (TV, et autres magnétoscopes...). Cette estimation ne prend cependant pas en compte le multi-équipement (postes secondaires), dont le taux d'utilisation est vraisemblablement plus faible que les 6h quotidiennes du poste principal (résidences secondaires notamment). Le nombre de postes secondaires est estimé à 18 millions (45 – 27) et leur consommation à 2h/jour, soit 1 TWh.

Il faut de plus tenir compte de l'équipement des entreprises en télévisions, qui a décollé récemment avec la multiplication des écrans plats. La télévision d'entreprise (par exemple : les cafés/brasseries, les télévisions des halls et salles d'attente, celles des hôpitaux, des vitrines de magasins, etc.) présente un taux d'utilisation quotidien supérieur aux ménages, plus proche de 8 h par jour, sur une durée de 220 jours par an. On estime ce parc à 8 millions de postes, dont la consommation est relativement élevée (postes récents à écran plat) et estimée à 2 TWh par an.

¹¹ Rapport entre la consommation avant les redresseurs à la consommation des cartes électroniques elles mêmes.

¹² Guide des facteurs d'émission (Janvier 2008)

Au total, la consommation du secteur audiovisuel (hors consommation des opérateurs) ressort à :

	Nombre	Consommation annuelle	Total
Ménages, postes principaux	27 millions	500 kWh (ensemble audiovisuel)	13,5 TWh
Ménages, postes secondaires	18 millions	60 kWh	1 TWh
Entreprises	8 millions	246 kWh (8h*220j*140W)	2 TWh
Consommation totale			16,5 TWh

Il s'agit du plus gros poste de consommation des TIC, par ailleurs en forte croissance avec la multiplication des écrans plats et des adaptateurs/ décodeurs qui accompagnent les migrations de la télévision vers le numérique et la haute définition.

2.3.6 Une faible consommation électrique des téléphones mobiles

Pour un parc de plus de 60 millions d'appareils de communications électroniques mobiles actifs (2G, 3G et assimilés.....) correspondant à un taux d'équipement de 85%, EDF fournit une consommation de 130 GWh. De son côté, l'ARCEP comptabilise 55 millions d'abonnements de téléphonie mobile actifs (parc de cartes SIM). La mission retiendra donc une consommation globale de 0,1 TWh, ce qui reste négligeable.

2.3.7 La consommation électrique des autres matériels TIC est difficile à évaluer

Le reste des matériels comprend les matériels télécoms des opérateurs fixes et mobiles et des fournisseurs d'accès dont le CEREN¹³ estime la consommation électrique à 3 TWh (30% pour les équipements des réseaux mobiles et 70% pour les équipements des réseaux fixes).

Dans les autres matériels, sont également comptabilisés les équipements télécoms présents dans les entreprises (PABX, routeurs, LAN, Private Mobile Radio, équipements de mesure...) et les équipements électroniques présents dans beaucoup d'appareils allant des machines à laver à l'automobile, dont la consommation électronique est probablement supérieure.

A partir des données du SESSI, qui estime d'une part le chiffre d'affaires de l'industrie des TIC à 44 Mds¹⁴ en 2005, et d'autre part que l'informatique, l'électronique grand public et les télécoms en représenteraient une petite moitié, on retiendra une valeur conservatoire (et très approchée) de la consommation électrique des autres matériels de 20 TWh/an, tenant compte de différents facteurs : d'une part que les autres matériels sont souvent produits en plus petite série donc surreprésentés dans leur poids financier, ou qu'ils sont peu consommateurs d'électricité (appareils de mesure utilisés épisodiquement, fils et câbles...); d'autre part, que

¹³ CEREN : Evaluation et suivi des consommations d'électricité dans les secteurs des télécommunications et de l'eau en 2005

¹⁴ Pour 2005, le CA est de 44 Mds, répartis entre Informatique (2), Composants (10,1), Electronique Grand public (4,8), Télécommunications (12,8), Fils & câbles ((1,8) et appareils de mesure (12,4).

les ordinateurs et téléviseurs sont largement importés, et plutôt sous-représentés dans les statistiques du SESSI.

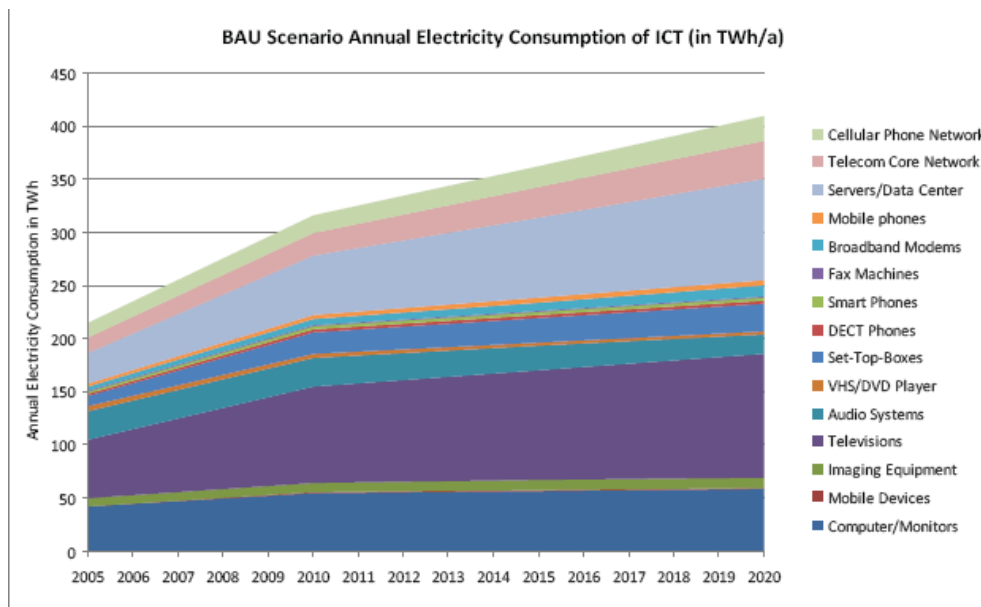
2.3.8 Synthèse : la consommation électrique des TIC est évaluée à 58 TWh

La synthèse des estimations ci dessus donne les valeurs suivantes:

Postes de travail informatiques (ordinateurs, écrans, imprimantes) résidentiels	7 TWh
Postes de travail informatiques (ordinateurs, écrans, imprimantes) professionnels	11 TWh
Serveurs et centres de données	4 TWh
Téléviseurs, magnétoscopes	16,5 TWh/an
Téléphones mobiles	0,1 TWh
Autres matériels (télécoms et électronique)	20 TWh

Le total s'élève ainsi à 58,5 TWh de consommation électrique annuelle, **soit 13,5 % de la consommation électrique française** évaluée à 434 TWh. Sur la partie résidentielle, on constate que la consommation audiovisuelle est supérieure à la consommation des ordinateurs et leurs périphériques.

La mission a tenté de comparer ces estimations aux extrapolations que l'on pourrait faire de l'étude Bio Intelligence services de la DG INFSO (« Impact of ICT on Energy Efficiency »), dont les résultats figurent ci après¹⁵.



¹⁵ European Commission: BAU Scenario until 2020 – ICT Sector total electricity use (use phase EU 25).

En regroupant les différents secteurs, l'extrapolation à la France (15% du PIB de l'Union Européenne), et le regroupement par secteur donne la synthèse suivante (TWh/an).

	UE 25	France	Présent rapport
Ordinateur et Informatique (Hors serveurs)	68,6	10,29	18
Serveurs	29,1	4,365	4
Audiovisuel et équipements d'images	86,8	13,02	16,5
Téléphones portables	2,7	0,405	0,1
Réseaux télécoms	27,3	4,095	3
Autres matériels	non compté		17
Total	214,5	32,175	58,6

Les différences proviennent essentiellement de 3 points : (i) l'assiette prise dans le rapport est plus importante que celle retenue par la DG INFSO car elle comprend l'électronique en général (appareils de mesure, appareils médicaux, électronique embarquée...) comptabilisée pour 17 TWh ; (ii) la consommation des ordinateurs est plus forte. Ce point s'explique moins, si ce n'est par la consommation des Box qui est un phénomène spécifique à la France ; (iii) l'audiovisuel est légèrement plus élevé dans l'évaluation de la mission, mais ceci s'explique par le fait que l'étude de la DG INFSO date de 2005, et que nous avons essayé de donner des estimations 2008, intégrant la forte croissance actuelle du parc des écrans plats. Le graphique ci-dessus illustre d'ailleurs cette croissance.

Perspectives proches

Sur la période de 1996 à 2006, le taux de croissance de la consommation électrique due aux TIC est de 10 % selon l'étude REMODECE. Ce taux est confirmé par une étude de l'observatoire de l'énergie réalisée en 2000. Les perspectives actuelles ne permettent pas d'espérer un ralentissement de ce taux de croissance. Une série de facteurs laissent présager son maintien à ce niveau.

Le remplacement des téléviseurs cathodiques par des téléviseurs à écran plat va connaître une forte accélération avec l'extinction de la télévision analogique en 2011. Or, le téléviseur cathodique consomme 80W, et son remplaçant de l'ordre de 200 à 250 W en moyenne pour un écran LCD. Malgré les progrès, les décharges d'énergie nécessaires à l'allumage des pixels des écrans plasma génèrent une consommation accrue de l'ordre de 100 à 500W pour les écrans les plus grands. De plus, le téléviseur cathodique ne sera pas toujours mis au rebut, conduisant ainsi à une augmentation du parc. Enfin, les téléviseurs à écrans plats ont une durée de fonctionnement quotidien nettement supérieure à celle des écrans cathodiques. Par ailleurs, certains foyers ne changeront pas de poste. Il est prévu que l'arrêt de l'analogique conduise à la mise en place de 9 millions d'adaptateurs supplémentaires, entre 2009 et 2011. Ces 9 millions d'adaptateurs, sur la base d'une consommation annuelle de 85 kWh, consommeront 0,75 TWh/an.

L'arrivée d'une nouvelle génération de téléphones mobiles, avec un écran de taille supérieure, et l'arrivée de la télévision mobile personnelle, avec les extensions en puissance d'émission nécessaire, joue aussi en faveur d'une consommation électrique accrue.

Egalement, il faut compter la mise en place de boîtiers télécom de plus en plus sophistiqués : les opérateurs d'accès ADSL proposent désormais des boîtiers avec disque dur intégré, consommant 28 W, contre 15 W pour la majorité des boîtiers actuels.

La seule perspective favorable est constituée par la généralisation des ordinateurs portables, consommant nettement moins que les ordinateurs fixes. Mais cette baisse risque d'être occultée par la massification du marché : les ordinateurs ultra portables étant désormais proposés à 300 euros, le parc d'ordinateurs s'accroîtra, de même que le nombre d'adaptateurs secteurs pour les recharger.

En supposant le maintien du taux de croissance actuel moyen de 10 %, il faut s'attendre à ce que la part de **20 % de la consommation d'électricité française soit atteinte dès 2012**.

On ne peut que constater qu'il y a, en l'état, une incompatibilité manifeste avec l'objectif de réduction de 20 % de la consommation énergétique française à l'horizon 2020.

2.4 L'empreinte carbone de la production des matériels est supérieure à celle de leur usage

2.4.1 Méthodologie : une approche par données unitaires, négligeant l'impact des déchets

2.4.1.1 Principes et limites de l'étude : peu de données fiables disponibles

Le calcul de l'empreinte en CO₂ du secteur TIC est complexe, et dépend significativement des hypothèses de départ, souvent simplificatrices. Il est difficile d'obtenir des chiffres, et les valeurs retenues, provenant pour la plupart de l'ADEME, comportent, selon l'Agence elle-même, une marge d'erreur de l'ordre de 30%. Le transport n'a probablement pas été pris en compte, mais son impact reste faible sur ces matériels relativement onéreux¹⁶. On peut notamment signaler les éléments suivants :

Les chiffres relatifs à la production des matériels comprennent souvent une large part de CO₂ liée à l'énergie. Or le taux de dégagement de CO₂ par MWh est très différent entre la France (84 kg CO₂/MWh) et la moyenne mondiale (450 kg/MWh environ). Ainsi, le fait que le matériel correspondant soit produit en France ou à l'étranger change notablement la donne.

Le secteur « bâtiment – usage des bureaux » est lui aussi souvent mal comptabilisé. Dans les bilans carbone (comme celui de France Telecom) réalisés sur le modèle ADEME, l'usage des bureaux (notamment le chauffage au fioul) est comptabilisé, mais le dégagement de CO₂ lié à la construction des bâtiments qu'occupe le secteur n'est pas évalué. En revanche, dans des approches macroscopiques, dans lesquelles on calcule l'empreinte carbone par euro de

¹⁶ Le coût du transport depuis la Chine est évalué à moins d'un euro par kg (donc moins de 5 kg CO₂ par kg).

PIB, la construction des bâtiments est indirectement prise en compte. L'ADEME donne (cf tableau en annexe 6) des ordres de grandeur de ce phénomène. Un agent de bureau occupe de l'ordre de 20 m² de bureau (locaux communs compris) en général en béton qui a généré pour sa construction 128 kg eqC/m², soit un coût en CO₂ de 470 kg CO₂/an en amortissant les bâtiments sur 20 ans.

Les activités de transport des agents du secteur TIC (transports professionnels, transports domicile- bureau) doivent-elles être comptabilisées au titre du secteur TIC ? Les approches macroscopiques les incluent tandis que les approches plus analytiques (telles que le bilan carbone des entreprises) n'incluent pas le trajet domicile travail. La mission a donc choisi de comptabiliser les transports professionnels qui sont en principe inclus dans les bilans carbone mais pas les trajets domicile- travail des salariés.

La mission s'est donc efforcée d'effectuer une estimation globale du secteur TIC, en additionnant l'empreinte liée à la production des matériels qui est relativement connue et des estimations à partir de ratios pour les activités humaines et logistiques (électricité, chauffage, transports...). Cette approche apparaît la plus réaliste sachant que l'empreinte en termes de production des matériels est prépondérante par rapport à l'empreinte liée à l'usage de ces matériels en France. Elle comporte toutefois un écueil: l'empreinte carbone liée à l'usage des matériels professionnels (et notamment leurs consommations d'électricité) est intégrée dans les bilans carbone des entreprises. Il convient donc de ne pas la comptabiliser deux fois.

Le secteur des TIC utilisant essentiellement des biens d'importation, l'approche consistant à additionner l'empreinte de la production des matériels TIC et les empreintes comptabilisées dans les bilans carbone des entreprises (lesquels n'incluent pas l'empreinte liée à la production, mais incluent le chauffage ou les transports) a été retenue.

Seront donc distinguées les empreintes carbone liées à la production des matériels TIC (ordinateurs et serveurs, téléviseurs et autres matériels audiovisuels, matériels radio tels que téléphones portables et équipements de réseaux..., autres matériels TIC) et les empreintes carbone liées aux activités du secteur des TIC.

2.4.1.2 Données unitaires servant de base aux évaluations

Les valeurs moyennes données par l'ADEME traduisent essentiellement l'empreinte énergétique liée à la production. Les chiffres de conversion de l'énergie en CO₂ sont d'ailleurs des chiffres standards : la production d'un ordinateur fixe à écran cathodique serait évaluée à 680 kg de CO₂ (dont seulement 28 kg pour le tube cathodique), à partir de 241 kg de combustible fossile, et la production d'un ordinateur fixe à écran plat serait évaluée à 1280 kg CO₂ pour sa production (dont 675 kg pour l'écran plat). Plus généralement, l'ADEME estime qu'un euro dépensé en matériel informatique induit l'émission de 900 g de CO₂.

En l'absence de données sur les ordinateurs portables, la mission a tenté d'évaluer l'empreinte carbone par les rapports de poids (28 kg/ 3 kg) et de prix (1400 € / 700 €) entre ordinateurs fixes et portables: une valeur de 300 kg de CO₂ par ordinateur portable paraît vraisemblable. De même pour les imprimantes (5 kg contre 28 pour les ordinateurs), si l'on tient compte du fait que beaucoup d'imprimantes sont partagées dans les entreprises, on retiendra un chiffre conservatoire de 80 kg de CO₂.

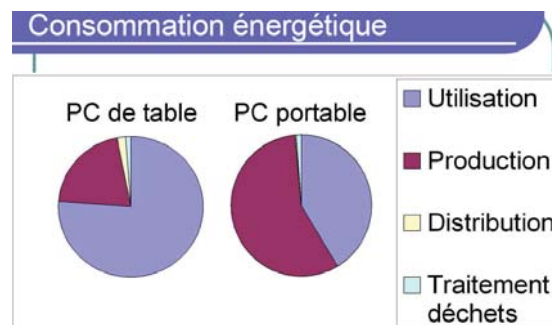
Le poste de travail moyen, supposé être constitué de 20% d'ordinateurs fixes avec écran cathodique, 40% d'ordinateurs fixes avec écrans plats, 40% d'ordinateurs portables et des imprimantes associées, pèse donc pour 768 kg de CO₂, arrondi à **800 kg de CO²**.

Pour les serveurs, on retiendra le chiffre de **1000 kg de CO₂**.

Pour les estimations concernant l'usage des matériels, il est nécessaire de disposer d'un taux de conversion de l'énergie électrique. L'alimentation des matériels TIC est presque exclusivement électrique. Il convient donc d'utiliser des ratios de conversion indiquant combien de CO₂ a été dégagé pour la fourniture d'un MWh d'électricité. Compte tenu de la forte part du nucléaire en France, l'ADEME estime que le MWh français coûte 84 kg de CO₂ (alors qu'il coûte environ 450 kg en moyenne dans le monde)¹⁷.

2.4.1.3 L'empreinte carbone due à la fin de vie reste négligeable

Le tableau ci après, extrait d'une étude du CIRAIQ (Ecole Polytechnique de Montréal¹⁸) montre que la distribution et la fin de vie des ordinateurs ne comptent que pour 1% ou 2% des émissions de CO₂ de ces produits. Compte tenu de la marge d'erreur possible, on négligera leur impact.



2.4.1.4 Bilan global unitaire

Au total, pour un poste de travail moyen utilisé en France et ayant une durée de vie de 5 ans, l'empreinte carbone tenant compte de la production, de l'utilisation et du volet déchets, est estimée à environ **200 kg de CO₂ par an**. Il est intéressant de noter que l'utilisation du même ordinateur en Grande Bretagne aurait une empreinte d'environ 400 kg CO₂/an 2 fois supérieure.

Par serveur, les chiffres retenus conduisent à 536 kg de CO₂/an.

¹⁷ L'Ademe fournit (Bilan Carbone – Guide des facteurs d'émission V5.0 – Janvier 2007) des chiffres 2004 venant du GHG Protocol et de l'AIE pour les facteurs d'émission de la production d'électricité par pays (en kg CO₂/MWh) : France : 84 ; Allemagne : 517 ; Danemark : 334 ; UK : 455 ; Moyenne UE : 352 ; USA : 579 ; Japon : 422.

¹⁸ www.polymtl.ca/ciraig

2.4.2 L’empreinte carbone de la production des matériels

2.4.2.1 Les ordinateurs et serveurs

L’ensemble du secteur représente un parc d’environ 40 millions d’ordinateurs (20 millions d’ordinateurs résidentiels et 20 millions d’ordinateurs professionnels) et 1,3 millions de serveurs. Sur la base des évaluations ci-dessus, on arrive à la synthèse suivante en Mt CO₂, dans l’hypothèse d’une durée de vie de 5 ans pour les ordinateurs et d’une équivalence de 84 kg CO₂/ MWh pour l’électricité en France :

	Empreinte Production (ramenée à l’année) MtCO²	Empreinte usage MtCO² (TWh)	Total MtCO²
Postes de travail résidentiels	3,2	0,6 (7 TWh)	3,8
Postes de travaux professionnels	3,2	0,92 (11 TWh)	4,12
Serveurs et centres de données	0,26	0,34 (4 TWh)	0,6
Total	6,66	1,86 (22 TWh)	8,52

Nota 1: L’empreinte CO₂ liée à la production pèse beaucoup plus lourd que celle liée à l’usage en raison de la production nucléaire d’électricité. En revanche, en prenant des chiffres moyens niveau monde, (et une équivalence de 450 t CO₂/GWh), on aurait un total de 17 Mt CO₂, dans lequel la part d’usage serait alors prépondérante.

Nota 2 : En ce qui concerne l’obsolescence des matériels, si la recherche d’économie de la consommation électrique pousse au renouvellement fréquent des parcs de serveurs, le bilan carbone de cette stratégie s’avère globalement négatif dès lors que l’on incorpore la totalité du cycle de vie des matériels, et notamment le coût carbone de leur fabrication. Cette remarque vaut évidemment pour l’ensemble des autres matériels très coûteux en métaux rares et en énergie de base. L’intérêt économique des constructeurs est malheureusement assez éloigné de l’objectif de développement durable. Néanmoins cet aspect fait l’objet de recherches laissant espérer des solutions innovantes opérationnelles à court terme.

2.4.2.2 Les téléviseurs

La mission a interrogé l’ADEME, qui ne disposait pas a priori d’évaluation sur l’empreinte CO₂ des téléviseurs, mais qui a estimé qu’un téléviseur à écran plat de 80 cm (32’) contenait 2 fois plus de matière carbonée qu’un écran plat d’ordinateur de 17’, donc correspondait à 380 kg eqC (1390 kg CO₂). On reprendra l’hypothèse simplificatrice comme quoi l’ensemble des appareils audiovisuels d’un ménage équivaut à 2 téléviseurs, mais on considérera qu’il s’agit d’un écran plat plus un écran CRT¹⁹ estimé à 100 kg CO₂. De ce fait, l’équipement par ménage correspond à environ 1500 kg CO₂ et le parc des 27,6 millions de ménages français représenterait 41,3 Mt CO₂ en production, soit 5,9 Mt CO₂/an dans l’hypothèse d’une durée de vie de 7 ans. S’y ajoute le parc professionnel, estimé à 8 millions de téléviseurs comptés pour 1000 kg CO₂ car la plupart sont récents. Sur une base d’usage de 7 ans, ceci représente

¹⁹ Cette hypothèse se rapporte donc plutôt à l’évaluation de ce qu’a coûté le parc actuel qu’à l’évaluation de ce que coûtera le parc futur. Néanmoins, la baisse régulière et sensible du coût des écrans plats devrait avoir une répercussion sur l’empreinte CO₂ de ces matériels dans le futur.

0,85 Mt/an environ. La consommation électrique liée à l'usage de ces matériels a par ailleurs été estimée à 16,5 TWh, donc 1,38 Mt CO₂.

Au total, le parc des téléviseurs affiche une empreinte carbone de 8,13 Mt CO₂/an (dont 6,75 Mt pour la production).

2.4.2.3 Les autres matériels

Les téléphones portables représentent un flux de 35 millions par an. Un document de Sony-Ericsson fait état de 21 kg CO₂ par portable²⁰, assez cohérente avec les ratios de poids par rapport aux ordinateurs. Le total pour la production des téléphones mobiles représente ainsi 0,74 Mt/an, et on a vu que leur consommation électrique était négligeable.

Pour les autres matériels, la même approche de proportionnalité au chiffre d'affaires permet d'estimer leur impact à environ 8 Mt CO₂.

2.4.2.4 Synthèse de l'empreinte production des matériels TIC

	Empreinte production (ramenée à l'année) MtCO₂	Empreinte usage MtCO₂ (TWh)	Total MtCO₂
Postes de travail résidentiels	3,2	0,6 (7 TWh)	3,8
Postes de travail professionnels	3,2	0,92 (11 TWh)	4,12
Serveurs et centres de données	0,26	0,34 (4 TWh)	0,6
Téléviseurs et audiovisuel	6,75	1,38 (16,5 TWh)	8,13
Téléphones mobiles	0,74	négligeable	0,74
Reste des TIC	8	1,68 (20 TWh)	9,68
Total	22,15	4,92 (58,5 TWh)	27,08

²⁰ Un document de l'ADEME (CODDE, Marc Janin, 30 avril 2008), fait état de 13,5 kg à 25 kg CO₂ suivant la durée de vie des matériels (2 ans ou 1 an)

2.5 L'empreinte des activités d'exploitation du secteur des TIC

Il s'agit des activités des opérateurs et distributeurs/SSII principalement²¹.

2.5.1 *Eléments sur la méthodologie d'estimation*

L'approche a consisté à s'appuyer sur le nombre de salariés, et à lui appliquer un taux d'émission propre au secteur.

Les bilans carbone des entreprises donnent des éléments incomplets, car ils ne prennent pas en compte la production des matériels qu'elles utilisent, ni le coût en CO₂ de construction des locaux utilisés. Ces éléments sont extraits des bilans d'entreprise, en particulier de France Télécom, de Hewlett Packard et de IBM.

La société Hewlett Packard, dans son bilan d'activité « Monde » fait état de 1,5 Mt CO₂ pour 172 000 salariés et 104 Mds \$ de CA, ce qui représente 8,7 t CO₂ par salarié et 20 g CO₂/€. IBM affiche 2,4 Mt CO₂ en 2006, soit 6,8 t/agent et 38 g/€. Le bilan carbone de France Telecom fait apparaître quelques données moyennes. L'empreinte CO₂ par agent en France est de 1,65 t hors transport, comprenant l'électricité (17,2 MWh/agent, soit 1,5 t CO₂). L'empreinte CO₂ des transports est par agent de 1,1t. Ces quelques données mettent en évidence la disparité des empreintes carbone en fonction du pays, mais celle ci s'explique largement par le taux de conversion de l'électricité en CO₂. Ainsi, un agent de France Telecom en France n'émettrait "que" 2,75 t de CO₂/an alors qu'un agent de France Telecom situé en Grande Bretagne en émettrait 12,1 t, valeur proche de celles fournies par Hewlett Packard et IBM.

Le rapport du GIEC fournit des chiffres moyens d'émission de CO₂ par habitant en 2007. Pour l'Europe, le ratio est d'environ 10 t CO₂ par habitant. Pour la France, la production de CO₂ est estimée à 554 Mt de CO₂, soit 8,9 tonnes par habitant. Mais le temps salarié n'est qu'une fraction du temps annuel de l'habitant (18%), ce qui conduit à un peu moins de 2t CO₂ pour un salarié.

2.5.2 *Estimation retenue*

Les bilans carbone des entreprises, celui de France Telecom par exemple, omettent l'empreinte liée à la production des matériels, et ne sauraient donc être suffisants pour tirer des conclusions. L'approche par proportionnalité au PIB est également très incertaine attendu qu'un salarié de bureau produit environ 30 g CO₂/€ et que l'achat d'un ordinateur représente environ 50 fois plus²². A titre indicatif, une proportionnalité au PIB France donne une valeur d'environ 60 Mt.

L'approche la plus raisonnable consiste alors à appliquer un ratio moyen de 4 t/agent (qu'une étude ancienne du CNRS affectait à l'administration PTT/ Télécom) aux 784 000

²¹ Les activités des entreprises de distribution grand public de matériels n'ont pas été prises en compte.

²² La base de calcul est de 1 t/an pour un salarié dont le prix de revient est de 30 k€ soit 33g/€, alors qu'un PC de 700€ est responsable de 900 kg de CO₂, soit 1286 g/€

agents du secteur. **Ceci conduit à 3,1 Mt pour l'activité des agents du secteur (y compris électricité).**

2.6 Synthèse : l'empreinte globale des TIC, estimée à 30 Mt CO₂/an, représente 5% des émissions de GES.

Le tableau récapitulatif ci après réalise l'agrégation de l'empreinte liée aux consommations électriques et de l'empreinte production des TIC, mais pas l'empreinte liée à la construction des bâtiments occupés par les agents des TIC (laquelle pourrait être estimée à 0,4 Mt). Il convient une fois de plus de rappeler la difficulté de la mission à trouver des données fiables et cohérentes. La mission estime que ces données présentent une marge d'erreur de 30% environ.

	Empreinte production (MtCO² /an)	Empreinte usage MtCO² (TWh)	Total MtCO²
Postes travail résidentiels	3,2	0,6 (7 TWh)	3,8
Postes de travaux professionnels	3,2	0,92 (11TWh)	4,12
Serveurs et centres de données	0,26	0,34 (4 TWh)	0,6
Téléviseurs et audiovisuel (compté résidentiel)	6,75	1,38 (16,5 TWh)	8,13
Téléphone mobile (compté professionnel)	0,74	Négligeable	0,74
Autres matériels TIC	8	1,68 (20TWh)	9,68
Total matériels	22,15	4,93 (58,5 Wh)	27,08
Activités du secteur TIC professionnel		3,1	3,1
Total résidentiel	9,95	1,99 (23,5 TWh)	11,94
Total Professionnel	12,2	6,04	18,24
Total général	22,15	8,03	30,18

Ceci constitue globalement environ 5% de la production de CO² en France estimée à 554 Mt. Ce taux mérite toutefois quelques commentaires :

- d'une part, il est relatif à l'ensemble du secteur TIC, et non au périmètre étudié par le Gartner. Pour ce seul périmètre (qui ne comprend pas l'audiovisuel et la plupart des "autres matériels"), l'empreinte CO² est en fait légèrement inférieure à 15 Mt, soit 2 à 3%

- d'autre part une bonne partie (estimée à une douzaine de Mt) des émissions citées ne font pas partie des 554 Mt français puisque la plupart des matériels électroniques (ordinateurs, téléviseurs, téléphones portables...) sont importés.

Le secteur professionnel des TIC représente pour sa part 19 Mt soit environ 3% du dégageant comptabilisé en France, ce qui est un peu supérieur à la moyenne sur le plan des effectifs salariés²³, mais inférieur à la moyenne par référence au chiffre d'affaires (puisque le secteur représente 10% en chiffre d'affaires du PIB, et 5 à 6% de la valeur ajoutée). Il y a donc un cercle "vertueux" puisque le secteur est moins pollueur que la moyenne et qu'il est à l'origine d'un certain nombre d'économies dans les transports, les déplacements, le bâtiment, la formation ou encore la santé.

Le poste audiovisuel et informatique domestique (ordinateur et télévision) pèse 12 Mt CO²/an. Même si le taux moyen par citoyen (120 kg) reste assez faible, le secteur audiovisuel seul est responsable du quart du dégageant de CO² des TIC avec 7,7 Mt soit plus de 1% du dégageant de CO² en France. Il n'apporte par ailleurs pas de contribution identifiée directe à la réduction de l'effet de serre puisqu'il s'agit largement d'équipements de loisirs. Sa croissance ne va certainement pas faiblir en raison de l'évolution des taux d'équipements (écrans LCD ou plasma de grandes dimensions, décodeurs, jeux...) et du remplacement des tubes cathodiques par des écrans plats, qui nécessitent 10 fois plus de CO². Le poste audiovisuel est également celui qui génère la majorité des consommations électriques de veille.

Pour ces raisons, des gains sur l'efficacité énergétique sont à rechercher en soulignant par ailleurs qu'ils apparaissent techniquement réalisables. Cependant, contrairement au gros électroménager, aucune réglementation n'impose de seuils maxima de consommation, en fonctionnement ou en veille. Aucune information sur le niveau de consommation de ces appareils n'est obligatoire. Les seules initiatives prises dans ce domaine émanent des producteurs eux-mêmes, qui ont vu tout l'intérêt économique d'un positionnement « Green IT ». La proposition de directive de la Commission, en novembre 2008, pour exiger un étiquetage énergétique constitue un élément nouveau déterminant. Toutefois, compte tenu des procédures (codécision Parlement et Conseil), du calendrier institutionnel (nouvelle Commission et élections européennes) et des délais de transposition en droit national, les dispositions communautaires ne seront d'application en France qu'en 2011 au mieux.

On notera enfin l'importance prépondérante de l'empreinte CO² liée à la production des matériels par rapport à celle liée à l'usage (électricité), en raison de la production nucléaire, alors que dans la plupart des autres pays les deux aspects seraient voisins. Cette prépondérance est d'ailleurs un phénomène général des TIC. Une étude (TIAX pour la Consumer Electronics Association) compare par exemple l'impact énergétique d'un trajet de 21 miles en voiture d'une heure de travail sur un ordinateur. Dans le cas du trajet, l'essentiel des coûts énergétiques vient de l'usage (combustion de l'essence : 132 MJ sur 170 au total) alors que pour l'ordinateur, la part usage (0,4 MJ sur 2,3 MJ) est faible par rapport aux empreintes liées à la production des matériels et leur transport.

²³ Le secteur des TIC représentait en 2005 2,8% de l'emploi, donc on retrouve le même ratio, néanmoins, le secteur professionnel ne compte que pour une partie des 554 Mt CO² françaises.

2.7 Le bilan environnemental des déchets TIC

2.7.1 Déchets TIC et déchets blancs

Il est souvent délicat de faire une distinction précise entre les déchets électroniques et les déchets « blancs », c'est à dire réfrigérateurs, lave-linge, lave vaisselle. En effet, ceux-ci comportent souvent une carte électronique supportant la logique et les programmes des appareils. La réglementation européenne (directive 2002/96/CE) a opéré une distinction entre dix catégories de ce qu'il est convenu d'appeler les DEEE, déchets d'équipements électriques et électroniques. Ces catégories sont :

Catégorie	DEEE
1	gros appareil électroménagers
2	petits appareils électroménagers
3	équipements informatiques et télécom
4	audiovisuel grand public
5	matériels d'éclairage hors ampoules et éclairage domestique
6	outils électriques et électroniques
7	jouets, loisirs, sport
8	dispositifs médicaux
9	distributeurs automatiques.

2.7.2 La volumétrie

2.7.2.1 Volumétrie de l'ensemble des DEEE

Actuellement, un million de tonnes de produits électriques et électroniques ménagers sont mis sur le marché en France chaque année. Sur ce million de tonnes, 157.000 tonnes ont été récupérées en 2007. Ce chiffre est à rapprocher de l'objectif fixé par la directive européenne : 250.000 tonnes. Ramenés à la population les chiffres sont parlants : mis sur le marché : **16 kg** par habitant et par an, objectif communautaire de récupération en moyenne UE : **4 kg**, performance française : **2,5 kg** par habitant et par an.

Les performances de nos voisins en récupération sont les suivantes : Pays scandinaves : 15 kg/h/an, Royaume Uni et Irlande : 10 kg/h/an, Allemagne : 8 kg/h/an. La France se situe donc au tiers de l'Allemagne, au quart du Royaume Uni et de l'Irlande, et au sixième des pays scandinaves.

Il convient toutefois d'observer que nous ne disposons que d'une année de plein exercice de l'application de la directive DEEE (2007).

2.7.2.2 Volumétrie des déchets spécifiques « TIC »

On estime que 15% de la collecte DEEE, soit 24.000 tonnes, concernent les équipements informatiques, audiovisuels et de télécommunication, hors écrans, ainsi que le petit électroménager, qui sont collectés ensemble. 19% de la collecte (soit 30.000 tonnes) concernent les écrans (ordinateurs et télévisions).

Les taux de récupération des équipements informatiques et électronique sont modestes, de l'ordre de 10% ..

Bouygues Telecom indique que le taux de récupération des téléphones portables ne dépasse pas 5%, même lorsque l'opérateur procure un avantage financier de 10 euros en cas de retour des anciens portables.

2.7.2.3 La spécificité des déchets TIC

Le réfrigérateur est un déchet que les industriels du retraitement se disputent, car il est éminemment valorisable : beaucoup de métaux et des mousses d'isolation ayant une véritable valeur marchande. A part le fréon, qui nécessite des précautions particulières, il n'y a pas d'éléments vraiment problématiques. C'est le cas de la plupart des déchets blancs, hors cartes électroniques.

Telle n'est pas la situation des déchets TIC. Ceux-ci contiennent des éléments dangereux, tel le plomb des soudures, les terres rares des composants, et peu d'éléments valorisables, sauf l'or des connecteurs. Le déchet le pire est l'écran cathodique : la face interne de l'écran est tapissée de poudres électroluminescentes nécessitant un traitement spécifique. Le recyclage est par ailleurs remis en cause par la généralisation des écrans plats. Dans nombre de pays, la solution de retraitement consiste à exporter ces déchets vers des pays en voie de développement. Des procédés innovants sont toutefois en cours de développement (OSEO). De petite taille (sauf les écrans), le déchet TIC peut facilement passer aux ordures ménagères ou à la broyeuse des ferrailleurs. Dans les deux cas, le déchet dissémine des produits toxiques.

Le cas des terminaux mobiles

Il faut parmi ces déchets TIC signaler la situation particulière des téléphones mobiles. En effet, la politique des opérateurs de réseaux mobiles français consiste à subventionner les terminaux contre une période d'engagement pendant laquelle une partie du forfait sert au remboursement de cette subvention. Au terme de la période d'engagement de ces abonnements (qui fait par ailleurs l'objet d'un encadrement par la loi n° 2008-3 du 3 janvier 2008 pour le développement de la concurrence au service des consommateurs, dite « Loi Châtel »), il est possible de changer de terminal, à coût d'abonnement inchangé. Les clients n'ont donc aucune incitation à optimiser l'utilisation du terminal qu'ils ont en leur possession puisque le montant du forfait qu'ils acquittent reste identique, même s'ils choisissent de conserver leur terminal initial. Ils continuent ainsi de payer la part liée à la subvention du terminal et ont donc tout intérêt à renouveler celui-ci, même s'ils doivent pour cela se réengager.

Parallèlement, le système de fidélisation mis en place par les opérateurs mobiles par l'acquisition de points incite les abonnés à changer régulièrement de terminal (le taux de rotation du terminal mobile serait de 23 mois).

Ces mécanismes expliquent la prolifération des terminaux mobiles chez les ménages français.

Ainsi, de l'ordre de **25 millions de terminaux mobiles nouveaux seraient mis chaque année** sur le marché français. Or, le taux de collecte des anciens téléphones mobiles est très faible. Les opérateurs en récupèrent a priori moins de 5%. On peut considérer qu'aujourd'hui, en France, plusieurs dizaines de millions de mobiles sont ainsi en attente d'élimination dans les foyers.



Tiroir de portables stockés

Cette situation française est à replacer dans le cadre mondial : il se produit environ 1 milliard de terminaux mobiles par an dans le monde (4 millions chaque jour), dont 40 % par le seul Nokia.

La situation est différente à l'étranger. Des modèles différents, sans obligation de choisir le portable chez l'opérateur, sont plus répandus dans les pays nordiques, dans lesquels les usagers paient les terminaux séparément. Cela n'a pas freiné le développement des réseaux d'infrastructure mobile dans ces pays.

2.7.3 L'organisation française de collecte des DEEE

Elle repose sur deux filières, la filière ménagère et la filière professionnelle (voir le chapitre 3.4 La réglementation concernant les déchets TIC).

La filière ménagère

Dans la filière ménagère, les fabricants, importateurs et distributeurs d'équipements, qualifiés par la réglementation de producteurs, ont tous confié l'enlèvement et le traitement jusqu'à élimination complète des DEEE à quatre-éco-organismes collectifs agréés à cet effet. Il s'agit d'Eco-Systèmes (70 % du marché), EcoLogic (20%), ERP (10%) et Récyclum (lampes uniquement). Cette attribution a été effectuée suivant un cahier des charges prévu par décret et après avis d'une commission d'agrément et de suivi des DEEE.

Le dispositif (filière ménagère) est financé par les contributions versées par les consommateurs (les éco-participations) au moment de l'achat et par la valorisation des matières premières recyclées. Le barème des prix de collecte est fixé par les entreprises agréées. En raison de la montée en charge progressive de la collecte des DEEE, le montant des contributions (188 M€ en 2007) excéderait largement le coût des traitements, selon les informations recueillies. Il y a donc, au fil du temps, accumulation de masses financières dans les éco-organismes. En principe, il ne devrait plus y avoir d'excédents lorsque les objectifs du traitement seront atteints.

Sur ce total (188 M€), les collectivités locales ont reçu 10 M€ en 2007, ce qui représente le coût d'organisation de leur collecte. Ces montants sont distribués par un organisme coordinateur agréé par l'administration, l'OCADEEE. Les montants distribués sont pour 50% proportionnels au tonnage collecté, pour 10% concernent la participation aux coûts fixes des déchèteries, et pour le reste (40%) sont affectés à une provision pour les dépenses de communication locale. Ces dernières organisent leurs collectes au travers des déchetteries. Il en existe 4000 en France. Les distributeurs en gèrent 10 000 pour leur part.

En pratique, les éco-organismes agréés ont adopté des stratégies très différentes, répondant à des objectifs qui ne le sont pas moins.

Eco-systèmes a été créé à l'initiative des distributeurs de matériels électroménagers qui se sont ainsi placés en position de contrôle du dispositif. En effet, les adhérents d'Eco-systèmes représentent 70% du marché. Eco-systèmes est ainsi l'acteur majeur du dispositif. Selon les dispositions du décret, Eco-systèmes est ainsi responsable de la majorité du traitement des déchets.

Ce faisant, le conflit d'intérêt est possible, les distributeurs étant à la fois actionnaires et clients d'Eco-systèmes. C'est la raison pour laquelle la gouvernance d'Eco-systèmes prévoit que les barèmes de soutien financier à la collecte sont établis par le seul collègue fabricants.

Sur le plan financier, Eco-systèmes reçoit la plus grande part des contributions versées par les consommateurs au moment de leur achat chez les distributeurs.

Eco-systèmes a investi à l'heure actuelle 20 M€ dans 4 unités fixes de traitement du froid, et 2 unités mobiles. Pour apprécier l'impact sur les capacités globales de traitement, il serait nécessaire de rapprocher les capacités ainsi créées d'avec les capacités supprimées suite à la mise en place du nouveau cadre.

Eco-systèmes reçoit environ 70 % des 188 M d'euros de fonds collectés au titre de l'écotaxe et en a pour le moment réinvesti une part égale à $20 \text{ M€} / (188 * 70\%)$ soit 15 % . L'entreprise conserve ainsi actuellement dans sa trésorerie une somme importante que l'on peut évaluer à plus de 100 M€, sans que les investissements dans un véritable service de traitement des DEEE, qui reste largement à mettre en place, soient totalement engagés. Bien que le risque semble très faible, on peut s'interroger sur le devenir de ces sommes versées par les consommateurs si l'entreprise venait à disparaître, et également sur leur rendement dans la période d'incertitude financière actuelle.

Pour la collecte des déchets, Eco-systèmes s'appuie sur ses adhérents distributeurs qui disposent théoriquement de 10.000 points de collecte. En pratique, ces points de collecte, situés dans les magasins de distributeurs, semblent ne collecter surtout des matériels légers. De plus la règle du « un pour un » (un objet repris pour un acheté en magasin) constitue un frein indiscutable à la réception de tous les déchets en magasin. Ce sont principalement les matériels anciens récupérés lors des livraisons à domicile qui constituent l'apport le plus important des distributeurs.

Eco-systèmes confie une part de ses activités de collecte aux acteurs de l'économie sociale et solidaire, à hauteur de 36%, et à des proportions variables de 11 à 45 %, pour le retraitement. Il subventionne le réemploi des appareils à hauteur de 4 M€ (réseau Envie et communautés d'Emmaüs).

Concernant le réemploi des appareils, Eco-systèmes a contribué à hauteur de 4 166 tonnes à celui-ci.

Les autres éco-organismes ont un mode de fonctionnement très différent de celui d'Eco-systèmes. Ils ont cherché à mettre en place une organisation industrielle par région, pour diminuer la logistique (transport, stockage) qui constitue le plus gros poste de dépense du traitement des déchets. Ils se sont appuyés sur les centres de traitement existants et sur de nouveaux créés en France, ainsi que sur les collectivités locales qui collectent plus du double de déchets que les distributeurs.

Ecologic est une entreprise qui intervient dans le cadre de l'économie sociale et solidaire. Ses sous-traitants sont des entreprises d'insertion qui font travailler des personnes en difficulté physique ou sociale. Dans son domaine, Ecologic conduit une démarche de développement durable exemplaire et efficace, associant l'économie, le social et l'environnement, pour un résultat très satisfaisant.

ERP était déjà présent dans les autres pays européens qui avaient déjà engagé la mise en oeuvre dans les délais de la directive communautaire, avant la France. ERP s'est donc investi en France dès la date d'entrée en vigueur du décret, alors qu'Eco-systèmes adoptait une attitude attentiste. De ce fait, ERP a rapidement collecté et traité une part de déchets largement supérieure au pourcentage de diffusion des équipements de ses adhérents qui ne représentant que 10% de la distribution. Or le décret réglementant les DEEE interdit à un éco-organisme de collecter plus que son pourcentage d'adhérents. ERP a donc été sanctionné par la commission d'agrément où la grande distribution est largement représentée. ERP et ses sous-traitants ont dû se retirer d'une partie du marché, et ERP a dû transférer une partie de ses contrats à Eco-systèmes.

Le dispositif mis en place ne crée pas un environnement qui permet le développement d'une concurrence effective entre les éco-organismes, ne privilégie pas l'efficacité et contribue à cantonner le traitement des DEEE à un niveau faible par rapport à ce que devraient être nos ambitions en ce domaine, et alors même que des sommes importantes destinées à mettre en place des filières de traitement restent inutilisées.

La collecte de la filière professionnelle

Depuis la signature du décret réglementant les DEEE, plus personne ne se sent responsable en pratique des déchets produits mis sur le marché avant le décret. Précédemment, le marché des déchets professionnels était plutôt bien organisé et les déchets traités. La notion de détenteur responsable était claire et bien admise. Ce n'est plus le cas aujourd'hui. Les producteurs de produits électriques et électroniques ne sont de toute façon pas compétents en matière de traitement des déchets.

De ce fait, aucun système organisé n'a été mis en place depuis la sortie de décret dans la filière professionnelle, aucune entreprise n'est agréée pour le traitement des DEEE professionnels. En attendant, les produits restent stockés chez les détenteurs ou sont vendus à des brokers ou disparaissent sans trace visible.

Dans l'avenir, lorsque les produits vendus après la date de mise en oeuvre du décret reviendront sur le marché du déchet, on peut penser qu'une filière destinée spécifiquement aux produits professionnels se mettra en place. Mais on peut s'interroger sur l'intérêt de la distinction de traitement entre produits ménagers et professionnels. D'une part, en dehors de

produits très spécifiques (comme par exemple les scanners des hôpitaux) qui justifient pleinement de manière évidente des traitements particuliers, la plupart des produits de ce domaine destinés aux entreprises sont les mêmes que ceux destinés aux particuliers. La distinction est effectuée arbitrairement par le vendeur qui décide ou non de prélever l'écotaxe perçue normalement auprès des seuls particuliers. Sur les plans économiques et environnementaux, cette distinction ne paraît pas judicieuse. Les filières de traitement qui devraient se mettre en place pour les déchets professionnels feraient largement double emploi avec celles laborieusement installées pour traiter les déchets ménagers. Celles-ci seraient au contraire confortées par l'apport d'un volume supplémentaire à traiter.

2.7.4 Le bilan environnemental du dispositif

Bien que l'on ne dispose que de 18 mois de fonctionnement de ce dispositif, certains constats peuvent dès à présent être opérés. L'examen des chiffres du § 2.7.2 montre un retard évident de notre pays par rapport à ses voisins. Il est clair que beaucoup de déchets électroniques finissent dans la nature, ou dans une broyeuse et de là, vers une chaudière destinée à fondre le métal avec rejet inévitable des substances toxiques dans l'atmosphère.

Pour les déchets dits professionnels, il y a des lacunes, qui se payent de dégâts environnementaux. Les équipements utilisés par les entreprises ne sont pas collectés, le dispositif les concernant, institué par le décret de 2005, étant trop compliqué et inapplicable. En pratique, on assiste ainsi à des adjudications de matériels usagés provenant de grandes entreprises et portant sur des volumes importants, qui sont évacués, souvent à l'étranger, en dehors du cadre réglementaire et de toute approche de développement durable.

Le retard pris dans la collecte concerne surtout les petits matériels électriques et électroniques qui sont collectés en quantité très faible et sont généralement éliminés avec les ordures ménagères. Cela pose la question de l'information des consommateurs qui ne connaissent pas le dispositif mis en place. Il existe bien une charte de communication commune aux entreprises agréées mais celles-ci, concurrentes, ne s'entendent pas pour communiquer ensemble. On a clairement besoin d'une campagne de communication auprès du grand public qui pourrait être organisée par l'ADEME, sur financement du dispositif de contribution DEEE. De plus, la collecte de ces petits matériels électriques et électroniques doit être repensée et optimisée.

Les points de collectes des collectivités territoriales ne couvrent que 43 millions d'habitants. En conséquence, 20 millions ne sont pas couverts par ces points de collecte efficaces. Au total, 10 000 points de collecte sont gérés par les distributeurs de matériels et 4000 par les collectivités. Leur nombre devrait être augmenté. Il apparaît clairement que l'essentiel de la collecte des DEEE repose sur les collectivités qui sont perçues par les usagers comme les responsables naturels du traitement de tous les déchets des ménages, quels que soit leur nature. A contrario, le fonctionnement des 10.000 points de collecte gérés par les distributeurs devrait être revu. Ces points de collecte devraient accepter tous les DEEE, quels que soient leur nombre et leur origine.

Bien que les collectivités aient fait des efforts louables, au travers de l'ouverture des déchèteries, leurs procédures de collecte ne sont pas non plus exempts de défauts. Ainsi, certaines collectivités territoriales collectent les DEEE sur les trottoirs, ce qui laisse toute latitude à un récupérateur pirate de collecter l'équipement, d'en extraire ce qui l'intéresse dans son local, et de broyer et mélanger le reliquat. Cette pratique semble très répandue.

Ainsi, c'est le fonctionnement même de l'ensemble du dispositif qui devrait être revu.

Les conditions de contrôle du système devraient revenir à l'Etat, l'OCADEEEE chargé par le décret de « veiller à la cohérence de la filière » ne pouvant réellement exercer ce contrôle.

La rémunération des éco-organismes ne devrait pas être liée à l'activité de leurs actionnaires. Ils devraient être rémunérés à la tonne collectée et se voir imposer un pourcentage de collecte par rapport à la mise sur le marché de leurs adhérents, comme cela se pratique dans les autres pays. Le bas de laine constitué par l'écotaxe devrait être mobilisé pour faciliter la mise en place d'une filière française complète des DEEE.

La directive doit être mise en oeuvre également pour les déchets professionnels, en s'appuyant sur les filières de traitement déjà mises en place pour les déchets ménagers et en organisant des solutions mutualisées pour les professionnels.

3 LES REGLEMENTATIONS EN VIGUEUR

3.1 Le livre vert sur l'efficacité énergétique

3.2 La directive « EuP » 2005/32/CE relative à l'éco-conception

Cette directive adoptée en juillet 2005 s'applique aux fabricants et importateurs, elle vise à imposer des produits conçus pour réduire leur empreinte environnementale, y compris les ressources consommées pendant leur fabrication et leur élimination.

La directive ne comporte toutefois pas de disposition directement applicable. Elle institue un Comité, maintenant opérationnel, qui élabore, selon un programme de travail concerté, des règlements ponctuels, adoptés selon la procédure de comitologie, d'application directe et immédiate dans les Etats-membres.

L'un de ceux-ci est le futur règlement concernant les modes veilles sur lequel les Etats-Membres se sont accordés lors de la réunion du comité de réglementation sur l'écoconception du 7 juillet 2008. Il réduira de 75% la consommation des veilles d'ici 2020, fixant celles-ci à un watt maximum à échéance d'un an et à 0,5 watt en 2012. Cette « mesure d'application » de la directive éco-conception devrait entrer en vigueur au premier trimestre 2009.

3.3 La réglementation concernant la maîtrise de l'énergie pour le secteur des TIC

3.3.1 La directive 2006/32/CE relative à l'efficacité énergétique dans les utilisations finales

Cette directive a été adoptée le 5 avril 2006. Elle fixe principalement un cadre général pour l'efficacité énergétique, et fournit une base juridique aux dispositifs fiscaux et réglementaires, que les Etats doivent mettre en place. Plus particulièrement, elle fixe un objectif aux Etats membres : économie de 9% de l'intensité énergétique²⁴, au terme de la 9ème année d'application de la directive, elle demande aux fournisseurs de fournir des compteurs « qui mesurent avec précision la consommation effective et qui fournissent des informations sur le moment où l'énergie a été utilisée », elle définit les « certificats blancs », ou certificats d'économies d'énergie, elle prescrit un rôle exemplaire à l'Etat et elle exige des Etats membres un bilan de ses efforts dans des rapports tous les 3 ans (2007, 2011, 2014).

La France a rendu son premier rapport en février 2008. Elle s'est fixé un objectif allant au-delà de l'exigence communautaire : réduction de 2% par an d'ici 2015 de l'intensité énergétique finale, et objectif de réduction de 2,5 % par an d'ici 2030. Ces objectifs ont été inscrits dans le projet de loi Grenelle 1 (et antérieurement, avec des objectifs moins ambitieux, dans la loi programme du 13 juillet 2005 (loi POPE)). Ainsi, aux termes de la loi, la consommation d'électricité en France doit diminuer de 30 TéraWatts du 1^{er} juillet 2006 au 30 juillet 2009, et de valeurs supérieures pour les années suivantes.

²⁴ L'« intensité énergétique finale » est le rapport entre la consommation d'énergie et la croissance économique. Cet indicateur permet de s'abstraire de l'effet induit par la croissance de la population, notamment. La consommation d'énergie totale peut ainsi augmenter, alors que des efforts d'économie réels auront été réalisés

3.3.2 La directive 92/75/CEE concernant l'indication de la consommation en énergie des appareils domestiques par voie d'étiquetage

C'est l'une des 8 directives d'application de la directive « Etiquetage »²⁵ Elle s'applique aux produits suivants : réfrigérateurs, congélateurs et appareils combinés, machines à laver le linge, sèche-linge et appareils combinés, machines à laver la vaisselle, fours, appareils de production d'eau chaude et appareils de stockage d'eau chaude, sources lumineuses, appareils de conditionnement d'air.

Focalisée sur les produits blancs, cette directive ne contient pas d'exigences pour les produits bruns et gris. Ceci explique l'absence de toute mention de puissance actuellement en France.

Alors que les produits bruns et gris sont couverts par le champ de la directive éco-conception (voir ci-après) au même titre que les produits blancs, ils ne sont pas pris en compte dans la directive étiquetage : l'incohérence est manifeste.

La Commission, pour remédier à cette incohérence, a proposé en octobre 2008 la refonte/révision de cette directive, dans le cadre du paquet « consommation et production durable/ politique industrielle durable ».

Cette lacune sera donc comblée, mais comme mentionné précédemment au point 2.6, l'application concrète en France ne peut être attendue qu'en 2011 au mieux.

Energy		Washing machine
Manufacturer Model		
More efficient 		B
Less efficient Energy consumption kWh/cycle <small>(based on standard test results for 60°C cotton cycle)</small> <small>Actual energy consumption will depend on how the appliance is used</small>		1.75
Washing performance <small>A: higher G: lower</small>		A B C D E F G
Spin drying performance <small>A: higher G: lower</small> Spin speed (rpm)		A B C D E F G 1400
Capacity (cotton) kg		5.0
Water consumption		5.5
Noise (dB(A) re 1 pW)		5.2
Washing Spinning		7.6
<small>Further information contained in product brochure</small>		

3.3.3 Le règlement EC/106/2008 relatif à l'étiquetage des équipements de bureau

Ce règlement n°106/2008 du Parlement européen et du Conseil a été adopté le 15 janvier 2008. Il ne concerne que les produits des fabricants ayant adhéré au programme Energy Star, cette adhésion étant sur une base volontaire. Pour les fabricants n'ayant pas adhéré à Energy Star, il n'existe aucune obligation en matière d'affichage de consommation énergétique. Il est donc surprenant de constater, dans la société de l'information d'aujourd'hui, que les cafetières, par exemple, qui ne génèrent qu'une consommation insignifiante, se voient obligées d'afficher leur consommation, alors que des millions d'ordinateurs, consommant unitairement 4 fois plus, n'ont aucune obligation.

L'une des dispositions fortes du règlement concerne les achats publics de matériels de bureau en Europe. En vertu du règlement, les institutions de l'Union Européenne et les autorités gouvernementales centrales des États membres doivent appliquer, lors de l'acquisition d'équipements de bureau, des critères d'efficacité énergétique qui ne soient pas moins stricts que ceux définis dans le programme Energy Star. Jusqu'à ce règlement, les équipements pouvaient être achetés sans tenir compte du coût de l'électricité consommée pour leur utilisation. Ceci était évidemment un non sens économique et écologique : un modèle

²⁵ Directive 92/75/CE, JO L 297 du 13.10.1992, p. 16-19

économique en énergie est moins cher à long terme lorsqu'on tient compte à la fois du prix d'achat et du coût de l'électricité consommée.

La voie avait été montrée, en ce domaine, par les États-Unis, dont les marchés publics d'ordinateurs sont depuis plus de 8 ans, contraints de n'acheter que des matériels Energy Star. Ce règlement a été en fait appliqué par anticipation en France depuis la circulaire du premier Ministre du 28 septembre 2005, qui précise que « *A l'occasion du renouvellement de leur matériel de bureau, les administrations doivent acquérir des équipements certifiés « Energy Star »* ». A la connaissance des rapporteurs, l'application des dispositions de la circulaire ne se heurte à aucun obstacle particulier.

3.4 La réglementation concernant les déchets TIC

La première initiative a été communautaire avec la directive 2002/96/CE sur les déchets électriques et électroniques (DEEE) le 27 janvier 2003. La France a transposé cette directive par un décret du 20 juillet 2005, (soit avec un an de retard par rapport à la date butoir fixée par la directive), complété de 6 arrêtés d'application, pris de mi 2005 à mi 2006.

Ce décret introduit deux dérogations par rapport aux dispositions du code de l'environnement retenues pour les autres types de déchets. C'est en effet le producteur, et non le détenteur, des équipements EE, qui est responsable du traitement des déchets. D'autre part, le décret introduit une distinction entre produits destinés aux professionnels et produits destinés aux particuliers. Les distributeurs de produits professionnels bénéficient d'un régime plus favorable que les distributeurs de produits destinés aux particuliers. Ces derniers doivent en effet financer directement la filière de traitement des DEEE, avec un effet rétroactif pour les déchets « historiques », soit les produits mis en marché avant la réglementation. En revanche, les distributeurs d'équipements pour les professionnels doivent seulement provisionner dans leurs comptes le coût du retraitement éventuel des produits mis sur le marché. Ils ne sont responsables que des équipements produits après le 13 août 2005. On parle ainsi, en France, de « filière ménagère » et de « filière professionnelle ». Les collectivités locales sont en outre incitées à poursuivre les collectes qu'elles avaient pu mettre en place précédemment.

Il faut signaler une échappatoire peu explicable des producteurs à leurs obligations de responsabilité. La loi française (article 18 du décret du 20 juillet 2005) prévoit en effet que, certes, les producteurs sont responsables de l'élimination, « sauf s'ils en ont convenu autrement » avec leurs clients. Il suffit donc aux distributeurs de mettre cette clause « en petits caractères » dans les contrats de vente afin d'être déchargés de leurs obligations.

Actuellement, la directive DEEE est en révision à la Commission.

4 LES POLITIQUES ET LES DISPOSITIFS POSSIBLES DE MAITRISE DE LA CONSOMMATION DES TIC

4.1 Les actions européennes concernant la consommation des TIC

4.1.1 *Le plan d'action pour l'efficacité énergétique*

Ce plan a été présenté en Octobre 2006 et approuvé par le Conseil Européen en mars 2007. Il vise à « maîtriser et réduire la consommation en énergie ». « L'option du statu quo ne saurait être retenue ». L'objectif est celui bien connu du 20-2020, c'est à dire de réduire la consommation énergétique de 20% de l'énergie primaire d'ici 2020²⁶, dans les pays de l'Union. Ceci correspond à un objectif double par rapport au protocole de Kyoto à l'horizon 2012. Ce plan d'action annonce une série de mesures sectorielles à prendre dans les années à venir, dans des secteurs variés tels que la conversion d'énergie, les transports dont l'automobile (l'objectif connu de 120g/km), les bâtiments (objectif de consommation par m², les appareils électriques.

Les TIC n'y sont cependant mentionnées que de façon marginale, principalement au travers des modes « veilles » des équipements. Les téléviseurs y sont mentionnés, comme devant faire l'objet d'une norme minimale d'efficacité énergétique et d'un dispositif d'étiquetage. Manifestement, l'importance de la consommation des TIC n'avait pas encore été ciblée au niveau communautaire lors de l'élaboration de ce plan.

4.1.2 *Les « Codes de conduite »*

Cinq codes de conduite sont effectifs ou en cours d'établissement par le JRC²⁷ : « Systèmes pour les services de TV numérique »²⁸ (set-top boxes) depuis 1999 ; « External Power Supplies »²⁹, qui utilise les mêmes méthodes de test et les mêmes critères que le programme américain Energy Star, depuis 1999 ; « Uninterruptible Power Systems » depuis 2007 ; « Broadband Equipements » depuis 2007 ; « Centres de Données » (en cours d'adoption).

Il faut observer que les deux codes les plus anciens, concernant les « Set-top box » et les alimentations externes (chargeurs), adoptés en 1999, n'ont jusqu'ici été que d'une aide modeste, puisqu'ils n'ont pas empêché la situation de surconsommation actuelle, notamment dans le domaine des veilles. Le code de conduite sur les équipements haut débit (depuis 2007) n'a été signé que par très peu d'acteurs à ce stade (Thomson, Swisscom, TeliaSonera, TDC Services).

Concernant le code de conduite sur les centres de données (CD), probablement le plus ambitieux, la Commission a publié une première version (version 0.9 du 12 août 2008) début octobre, de façon à susciter l'intérêt des acteurs. Ce code de conduite couvre l'ensemble des centres de données, quelle que soit leur taille (de la chambre de serveurs aux bâtiments dédiés), qu'ils soient existants ou en construction, quels que soient leurs modes d'alimentation et de refroidissement. Le projet de code de conduite couvre deux volets : 1/ le volet « IT », qui

²⁶ Soit 390 MteP

²⁷ Joint Research Center, Etablissement de recherches de la CE situé à Ispra en Italie

²⁸ http://ec.europa.eu/energy/demand/initiatives/conduct_en.htm

²⁹ http://ec.europa.eu/energy/demand/initiatives/conduct_en.htm

fait référence à l'efficacité en terme de consommation des équipements du centre de données, 2/ le volet « infrastructure » qui fait référence aux systèmes électriques et mécaniques qui supportent les équipements IT. Le code de conduite s'intéresse simultanément aux deux volets, en établissant un instrument de mesure d'efficacité de consommation énergétique globale, défini comme un ratio entre la consommation énergétique liée aux équipements IT sur la consommation liée aux infrastructures³⁰.

4.1.3 Le programme efficacité énergétique de la DG Société de l'Information et Médias

La Commission Européenne a présenté le 13 mai 2008 une communication dont l'objet est de mettre en lumière le rôle présent et à venir des TIC comme un moteur formidable d'efficacité énergétique. Le programme intitulé « *Appréhender les challenges de l'efficacité énergétique par les TIC* » a pour première ambition de rapprocher les acteurs des secteurs des TIC et de l'énergie de façon à susciter des synergies, afin dans un second temps, d'engager des actions collectives et gouvernementales.

La communication comprend deux axes. D'abord, le secteur TIC, consommateur d'énergie, doit être en mesure d'améliorer sa propre efficacité énergétique, au niveau des composants, des systèmes et des applications auquel il recourt ; ensuite, le secteur TIC est un moyen d'améliorer l'efficacité énergétique dans la globalité de l'économie (de nos jours de plus en plus dépendante des TIC) en permettant de nouveaux business modèles, un meilleur suivi et contrôle de toutes sortes d'activités. Les premiers objectifs à atteindre reposent sur le réseau électrique (Power Grid), sur les maisons et bâtiments faibles utilisateurs d'énergie et sur l'éclairage.

Une consultation publique a été lancée durant l'été 2008. Les résultats de cette consultation devront donner lieu à un projet de politique plus concrète. La Commission Européenne consacre des fonds (1 milliards d'euros d'ici 2013) à des projets de recherche et des activités qui promeuvent le déploiement des nouvelles technologies réduisant l'impact négatif sur l'environnement³¹.

4.1.4 L'Association avec Energy Star

Dans le cadre d'un accord passé avec le gouvernement des Etats-Unis, la Communauté européenne participe au programme Energy Star (voir § 4.2), mais uniquement pour ce qui est des équipements de bureau. Concrètement, cette politique a eu pour résultat de produire un règlement (n° 106/2008), relatif à Energy Star (voir §3.3.4), obligeant les administrations européennes à acheter des matériels de bureau de performances au moins égales à Energy Star. Les équipements couverts sont en conséquence les ordinateurs de bureau et les ordinateurs portables, les écrans, les imprimantes, les scanners.

La Commission a aussi mis en place un « *Bureau Energy Star de la Communauté européenne* » (BESCE) composé de représentants nationaux ainsi que de représentants des parties intéressées. Le BESCE contrôle l'application du programme Energy Star dans l'Union et fournit conseil et assistance à la Commission.

³⁰ L'annexe B du code de conduite donne une méthode de calcul de ce ratio.

³¹ http://ec.europa.eu/information_society/activities/sustainable_growth/funding/index_en.htm

4.2 La politique américaine : Energy Star

Energy Star est le nom d'un programme gouvernemental américain chargé de promouvoir les économies d'énergie aux États-Unis. Il a été initié par l'EPA (Environmental Protection Agency) en 1992 pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il est actuellement conjointement géré par l'EPA et le Department of Energy. Il prend la forme d'un label apposé sur une multitude de produits qui respectent les normes environnementales. Une soixantaine de produits électriques sont couverts, qu'ils soient électroniques ou simplement électriques, tels qu'ampoules, pompes à chaleur, déshumidificateurs...

Concernant les TIC, il couvre l'essentiel des produits, s'appliquant aussi bien aux équipements de bureau (ordinateurs, fax, copieurs, écrans d'ordinateurs, imprimantes, téléphones) qu'aux produits audiovisuels (lecteurs DVD, chargeurs externes, télévisions, chaînes Hifi). L'une des forces du système est sa large couverture : tous les produits électriques sont concernés.

En revanche, la faiblesse est son système de type « tout ou rien ». Il n'y a pas de graduation, contrairement au système européen avec une échelle. Ceci fait que, le progrès technologique aidant, le label perd de sa signification.

Le label peut aussi être décerné à des bâtiments industriels, des bureaux ou des maisons particulières : ainsi, en 2005, 2000 bâtiments et 350 000 nouvelles maisons ont reçu cette marque de qualité aux États-Unis.



4.3 Les actions des fabricants

4.3.1 « The green grid » : une initiative pour l'efficacité des centres de données

The « green grid » est un consortium américain visant à développer l'efficacité énergétique dans les centres de données.



The « green grid »³² développe des standards, des méthodes de mesure objectives, élabore des recommandations, diffuse les meilleures pratiques et s'intéresse aux technologies permettant l'accroissement de l'efficacité du traitement de l'information. L'Association a ainsi produit une vingtaine de guide de recommandations ou de meilleures pratiques pour le « calcul vert » (« ecocomputing »).

Le bureau directeur de l'initiative, est composé des sociétés suivantes : AMD, APC, Dell, HP, IBM, Intel, Microsoft, Rackable Systems, Sun Microsystems et VMware.

4.3.2 Autres actions

La plupart des industriels majeurs du domaine des TIC revendiquent une action en faveur du développement durable. Ces actions relèvent du grand écart : les fabricants sont coincés

³² http://www.thegreengrid.org/gg_content/

entre recherche de performance pour leur produit, compétitivité économique, et protection de l'environnement.

On ne peut ici citer toutes les actions des fabricants. Nokia peut être mentionné comme l'une des entreprises ayant un souci réel en ce domaine. La consommation de ses émetteurs radio mobiles est ainsi passée de 2000 W à 500W par émetteur, entre 2000 et 2006. Il est vrai que la pression de ses clients opérateurs, qui payent la facture énergétique, n'y était pas étrangère. Mais Nokia a aussi récemment produit un téléphone mobile entièrement recyclable.

5 LES USAGES DES TIC PERMETTANT DES ECONOMIES D'EMISSIONS

Les TIC représentent d'une part un secteur économique à part entière et d'autre part une ressource commune à l'ensemble de l'économie. Une meilleure diffusion de leurs usages pourrait permettre d'envisager les TIC comme un moyen de mise en œuvre d'une politique plus efficace de développement durable. L'objet est ici d'identifier les potentialités des TIC sous l'angle du développement durable, et éventuellement de proposer des mesures dont la mise en œuvre pourrait favoriser celui-ci.

Recenser de façon exhaustive l'ensemble des potentialités de contributions positives des TIC au développement durable n'a pas été l'optique retenue. Un tel recensement serait trop long et de peu d'intérêt. La mission s'est donc à ce stade concentrée sur des applications parmi les plus significatives : le télétravail, les réunions à distance, l'optimisation des déplacements, le e-commerce, la dématérialisation des procédures et l'optimisation des bâtiments.

Transports et bâtiments sont deux grands contributeurs de d'émissions de GES. L'essor des TIC peut contribuer à améliorer le bilan écologique de ces deux secteurs, de façon directe en permettant une meilleure efficacité énergétique mais également de façon indirecte par le biais par exemple de la réorganisation du travail dans les entreprises. La mission a retenu deux aspects de cette réorganisation, le télétravail (qui engendre des économies de transport et de bâtiments), et les réunions à distance.

La dématérialisation, grâce à l'abandon du support matériel, papier ou déplacement, pour les activités et les échanges présente aussi un potentiel intéressant. La mission s'est ainsi intéressée à la dématérialisation des procédures et au e-commerce.

5.1 Méthodologie de l'analyse

Très peu de travaux de quantification des impacts positifs de ces applications ont été conduits jusqu'à présent. Les raisons en viennent de la précocité de leur introduction dans l'économie, et aussi des entraves à leur généralisation, notamment les comportements vis-à-vis des TIC, et les investissements initiaux qu'elles exigent. Ainsi, les données quantitatives concernant les économies d'émissions demeurent très incertaines, en ce qu'elles reposent sur des hypothèses la plupart du temps faiblement étayées, retenues dans des modèles de prospective économique souvent sommaires.

La mission aurait pu envisager le développement d'instruments de mesure de la contribution des TIC à des objectifs concrets de développement durable ; néanmoins, étant donné l'ampleur des objectifs de la mission et son horizon temporel, la démarche a été écartée. L'étude et la définition de tels instruments de mesure pourraient au demeurant être envisagées comme une première recommandation de la mission.

Au total, bien qu'il n'existe que très peu d'éléments fiables de quantification correspondant aux différentes applications considérées, les auditions menées et les recherches effectuées conduisent à confirmer le rôle positif significatif des TIC dans le cadre d'une politique de développement durable.

Il convient enfin de souligner que l'exercice consistant à mesurer le gain des TIC est par nature subjectif. Même difficile à mesurer, l'empreinte carbone des TIC est en soi une donnée objective. En revanche la mesure du gain des TIC suppose un certain nombre d'hypothèses de type sociologiques souvent arbitraires. D'une part, les TIC existent et imaginer un monde sans TIC n'a pas trop de sens: on peut dire que le téléphone ou Internet permettent d'économiser des déplacements, mais on peut aussi dire que sans eux, on reviendrait 2 siècles en arrière, que les déplacements à l'autre bout du monde seraient rarissimes parce que très difficiles à organiser et que donc le dégagement en CO₂ serait considérablement moindre. D'autre part, les économies liées aux TIC à l'avenir supposent des hypothèses de diffusion de produits également arbitraires. En conséquence la mission n'a indiqué que quelques estimations jugées plausibles, sans essayer d'en faire la somme.

5.2 Quelques éléments de quantification et mise en perspective

La principale étude, de périmètre mondial, est « Smart 2020 ». Elle établit un potentiel d'économie de 7 800 millions de tonnes de CO₂ grâce aux TIC à l'horizon 2020, ce qui représenterait près de 30% des émissions totales de CO₂. En particulier, cette étude fournit les quantifications de gains suivantes :

Domaine	Gains mondiaux	Rapportés à la France ³³
Dématérialisation	460 Mt	20,7 Mt
<i>Medias en ligne</i>	<i>20 Mt</i>	<i>0,9 Mt</i>
<i>E-commerce</i>	<i>30 Mt</i>	<i>1,35 Mt</i>
<i>E-papier</i>	<i>70 Mt</i>	<i>3,15 Mt</i>
<i>Vidéoconférence</i>	<i>80 Mt</i>	<i>3,6 Mt</i>
<i>Télétravail</i>	<i>260 Mt</i>	<i>11,7 Mt</i>
Moteurs intelligents³⁴	970 Mt	43,7 Mt
Logistique intelligente	1200 Mt	54 Mt
Bâtiments intelligents	1680 Mt	76 Mt
Réseaux électriques intelligents	2020 Mt	91 Mt

³³ Les calculs pour le cas de la France ont été effectués selon l'hypothèse que le PIB de la France représente 4,5% du PIB mondial. Pour mémoire, la banque mondiale donne pour 2007 les valeurs de PIB suivantes :

- PIB mondial : 54 347 M\$
- PIB UE : 16 748 M\$
- PIB USA : 13 811 M\$
- PIB France : 2562 M\$ soit 4,7% du Monde et 15% de l'UE.

³⁴ Equipement de variateurs sur les moteurs électriques.

L'Union Européenne a par ailleurs également effectué des calculs d'économie de CO₂ rapportés dans l'étude « Assessing Opportunities for ICT to contribute to sustainable Development » en 2005 :

Domaine	Gains au niveau européen	Gains rapportés à la France
Total	50 Mt	7,5 Mt
<i>Télétravail</i> ³⁵	<i>22,2 Mt</i>	<i>3,3 Mt</i>
<i>Audio- et Vidéoconférences</i> ³⁶	<i>24,5 Mt</i>	<i>3,7 Mt</i>
<i>Factures électroniques de télécommunications</i>	<i>0,5 Mt</i>	<i>0,0075 Mt</i>
<i>Répondeurs virtuels</i>	<i>1 Mt</i>	<i>0,15 Mt</i>
<i>E-paiement des impôts</i>	<i>0,2 Mt</i>	<i>0,03 Mt</i>

Le seul point de comparaison entre ces deux études repose sur l'assiette commune retenue quant à la dématérialisation des échanges (par exemple pour les vidéoconférences ou encore le télétravail). Il fait apparaître pour ces exemples des écarts de 1 à 3, ce qui met en évidence le niveau d'imprécision de ces réflexions et aussi le potentiel impact d'actions de lobbying des industries qui fournissent les TIC.

En outre, les valeurs fournies sur les domaines considérés (hormis celui de la dématérialisation) semblent relever d'une vision très extensive du rôle des TIC, non remise en cause, mais considérée comme infondée par la mission.

Ainsi, concernant les moteurs intelligents, les travaux de recherche sur l'optimisation des moteurs ou sur la conception de moteurs électriques sont effectivement susceptibles de générer des gains en CO₂. La question est cependant de savoir si les valeurs citées (43,7 Mt lorsqu'elle est extrapolée au cas français, soit presque autant que le dégagement de CO₂ des voitures en France) sont réalistes, et dans quelles proportions elles peuvent être attribuées aux TIC.

Concernant les immeubles intelligents, plusieurs acteurs du secteur ont indiqué que les TIC ne leur paraissent pas devoir apporter un gain notable, ou alors un gain qu'on peut difficilement attribuer aux seules TIC. Ainsi, l'installation d'une régulation thermique intelligente peut être rentable économiquement et écologiquement, mais la multiplication de capteurs domotiques dans les habitations peut également trouver des limites, notamment en raison de la consommation en veille de ces dispositifs.

En matière de logistique intelligente, l'impact positif des TIC est peut-être plus direct, notamment en raison de l'existence de logiciels d'optimisation des transports et des livraisons.

L'optimisation des réseaux de distribution électriques paraît plus prometteuse. Il s'agit de lisser les pointes de trafic, notamment en différant de quelques heures certaines

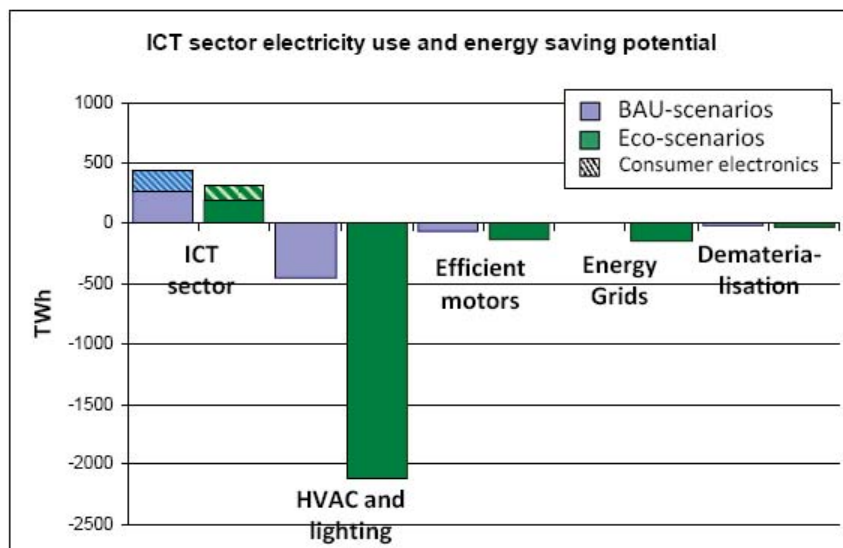
³⁵ Sous l'hypothèse de 10% des actifs devenant télétravailleurs.

³⁶ Sous l'hypothèse d'une économie de 20% des déplacements.

consommations. Il n'a cependant pas été possible à la mission d'en quantifier le potentiel de gisement³⁷.

Enfin, l'étude récente pour la DGINFSO (Impact of Information and communication Technologies on Energy efficiency) estime que les TIC peuvent contribuer à des économies nettes de 111 TWh (16,7 TWh pour France) dans le scénario « Business as usual » et 2127 TWh (319 TWh pour France) dans un scénario volontariste éco-responsable. Toutefois, à la différence de Smart 2020, les plus forts gains se situent sur le poste chauffage/climatisation (HVAC : Heating ventilation air conditioning) et éclairage plutôt que sur les moteurs intelligents et les réseaux électriques intelligents.

Figure 3: ICT electricity use and energy saving potential in other sectors (EU-27)



Le bilan carbone est, selon cette étude, moins favorable car il n'est positif que dans le scénario volontariste (gain de 4,6% des émissions de CO₂, ce qui signifierait 25 Mt pour la France).

5.3 Le télétravail

Le télétravail peut générer des économies de GES significatives grâce à la limitation des déplacements professionnels mais aussi grâce à la réduction des espaces de travail et des locaux, diminuant ainsi les besoins en chauffage et climatisation. En revanche, son développement se heurte à un certain nombre d'obstacles, qui se sont traduits par un déploiement limité en France puisque seraient comptés environ 7% de télétravailleurs contre 13% en Europe.

Une étude TIAX³⁸ relativise toutefois ce retard en mettant en évidence la disparité des taux de télétravail constatés aux USA, liée à l'absence de définition claire. Le recensement de 2000 (US Census) compte 4 millions de télétravailleurs salariés et auto-employés (2,6% population

³⁷ La production largement nucléaire de EDF/ RTE n'implique pas que cette piste soit a priori à écarter du point de vue de ce rapport étant donné que les pointes de consommation sont souvent satisfaites par le lancement des centrales à gaz, très émettrices de CO₂.

³⁸ Etude TIAX LLC de juillet 2007 pour la Consumer Electronics Association

active), qui « ont travaillé à domicile une bonne partie du temps la semaine précédente (most of previous week) ».

Une étude IDC de 2005 évalue à 9,1 millions (6% population active) le nombre de personnes qui « travaillent depuis leur domicile 3 jours ou plus chaque mois pendant les heures de travail normales ».

Enfin, l'*American Interactive Consumer Survey* de 2004 évalue à 44,4 millions (près de 29% de la population active), le nombre « d'employés qui ont pratiqué une forme quelconque de travail à domicile, avec une fréquence d'au moins un jour par an ».

Les freins au développement du télétravail

Les obstacles au développement du télétravail sont organisationnels, comportementaux, financiers, et enfin juridiques.

En premier lieu, les relations entre salariés et employeurs nécessitent d'être revues et de se fonder sur de nouvelles formes d'évaluation liées aux tâches accomplies plus qu'au temps de présence. Egalement, de nouvelles conditions de travail dans l'entreprise doivent être acceptées par les travailleurs, telles que le partage des bureaux et des matériels informatiques ou autres. Le télétravail ne s'avère réellement rentable (économiquement et écologiquement) que lorsque les salariés n'ont pas de bureau attribué, et lorsque le déploiement des TIC dans l'entreprise est suffisamment avancé pour permettre du nomadisme et des systèmes d'information accessibles de manière sécurisée depuis l'extérieur. La formation des personnels au travail à distance et leur équipement est un autre préalable. Le télétravail pose en outre un certain nombre de problèmes juridiques liés à la réglementation sur le temps de travail, sur les droits d'accès à des locaux ou des cantines dans le cas de télé-centres, sur le dédommagement du télétravailleur sur certains de ses frais, sur la notion d'accident du travail en période de télétravail...

L'aspect social est plus difficile à cerner. Certains estiment que le contact avec les collègues du milieu professionnel est indispensable, ce qui conduit à privilégier les formules de télétravail à temps partiel ou dans des télé-centres, tandis que d'autres soulignent la qualité de vie des télétravailleurs restés chez eux.

Enfin, en France, la jurisprudence est évolutive sur ce sujet, et des clarifications seraient bienvenues. Un jugement récent a en effet condamné l'employeur à indemniser l'employé pour les mètres carrés utilisés chez lui pour son télétravail.

Les gains potentiels

Une étude de CISCO pour le compte du MEDDAT (en mars 2008)³⁹ met en avant le double avantage économique et environnemental du télétravail. Fondée sur une hypothèse de mise en œuvre progressive d'un programme de travail à distance, réduisant à 1 jour de présence au bureau des employés, pour 1000 employés et à horizon 2019, l'étude aboutit, en régime de croisière, à un bénéfice annuel par agent de 20 000 €, et un gain en CO₂ de 200 kg par agent et par an. Ces résultats, extrapolés à un périmètre de 3 millions d'Equivalent Temps Plein (ETP) télétravailleurs conduiraient à une économie en CO₂ de 0,75 Mt/an.

³⁹ Tableaux 30 et 31 de l'étude « Estimating the economic and environmental value of information and communication technologies » du 22 avril 2008.

Une étude de MANICORE, datant de 2001, analyse les impacts économiques et environnementaux de différentes configurations de télétravail ; elle montre en particulier que le télétravail permettrait d'économiser jusqu'à 5 000 € et 3,7 tonnes de CO₂ par télétravailleur dans une hypothèse de 100% du temps télé-travaillé.

L'étude TIAX chiffre à 6 tonnes de CO₂ l'économie annuelle réalisée par un télétravailleur à 100% aux USA. Néanmoins, le résultat n'est pas extrapolable directement à la France car la distance moyenne d'un trajet domicile-travail américain est de 2 x 22 miles (71 km) alors que celle du français est de 26 km/jour (INSEE). A partir des hypothèses suivantes, la mission a reconsidéré ces évaluations : (i) le télétravailleur (supposé télé-travailler 2 jours par semaine) économise 26 km/jour, (ii) l'économie de locaux est inférieure à 100% car les agents travaillent rarement en « open-space » et pour beaucoup garderont un poste de travail et un mobilier dans l'entreprise ; (iii) les coûts de possession du poste de travail et l'accès à Internet à domicile sont également pris en compte. Deux cas de figure sont étudiés : d'une part, le télé-travailleur est à domicile : le gain en CO₂ s'élève à 800 kg et le gain financier à 2275 €/an, d'autre part, le télétravailleur est dans un télé-centre (type Elmut) : le gain en CO₂ s'élève à 200 kg et génère un surcoût financier de 175 €/an. L'extrapolation à 3 millions de télétravailleurs (à 2 j/semaine, donc 1,2 millions ETP télétravail), supposés répartis entre les deux formules donne un gain CO₂ de 1,5 Mt et un gain financier de 3,3 Mds €.

Un impact global positif, mais d'amplitude incertaine

Le calcul de la mission met en évidence d'une part l'extrême sensibilité des résultats aux hypothèses de calcul : le fait que les salariés disposent de bureaux affectés ou non, leur distance domicile-travail, l'usage d'ELMUT...⁴⁰ et d'autre part le faible enjeu écologique face aux enjeux financiers et d'organisation du travail.

La mission reste donc prudente sur ce sujet et estime que le potentiel en France se situe sans doute au niveau de 1 Mt/an, donc en deçà de l'estimation de 3 millions de tonnes déduits de l'étude de la Commission Européenne⁴¹.

Des actions déjà planifiées pour lesquelles il conviendrait d'effectuer des bilans détaillés

C'est dans cette perspective que « Le Plan de développement de l'économie numérique France Numérique 2012 » du Secrétariat d'Etat à l'Economie Numérique prévoit l'encouragement du télétravail⁴². L'action n°117 repose ainsi sur le lancement d'une action nationale sur le télétravail associant les principaux acteurs concernés par les divers sujets à traiter en cohérence, en particulier le droit du travail, les technologies, l'organisation de l'entreprise, le transport, et le développement durable. La mission insiste sur l'intérêt de cibler les réalisations car le gain du télétravail est très variable suivant le contexte et de tirer un bilan

⁴⁰ Certaines études font même état d'un impact négatif du télétravail, dans le cas où l'agent profite de sa nouvelle liberté pour déménager à 100 ou 200 km de son lieu de travail et y vient une fois par semaine en voiture.

⁴¹ «Assessing Opportunities for ICT to contribute to Sustainable Development», Décembre 2005, DG InfSo

⁴² Selon ce rapport, (section 3.8.), le télétravail s'accompagne en effet « d'avantages indéniables tels que l'allègement des charges de structure pour les entreprises et les entrepreneurs, la souplesse et la flexibilité pour les employés et la réduction des déplacements domicile / entreprise, permettant de réduire nos émissions de gaz à effet de serre. Le télétravail, que ce soit à temps complet au domicile, en alternance entre le lieu de travail et le domicile ou encore en mode nomade nécessite également le recours massif aux technologies de l'information et de la communication »

de ces actions afin de savoir dans quels cas le télétravail est rentable et dans quels cas il l'est moins, pour agir en conséquence pour le développer.

Au total, les incertitudes liées au bilan strictement environnemental d'une politique plus poussée en faveur du télétravail, ne permettent pas d'envisager une telle politique au seul argument des potentielles économies de gaz à effet de serre. On doit d'ailleurs s'interroger sur les causes de l'insuccès persistant de cette organisation du travail en France. Résulte-t-il de la pertinence des préconisations émises dans les divers rapports sur ce sujet, d'une insuffisante implication des pouvoirs publics pour le promouvoir jusqu'à ce jour, ou plus simplement, du constat que ce mode d'organisation du travail est un concept essentiellement idéal et limité à quelques activités spécifiques? Le développement du nomadisme rendu possible par les progrès de la téléphonie mobile peut toutefois être le déclencheur de l'utilisation par les salariés d'outils de mobilité qu'ils seront plus enclins à utiliser dans un contexte de télétravail.

5.4 Les réunions à distance

Le terme générique de « réunion à distance » recouvre à la fois la simple réunion par téléphone, ou conférence téléphonique, et la visioconférence, encore appelée télé-présence. L'« audioconférence », commercialisée par les opérateurs historiques jusqu'au début des années 1990, est tombée en désuétude.

Ces réunions à distance contribuent directement au volet environnemental du développement durable, par les économies d'énergie et de transports qu'elles génèrent, et indirectement par les autres volets du développement durable (via la meilleure rentabilité économique des entreprises qui optimisent leurs échanges et leurs systèmes de production).

Ainsi, l'étude précitée de la DG Société de l'Information de 2005 estime que le remplacement d'une réunion physique par une réunion à distance par an, pour 25% des employés des 25 Etats membres de l'Union, économiserait l'équivalent de 2,13 Millions de tonnes de CO₂. Egalement, le remplacement de 20% des voyages d'affaires par une solution de télé-présence (visioconférence ou web-conférence) permettrait une économie globale de 22,35 Millions de tonnes de CO₂. Extrapolés au cas de la France, cela constituerait un potentiel d'économie de 3,7 Mt CO₂, évaluation qui s'avère cohérente avec celle fournie par l'étude Smart 2020.

A l'instar du télétravail il existe divers freins

En premier lieu, les réunions, économiquement coûteuses, qui génèrent des déplacements à bilan environnemental lourd (internationaux par avion), nécessitent en général un contact humain.

Ensuite, lorsque la réunion physique peut être remplacée par une visioconférence, des obstacles d'ordre technique peuvent subsister. La substituabilité nécessite en effet des conditions de qualité d'image et de son élevées, qui reposent elles-mêmes sur des connexions internet très haut débit. Ce type d'accès demeure à ce stade l'apanage des très grandes entreprises et dépend de la situation géographique pour la disponibilité du haut débit.

Enfin, d'un point de vue commercial et industriel, les opérateurs de télécommunications n'ont à ce jour plus d'appétence à promouvoir des solutions simples de télé-réunions comme la conférence téléphonique, les business modèles de ces solutions n'étant plus très avantageux.

Ces derniers se concentrent aujourd'hui davantage sur des nouveaux marchés, plus rémunérateurs auprès des entreprises à très fort potentiel d'investissement, en proposant des produits du type des studios de visioconférences dans des salles spécifiques.

Le système de visioconférence commercialisé par CISCO (« téléprésence ») semble ouvrir une voie. Sa très bonne ergonomie lève les obstacles techniques, pour peu que l'appareil dispose de la bande passante nécessaire. En revanche, son coût, de l'ordre de plusieurs centaines de k€, est un frein à la popularisation de ce système, spécialement dans les PME. Pour atteindre nos objectifs, c'est davantage le recours à des appareils standards à bas coût (mais avec une image et un son de qualité) installés dans des salles de réunion ordinaires par tout type d'entreprises qu'il faudrait développer.

5.5 L'optimisation des transports et des déplacements

Il s'agit de l'utilisation des TIC pour favoriser globalement une meilleure gestion des transports : les « transports intelligents » améliorent à la fois les performances des transports et leur sécurité.

Les avantages des transports intelligents sont multiples : la diminution de la consommation d'énergie et le recours à des énergies plus propres, la minimisation de la croissance des trafics et des embouteillages, et également l'utilisation plus efficace des infrastructures existantes.

L'étude Smart 2020 évalue l'impact des transports à 14% des émissions globales de dioxyde de carbone, et sur ce total, l'optimisation de ces transports permettrait de réduire cet impact de 15%. Le plan d'action de la Commission Européenne de 2006 chiffre pour sa part le gain associé aux transports intelligents à 26%.

Quatre domaines paraissent plus particulièrement prometteurs : la rationalisation des transports publics et la facilitation de leur utilisation, l'optimisation de la logistique des transports de marchandises, la mutualisation des transports, et enfin l'optimisation des transports individuels.

5.5.1 La rationalisation des transports publics et la facilitation de leur utilisation

Les TIC peuvent améliorer les transports publics en permettant un usage optimum des réseaux : optimisation des trajets individuels, optimisation des fréquences de passage des rames ou véhicules, gestion dynamique des trafics, en fonction des fréquentations et de la circulation routière, en permettant la diffusion d'information sur tous les différents types de transports disponibles et leurs possibilités d'interconnexion, c'est-à-dire la « multi modalité » ou encore en permettant la facilitation de l'accès à l'information, et l'incitation à leur usage par les usagers.

La plupart des réseaux de transports publics tendent à ce jour à recourir à des équipements TIC (dont Internet et le mobile des usagers) pour améliorer leur usage, tendance favorable donc. En revanche, l'un des principaux obstacles à une fluidité améliorée des transports en commun demeure à ce stade la non interopérabilité des systèmes d'information.

Le « péage urbain », qui ne peut se concevoir sans système d'information élaboré, est également un moyen de minimiser les dégagements de GES. Les mises en place actuelles montrent l'effet limitant sur les transports individuels et le recours accru aux transports publics. IBM cite ainsi le cas de la ville de Stockholm où le péage urbain a augmenté de 20% le trafic des transports publics et diminué de 40% les émissions de CO². Ce type d'initiative est rendu possible par la performance récente de certains systèmes : à Londres, c'est un système de caméras qui filme les plaques d'immatriculation des véhicules à tous les points d'entrée du périmètre du péage et un système de lecture automatique permet de vérifier en temps réel que l'automobiliste est bien en règle, ou, dans le cas contraire, de lancer une facturation automatique.

5.5.2 L'optimisation de la logistique des transports de marchandises

De nombreuses applications mobiles de logistique et de transport sont actuellement en cours de diffusion. Elles permettent en premier lieu la rationalisation des transports inévitables (en organisant le stockage, la fréquence et le trajet des tournées...) et la diminution des transports par leur optimisation. C'est grâce à des systèmes de localisation embarqués qu'une meilleure gestion des plates-formes logistiques de répartition (hubs) et une optimisation des tournées sont permises. Un dernier bénéfice, et non des moindres, est l'évitement des déplacements à vide.

L'exemple de Natures et Découvertes

L'initiative de l'entreprise « Natures et Découvertes » concilie l'intérêt économique et le développement durable. L'entreprise a paramétré son logiciel de gestion des approvisionnements de telle sorte que, si un magasin demande une livraison qui conduit à un chargement seulement partiel d'un camion, le système de gestion peut éventuellement livrer plus que la quantité souhaitée afin de garantir un remplissage maximal du camion.

5.5.3 La mutualisation des moyens de transports individuels

Le covoiturage peut être promu localement à l'aide des TIC, par le développement de sites Internet dédiés. Le covoiturage a connu un fort développement lors des périodes récentes de prix élevé de l'énergie. Les collectivités locales sont motrices dans son développement.

Un projet exemplaire est le projet Villes 2.0.⁴³ soutenu de façon tripartite : les associés (la Fondation Internet Nouvelle Génération⁴⁴, Chronos et Tactics), les villes partenaires et deux associations (Acidd⁴⁵ et Agora Energy). Les premiers travaux ont conduit à retenir 5 pistes d'action qui restent désormais à approfondir :

- l'e-substitution, qui consiste à éviter des déplacements en franchissant une nouvelle étape dans la simplicité, la fiabilité et la qualité des télé-relations,
- le partage, qui consiste à augmenter le taux d'utilisation des équipements et des véhicules grâce au partage, à l'échange et à la location de véhicules,
- l'optimisation, qui consiste à réduire les kilomètres superflus par le guidage et les systèmes de transports intelligents,
- l'articulation des modes de transports, des temps et des espaces, qui repose sur la co-modalité, les "hubs" urbains, la localisation des services, la coordination des temps...

⁴³ <http://www.villes2.fr>

⁴⁴ <http://www.fing.org/>

⁴⁵ Association Communication et Information pour le Développement Durable

- la substitution modale, qui consiste à favoriser des déplacements moins polluants, collectifs et en articulation les uns avec les autres.

Exemple : l'entreprise ST Microelectronics à Grenoble a mis en place un programme d'incitation de ses salariés à ne plus utiliser leur voiture personnelle (sauf covoiturage) pour venir au travail. Ainsi, 5 ans après avoir lancé son PDE (Plan de Déplacement d'Entreprise), le site grenoblois de ST Microelectronics affiche un bilan positif. Les émissions de CO₂, inhérentes aux trajets en voiture "domicile travail" représentent aujourd'hui 32 % de la consommation énergétique globale du site contre 40 %, il y a 5 ans. Or, sur la même période, l'effectif du site est passé de 1600 à 2100 salariés. Deux tiers des salariés qui ne prennent plus leurs véhicules, utilisent désormais des transports en commun et l'autre tiers le vélo. D'ici 2010, ST Microelectronics Grenoble table sur 60 % de salariés délaissant leurs véhicules. Pour atteindre cet objectif, l'accent sera mis sur le développement du covoiturage. Le PDE permet à l'entreprise de ne pas augmenter le nombre de places de parking et donc d'éviter des dépenses d'investissement.

5.5.4 Les systèmes d'aides à l'éco-conduite

Il est reconnu que le GPS dans les véhicules améliore le comportement des usagers sur la route, permet l'optimisation de la distance parcourue et donc une baisse de la consommation de carburant. Selon une étude de l'Université de Leeds, Imperial College, en collaboration avec TNO Research Institute, le GPS permettrait une réduction de 16 % de la consommation lors des déplacements en zone inconnue.

Une innovation récente en ce domaine concerne l'ajout d'informations externes, qui sont exploitées par le système de navigation du véhicule pour guider le conducteur de façon optimale. Ces informations externes sont la connaissance des places de parking disponibles, et la connaissance des embouteillages. Ces deux applications nécessitent, préalablement, un système local de gestion de la circulation permettant de saisir et valoriser les informations.

Lorsque l'information est disponible, l'aide à la recherche de place disponibles dans un parking permet un gain de 30% de la distance parcourue, si le véhicule connaît dès le début de sa recherche, les places les plus proches. La connaissance des embouteillages est également une information utile pour minimiser l'émission liée au déplacement. L'expérience des panneaux à messages variables chiffre le gain dans une fourchette de 2 à 8 % d'émissions en zone urbaine.

Enfin, il existe des aides à la conduite écologique du véhicule (eco-driving)⁴⁶ comme l'indication du rapport de boîte de vitesse optimal en fonction de la vitesse et de la pente de la route ou le maintien automatique de la vitesse, en fonction des limites ou en fonction de la distance au véhicule précédent (radar embarqué mesurant cette distance). Le report, sur le tableau de bord, de la pression des pneumatiques est aussi un moyen efficace de baisse de consommation. Ce dernier système utilise un lien radio entre pneumatiques et tableau de bord. Les auteurs du rapport « ICT for Clean and Efficient Mobility » s'avancent à annoncer un gain de 7% des émissions, pour l'ensemble de ces aides à la conduite écologique et en prenant compte l'entraînement du conducteur. Ces résultats sont le fruit d'un programme test aux Pays-Bas en 2004.

⁴⁶ Rapport ICT for Clean and Efficient Mobility, eSafety Forum, Wolfgang reinhardt et Paul Kompfner, Novembre 2008

5.6 Le e-commerce et l'achat en ligne de produits immatériels sont très prometteurs

Le télé-achat représentait 16 Mds € de chiffre d'affaires en 2007 (soit 4% du chiffre d'affaire de la distribution), et est en croissance forte, d'environ 30% par an. Les biens vendus sont essentiellement des produits techniques (surtout informatiques), des produits culturels (livres, DVD), et des services (voyages).

L'étude Smart 2020 évalue l'économie de CO₂ réalisable mondialement grâce au e-commerce à 30 Millions de tonnes, et un objectif en France pourrait être de 1 Million de tonnes. Parallèlement, une étude du CGTI de 2007⁴⁷ estimait que la pratique du télé-achat pour les courses ménagères hebdomadaires pourrait réduire d'un facteur 10 les émissions de dioxyde de carbone (soit un gain de 3 kg par semaine par foyer pratiquant ce mode d'achat), conduisant à une économie totale de 0,4 million de tonnes par an sous l'hypothèse d'une pénétration de 10% de la pratique.

La mission a complété cette évaluation à partir d'une exploitation spécifique faite par l'INSEE et d'une étude de l'OCDE⁴⁸ montrant que l'efficacité environnementale du e-commerce dépend largement du type de la livraison associée, allant d'un gain de 93% en kilomètres parcourus pour des livraisons dans la boîte aux lettres (ou dans des points relais), à 54% pour des livraisons dans les créneaux de présence des clients. Pour ce qui est des courses alimentaires, le modèle économique montre que le e-commerce est un service qui a un coût se traduisant par des prix finals plus élevés. Il ressort donc que le gain du e-commerce est d'autant plus fort que le produit est peu lourd et facilement livrable. Le maximum est atteint par les produits immatériels dont la livraison a un coût marginal nul. Par exemple, l'encyclopédie papier que possédait chaque foyer il y a quelques décennies représentait une émission de 50 kg de CO₂ environ (2 kg de CO₂ /kg papier), tandis que le DVD qui l'a remplacé ne représente que 1 kg de CO₂ environ, et l'émission d'une consultation de Wikipédia est marginalement nulle. De même l'achat de VOD est beaucoup plus économique en CO₂ que l'achat d'un DVD en magasin ou en ligne.

Envisager un taux de pénétration de 3 à 5% sur les courses alimentaires est plausible, et conduirait à un gain en dioxyde de carbone de 0,2 million de tonnes par an sur ce créneau représentant aujourd'hui 7 millions de tonnes par an. Pour ce qui est des autres achats, dont le modèle économique est plus favorable, et par conséquent permet d'envisager une croissance forte du recours au e-commerce, envisager un taux de pénétration de 15% est plausible et conduirait à une économie d'émission de 0,95 million de tonnes par an sur un montant global de 7,4 million de tonnes par an. Au total, une économie de 1 Million de tonnes environ serait envisageable grâce au développement du e-commerce sous l'hypothèse d'un taux de pénétration de 10% en moyenne, alors que le taux actuel observé est de 4%. Conformément aux orientations du Plan de Développement de l'Economie Numérique 2012 (action 119), une action de soutien du e-commerce de la part de l'Etat est recommandée dans le domaine régalien qui est le sien, à savoir la sécurisation des échanges sur le paiement par Internet (par l'intermédiaire de la promotion des certificats électroniques).

La mission souligne au demeurant la note de veille n° 78 du CAS qui indique que le bilan carbone du développement du e-commerce peut s'avérer négatif, en raison de l'augmentation du besoin de transport, lié notamment à l'avantage que retire le consommateur final du « juste

⁴⁷ CGTI IV.1.1.2007 : Contribution des TIC à de nouvelles organisations sobres en carbone.

⁴⁸ Michael Browne – The impact of e-commerce on transport - Joint OCDE/ECMT Seminar 5&6 juin 2001

à temps » et de l'individualisation des contraintes. Elle estime au total que le e-commerce est multiforme et que certains créneaux sont rentables tandis que d'autres ne le sont pas, mais que les premiers (souvent à la fois en termes économiques et en termes de CO₂) sont a priori ceux qui se développent le plus rapidement. Le domaine de la vente en ligne et la diffusion, souvent gratuite, de musique sont amenés à croître fortement, économisant ainsi des linéaires de CD/ DVD représentant chacun plus d'un kg de CO₂.

Il faut enfin noter que, même si le bilan carbone est difficile à établir, la revente de biens de deuxième main (par le système d'enchères d'eBay par exemple) contribue à leur revalorisation et par conséquent à la limitation de la production de déchets.

5.7 La dématérialisation des procédures administratives

La dématérialisation des procédures concerne au premier chef l'administration. Comme le reconnaît le rapport France Numérique 2012, *"la France s'est déjà engagée dans la voie de l'administration électronique avec quelques succès comme...la déclaration d'impôt sur le revenu, la dématérialisation des feuilles de soins et le développement de la télé-TVA"*.

L'impact de la dématérialisation peut être très fort sur le bilan carbone, comme l'illustre l'exemple de la carte « Sésame Vitale ». Avant sa mise en place, c'est près d'un milliard de feuilles de maladie que les français généraient annuellement, feuilles qu'il fallait non seulement imprimer, mais aussi transporter et stocker. Le bilan carbone est donc éminemment favorable. De même, 7 millions de télé-déclarations d'impôt sur papier sont annuellement évitées. Différentes sources montrent qu'après un démarrage tardif, la dématérialisation semble aujourd'hui décoller : la consommation de papier a atteint un pic en 2007, et La Poste signale que la diminution du volume du courrier, qui a été de 0,8%/an sur les 5 dernières années, sera d'environ 3,5% en 2008.

Cependant ces exemples significatifs, qui traitent de formalités en nombre, ne sauraient occulter le chemin restant à parcourir. De nombreuses procédures administratives ne sont pas numérisées, et restent sur support papier. Avec la généralisation des télé-procédures, l'interopérabilité doit constituer une priorité destinée à faciliter la vie des utilisateurs, souvent perdus dans le maquis de sites publics, ce que n'a pas manqué de souligner le rapport France Numérique.

5.7.1 La numérisation des échanges

La numérisation des échanges reposant traditionnellement sur des supports papier concourt d'une part à limiter l'utilisation de papier, et par conséquent en limiter la consommation excessive, et d'autre part à fluidifier à la fois les échanges internes à l'entreprise (ou l'administration) mais également externes, et en conséquence à diminuer leur coût économique et environnemental.

Cette numérisation, qui repose sur une connexion à Internet des usagers, se concrétise par exemple par la dématérialisation des factures, des documents commerciaux et logistiques (devis, bons de commandes, bons de livraison...), la dématérialisation des échanges bancaires (relevés, virements, opérations boursières...), la dématérialisation des déclarations administratives (déclarations fiscales, de TVA, déclaration sociale, projet ACTES du

Ministère de l'Intérieur), et des actes authentiques (comme la transmission des actes d'état civil récemment mise en place avec les notaires).

5.7.2 La numérisation des activités.

La numérisation des activités dans la sphère publique peut également être mise en œuvre via des bornes interactives dans les lieux publics. L'installation de télé-guichets, voire de visio-guichets, permettent l'accès à des services publics (ANPE, ASSEDIC, CAF, etc.) et la mise en relation entre usagers et prestataires de services publics. Il s'agit alors d'offrir un accès centralisé à des services sociaux distants afin de limiter le déplacement des personnes souhaitant rencontrer ces services.

Ceci a par exemple été mis en œuvre par le syndicat Manche Numérique, associant La Bretagne et la Manche (cette dernière compte quatorze partenaires : ASSÉDIC, CAF, CPAM, CRAM, DDAF, DDJS, DDTEFP, DSF, EDF GDF, La Poste, MSA et URSSAF).

Dans ce secteur, le potentiel de 3 millions de tonnes d'économie de CO₂ par an mis en avant par l'étude Smart 2020 peut être considéré comme un objectif à atteindre.

5.8 Les bâtiments

5.8.1 La minimisation des consommations énergétiques par une Gestion Technique Centralisée (GTC)

Les « bâtiments intelligents », dotés d'une infrastructure de communications électroniques, sont capables de recourir efficacement à la ressource énergétique en optimisant l'utilisation du chauffage, de la climatisation et de la ventilation, de l'éclairage et des systèmes de sécurité. Les TIC assurent ainsi l'adaptation continue des bâtiments aux conditions extérieures. Ainsi, dans certains bâtiments de bureaux, la lumière s'éteint de façon programmée à 18h00, quitte à la rallumer si une réunion est toujours en cours.

Des capteurs peuvent également être installés, dont la fonction est de couper toute consommation d'énergie, (notamment l'éclairage, les consommations de veille des appareils électroménagers et informatiques...) dès lors que les habitations sont vides. Ces systèmes existent depuis longtemps. Leur degré de diffusion dans le tertiaire est cependant modeste et semble pouvoir être largement accru notamment par un effort en matière de normalisation et d'ergonomie.

5.8.2 La connaissance des consommations énergétiques par l'utilisateur

La connaissance à partir du compteur d'abonné

Actuellement, les compteurs d'électricité analogiques en place chez les usagers ne permettent pas la mesure instantanée des consommations électriques. Il serait en effet nécessaire de compter le nombre de tours de roue dentée pour avoir une estimation de la consommation instantanée dans l'habitation. Cette méconnaissance de la consommation instantanée par l'utilisateur est une difficulté notamment si l'on veut réduire ce qui constitue actuellement le premier poste de consommation électrique des résidentiels, les TIC.

La mise en place d'un compteur électrique du type électronique chez les abonnés présente un grand intérêt de ce point de vue. En effet, ces compteurs permettent l'affichage numérique de la consommation instantanée, ce qui permet de connaître la consommation de chaque équipement domestique. Il n'y en a actuellement que 2 millions, sur un total de 34 millions de compteurs.

ERDF installe ces compteurs électroniques, depuis 1995. Ils permettent le *téléreport*, c'est-à-dire la lecture de la consommation cumulée à distance faible, par exemple depuis la rue dans le cas d'un pavillon. Ceci évite d'entrer chez le client pour relever le compteur, mais nécessite le déplacement d'un agent avec son véhicule.



Compteur électronique actuellement installé, montrant la consommation des appareils en veille

ERDF a un projet plus ambitieux, appelé « projet AMM », qui vise l'installation d'un compteur intelligent chez tous les abonnés. Ce compteur permettra de multiples fonctions, y compris la *télérelève*, c'est à dire la lecture depuis un système d'information distant. Il n'y a alors plus besoin de déplacer un agent. Ce programme, dans sa version actuelle, devrait être achevé en 2017, avec l'équipement de l'ensemble des abonnés. Le programme est complexe et nécessite la définition d'une norme de comptage, des accords avec les industriels fournisseurs (désormais du secteur des télécoms, et non plus des industries électriques) et aussi la mise en place d'une politique de communication adaptée auprès des usagers.

La caractéristique intéressante de ce compteur intelligent, du point de vue de la mission présente, est sa capacité à donner la consommation instantanée. Le renvoi des informations vers le consommateur est rendu possible sous réserve de l'installation à l'intérieur du domicile de l'appareil de lecture associé et du câblage correspondant depuis le compteur.

Ces fonctions ne constituent cependant qu'une possibilité secondaire de ce compteur, dont la vocation première est de permettre un télé-relevé des consommations, d'intégrer d'une part les demandes de "sophistication" tarifaire des fournisseurs d'électricité et d'autre part des paramètres réglementaires de gestion de la qualité de l'électricité. En résumé, le compteur AMM n'est pas conçu comme un outil de maîtrise de l'énergie.

Malgré son ambition, ce programme ne répond qu'imparfaitement au besoin de connaissance précise des consommations instantanées chez les usagers. En effet, dans les immeubles collectifs, le compteur est situé dans les parties communes. Ainsi, lorsque le compteur est électronique, l'utilisateur peut rencontrer des difficultés pour le consulter. Il est en fait nécessaire de disposer d'un dispositif local dans l'appartement lui-même.

La connaissance à partir de dispositifs annexes

Une alternative intéressante peut être fournie par les dispositifs locaux privés, installés en général dans le tableau d'abonné. Il s'agit de petits dispositifs électroniques simples de mesure sommaire (pas de contraintes de grande précision) qui peuvent être installés dans le tableau de répartition.

Ces équipements spécifiques (du type « Energy box »⁴⁹) fonctionnant avec Internet ou avec des réseaux mobiles peuvent permettre au consommateur final de contrôler ses consommations d'eau et d'électricité⁵⁰ soit en local, soit aussi par l'intermédiaire d'un portail Internet. Ces systèmes fournissent de plus des convertisseurs de la consommation en euros et des comparaisons avec les consommations moyennes observées sur le parc.

L'effacement intelligent

Un autre système intelligent de régulation de consommation est celui autorisé par le système dit des « *néga-joules* ». Il s'agit de couper des compteurs électriques, pendant une courte durée, au moment des pointes ponctuelles de consommation, de manière à faire face aux pics de consommation électrique, sans ajouter de ressources de production électriques supplémentaires. Utilisé sur une large échelle, ceci éviterait, de faire autant appel aux tranches thermiques d'EDF.

De façon générale, l'équipement des bâtiments en systèmes électroniques facilite le recours aux pratiques de télé-relèves, pour le contrôle et la maintenance par des prestataires extérieurs.

Au total, l'ensemble de ces systèmes permet sans doute d'atteindre, dans le bâtiment, des économies d'émissions de GES substantielles. Cependant, aucune donnée précise n'a permis d'en quantifier l'intérêt.

5.9 Les autres usages

De façon générale, la diffusion des TIC dans la société contribue à modifier les modes de vie et les comportements qui, in fine, s'inscrivent dans une démarche de développement durable.

⁴⁹ <http://www.edelia.fr/telechargements/plaquette-pro.pdf>

⁵⁰ Projet toit angevin 2008[□]

Des applications de toutes sortes en tirent ainsi bénéfice. Ainsi, le rôle de support de transmission de l'information au citoyen, permet des interactions entre acteurs de l'économie et de la société.

Parmi ces multiples applications :

- l'e-formation : ainsi France Télécom participe à des expérimentations réunissant élèves, enseignants, parents et personnels administratifs en créant des Espaces Numériques de Travail (ENT), en partenariat avec certaines communes
- l'assistance aux populations fragilisées, générant des activités telles que la téléassistance et l'e-inclusion sociale
- l'assistance médicale, qui se décline en télésurveillance médicale, téléconsultation (consultation, diagnostic et suivi du patient à distance), télé-expertise (demande d'un deuxième avis à un médecin expert), téléassistance à domicile (téléalarme pour personnes âgées, les handicapés, les femmes enceintes) et le télémédico-social (encadrement du patient maintenu à domicile).

Il n'a pas été possible dans le cadre de cette étude de chiffrer précisément l'apport des TIC pour réduire les émissions de CO₂ des besoins ainsi satisfaits. On peut sans crainte de se tromper penser qu'elles ont un impact global positif.

Mention particulière doit être faite concernant la fabrication de panneaux solaires photovoltaïques. Celle-ci est plus considérée comme relevant de l'énergie, mais elle constitue néanmoins une activité de haute technologie de l'électronique. Lors de sa conférence de presse de novembre 2008 sur les énergies renouvelables, le Ministre de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire a annoncé un objectif de 5400 MW d'énergie solaire à échéance de 2020, soit 16 TWh si on se réfère aux rendements 2007. Cette énergie représente l'équivalent de 1,3 Mt CO₂ avec le ratio de conversion propre à la France.

5.10 Synthèse

Sur les quelques créneaux sélectionnés, il apparaît que l'introduction des TIC permet des gains d'efficacité énergétiques très appréciables, souvent de l'ordre de 5 à 10 % principalement dans le secteur des bâtiments et des transports. Des études de type Smart 2020, qui ouvrent la voix à l'élaboration de nouveaux indicateurs et instruments de mesure de ces gains, doivent être encouragées.

La difficulté consistera, pour l'Etat, à définir les créneaux sur lesquels il peut intervenir efficacement au travers d'une politique publique. Les objectifs de réduction de la consommation d'énergie que s'est fixée la France exige manifestement une action volontariste des pouvoirs publics.

6 LES DISPOSITIFS DE MAITRISE DE L'ENERGIE POSSIBLES

Il existe désormais une panoplie d'outils, soit incitateurs, soit réglementaires et fiscaux, qui sont susceptibles de contribuer à une maîtrise de la consommation et à une réduction de l'empreinte carbone des TIC.

Aucun outil ne peut à lui seul prétendre résoudre un problème aussi protéiforme que la minimisation de l'empreinte carbone des TIC, dans une société dont le développement en est étroitement dépendant. La mise en œuvre harmonieuse de différents dispositifs, chacun dans son meilleur créneau, semble l'approche à la fois la plus opérationnelle et la plus efficiente.

6.1 Les codes de conduite

La description des codes de conduite est réalisée dans la section 4.1.2. de ce rapport.

Quelle extension de ces démarches d'autorégulation pourrait-on imaginer, qui permettrait de renforcer une politique de maîtrise de l'énergie ?

L'un des intérêts du code de conduite consiste à instaurer un minimum de règles dans les domaines où il n'est pas possible de disposer de métriques et d'indicateurs fiables sur lesquels asseoir une contrainte réglementaire ou financière.

C'est ainsi, principalement dans le domaine des réseaux d'entreprise, qu'il pourrait être intéressant de combler une lacune. Il est en effet impossible de disposer de métriques établissant l'empreinte carbone « raisonnable », ou la consommation « normale » d'un réseau d'entreprise. Cela provient de la diversité des métiers: certaines entreprises ont l'utilité d'un système d'information très puissant, et d'autres ont des besoins beaucoup plus limités.

Ainsi, la réservation aérienne demande des systèmes d'information très performants, alors que la gestion comptable demande des systèmes nettement moins sophistiqués. Les deux exemples sont dans le secteur tertiaire.

Etablir des parangonnages de consommation et d'empreinte carbone par métier serait donc une entreprise problématique et incertaine, voire quasi impossible. De plus, la contrainte opérée sur cet outil de productivité important que constitue le réseau d'entreprise pourrait très vite avoir sa contrepartie en croissance à l'échelle macroéconomique.

Il est à noter que les codes de conduites européens souffrent d'un manque de notoriété. Ils devraient faire l'objet d'une diffusion et d'une publicité renforcée. Ceci leur conférerait une audience et un pouvoir prescripteur intéressant.

6.2 Les certificats blancs

Aux termes de la directive 2006/32 relative à l'efficacité énergétique, il s'agit de « certificats, délivrés par des organismes de certification indépendants, confirmant les affirmations des acteurs du marché concernant des économies d'énergie consécutives à la mise en œuvre de mesures visant à améliorer l'efficacité énergétique ».

Les certificats blancs constituent donc un instrument de mise en œuvre de mesures plus vastes d'économie d'énergie. Ils ne viennent que constater l'économie d'énergie réalisée, et ne sont utiles que lorsqu'une fiscalité écologique a été préalablement mise en place.

Leur intérêt réside dans la neutralité parfaite vis-à-vis de la technologie. On ne demande plus une réduction d'énergie sur tel ou tel équipement, on demande que l'acteur, assujéti aux

économies d'énergie, produise la preuve qu'il a réalisé des économies d'un montant donné, au travers des moyens qu'il souhaite et qu'il choisit souverainement.

Les certificats blancs pourraient ainsi être mis en œuvre afin de générer des comportements de maîtrise de l'énergie chez les opérateurs de réseaux. Le principe consisterait à exiger de ceux-ci un certain nombre d'économies énergétiques annuelles, selon des objectifs quantitatifs. Une pénalité serait appliquée pour ceux ne pouvant produire les certificats au niveau exigé.

6.3 Les bonus-malus

Le créneau d'utilisation des bonus-malus réside dans l'orientation des acquisitions des particuliers vers des matériels sobres et énergétiquement performants.

Les gros postes de consommation énergétique sont constitués par les micro-ordinateurs et les téléviseurs.

L'application du dispositif de bonus malus aux téléviseurs ne se heurte, une fois établi un référentiel, à aucun obstacle rédhibitoire, tant que le gain ou la perte financière liés au bonus malus restent modestes.

La difficulté provient du trafic frontalier : il faut éviter que ne s'instaurent des acquisitions en France de postes « bonussés », qui seraient revendus au prix de marché de l'autre côté de la frontière.

Ce type de trafic est impossible avec les véhicules, car ceux-ci sont protégés par la carte grise : en cas de revente à l'étranger, il est possible de récupérer le bonus. En revanche, l'absence de document lié aux acquisitions de TV ne permet plus ce contrôle. Seul un différentiel faible ferait perdre leur intérêt aux trafics.

6.4 Les quotas d'émissions

6.4.1 Rappels des principes

La directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 a établi un système d'échange de quotas d'émissions de gaz à effet de serre au sein de la Communauté. Elle prévoit des quotas d'émissions de dioxyde de carbone pour un certain nombre d'entreprises du secteur de la production d'énergie, de l'industrie manufacturière et des services. Ces quotas sont échangeables et négociables. Une quantité initiale de quotas est allouée à ces entreprises au titre de leurs installations concernées.

En France, l'application de ce dispositif a conduit à l'adoption du Plan National d'Attribution de Quotas (PNAQ1 (2005-2007), puis PNAQ2 (2008-2012)) accordant un montant total d'émissions sur lequel porte le marché d'échange de quotas d'émissions (156,51 MtCO₂ pour PNAQ1). Le plan précise la répartition de ce total entre les différents secteurs d'activité couverts par le marché, puis à l'intérieur de ces secteurs entre les installations couvertes, ce qui donne l'allocation par installation aux sociétés et organismes concernés par le marché.

Le dispositif européen de quotas d'émissions est actuellement en place pour les secteurs suivants : énergie, acier, ciment et chaux, céramique, tuiles et briques, verre, papier et pâte à papier. S'y ajoutent les installations de combustion de tous les secteurs industriels (secteurs dits du " champ élargi " dont chimie, industriels agroalimentaires, métaux non ferreux, automobile, textile) ainsi que du secteur tertiaire et des transports (établissements d'enseignement, hôpitaux, aéroports).

6.4.2 Applicabilité au secteur TIC

A l'issue de la Présidence française de l'Union Européenne, le système a été précisé et étendu à d'autres secteurs, notamment dans les services:

- les textes ETS (European Trade System) prévoient que le transport aérien, dont les émissions, estimées à 2%, sont du même ordre de grandeur que celles des TIC, sera soumis aux quotas en 2012,
- la décision « Partage des efforts » qui couvre les secteurs non ETS s'applique bien entendu aux TIC.

Pour autant, ce système poserait des difficultés nombreuses s'il devait s'appliquer au secteur des TIC. En premier lieu, les émissions de carbone du secteur sont indirectes : il consomme principalement de l'électricité. Certes la production de celle-ci est émissive, mais au travers d'un coefficient de conversion qui est faible en France. Ces émissions sont déjà comptabilisées dans le secteur de l'énergie. Il serait alors nécessaire de les retirer du secteur de l'énergie pour les affecter au secteur TIC.

En second lieu, le secteur TIC est un secteur en croissance. Le soumettre à un quota maximal, qui équivaut à une consommation maximale, revient à fixer arbitrairement un montant maximal de consommation électrique, qui ne tiendrait pas compte des évolutions sociétales et des besoins nouveaux futurs. Qui peut dire qu'une augmentation de la consommation électrique du secteur TIC de 2%, 4% ou 6 % est, ou non, « normale » compte tenu des attentes sociétales et des besoins du 21^{ème} siècle ? Dans le même sens, le secteur est l'un de ceux qui a tiré la croissance ces dernières années, et en brider le développement serait économiquement et socialement inopportun.

6.5 La réglementation dite « de gamme »

Ce dispositif est en cours de mise en place à l'échelle communautaire pour la première fois (accord politique, procédure de codécision qui devrait aboutir en 2009) afin que les constructeurs automobiles réduisent globalement la consommation de leur gamme de véhicules.

Bien qu'il soit très mal perçu par les constructeurs, il présente l'avantage de ne pas freiner la croissance de leur parc.

Il s'agit d'un projet de règlement européen qui exige que chaque constructeur automobile présente en 2013 une gamme de véhicules dont la somme des ventes ne dépasse pas en moyenne une émission de 130g/km. Le calcul est simple : chaque véhicule est compté pour sa consommation propre, et l'on effectue la somme divisée par le nombre de véhicules.

Les constructeurs qui dépasseront cette moyenne de 130 g/km seront soumis à une amende de 95€ par véhicule et par gramme de dépassement. Ainsi, un constructeur à 2 millions de véhicules dépassant de 1,5g devra payer $1.5 \times 2 \text{ millions} \times 95\text{€} = 285 \text{ millions €}$, somme volontairement dissuasive.

La Commission prévoit de baisser progressivement le seuil, pour arriver à 90 g/km en 2020.

Il y a analogie avec le secteur des TIC : tout comme les constructeurs automobiles, qui ne payent pas l'essence des véhicules achetés par leurs clients, les opérateurs de TIC ne paient pas l'électricité que leur(s) équipement(s) consomme(nt) chez les clients. Il s'agit dans les deux cas de responsabiliser le prescripteur.

7 LES CONSTATS ET RECOMMANDATIONS

7.1 Les déchets classifiés « DEEE »

7.1.1 *Des constats inquiétants*

Malgré une mise en place qui a déjà produit des résultats, le dispositif français de récupération des déchets paraît porteur de lacunes inquiétantes et d'une efficacité en deçà de ce qu'il conviendrait, telle qu'elle a été mise en évidence au paragraphe 2.7. de ce rapport. La France ne peut en effet être 4 à 10 fois moins efficace que ses voisins dans ce domaine. Au delà de ce constat, l'organisation adoptée paraît porteuse d'interrogations multiples pour le futur.

D'abord, la différenciation de traitement entre matériel « ménager » et « professionnel » est largement artificielle. C'est au stade de la production du matériel, par exemple le microordinateur, qu'il sera décidé s'il est de type professionnel ou ménager, indépendamment du type d'achat qui sera effectivement réalisé (professionnel ou ménager) par la suite. Cette décision préalable à l'achat détermine si l'éco-participation est (dans le cas du choix du type ménager) ou non payée (dans le cas du choix du type professionnel).

A noter que dans d'autres pays, cette distinction n'existe pas, et les obligations relatives à la récupération des déchets sont les mêmes, quelle que soit la filière empruntée par les matériels.

Si l'organisation de la filière « ménagère » semble se mettre en place laborieusement, l'organisation de la filière « professionnelle » semble encore plus largement à réaliser, l'absence d'éco-organisme responsable de la récupération et du traitement des déchets dans le secteur étant l'un des points les plus révélateurs. La possibilité, pour un producteur, d'échapper à ses obligations sur convention en amont avec l'acquéreur, est pour le moins difficilement compréhensible. Elle devrait être, sinon supprimée, au moins encadrée.

Ensuite, l'accumulation financière dans les éco-organismes de la filière « ménagère », est porteuse d'interrogations. Cette accumulation semble notamment trouver sa source dans le différentiel entre les éco-participations collectées, versées par le grand public, et les sommes reversées aux collectivités territoriales pour la gestion de leur structure de collecte des déchets ou utilisées directement pour le retraitement des déchets.

Lorsque la collecte des éco-participations prendra fin, en 2011, se poseront deux questions : (1) quelle sera dès lors la solution de financement des collectes assurées par les collectivités territoriales ? (2) que deviendront les masses financières générées par les éco-participations et accumulées par les éco-organismes ?

Signalons à cet égard que la mise en place d'éco-participations est en Europe une spécificité française et irlandaise. La rémunération des éco-organismes à la tonne collectée apparaît plus efficace que le système actuel. Par ailleurs, le statut particulier des éco-organismes, vis-à-vis notamment de l'agrément qu'ils doivent recevoir pour exercer leur métier, pourrait conduire à des contingences juridiques qui n'ont pas nécessairement été anticipées : par exemple, que deviendraient les masses financières accumulées par les éco-organismes si d'aventure un agrément n'était pas renouvelé ?

En outre, la position prédominante des grands distributeurs conduit à des freins dans la mise en oeuvre de la directive et dans la création de filières de traitement, les compétences

industrielles françaises se trouvant écartées. Le résultat n'est pas satisfaisant, ni pour l'environnement, ni pour l'économie.

Par ailleurs, la distribution par le e-commerce de certains matériels représente une part de marché très significative pour certains équipements. Il n'est pas acceptable que ces distributeurs, opérant depuis l'étranger, s'affranchissent des réglementations nationales dès lors qu'ils distribuent leurs produits en France. Ces distributeurs ne perçoivent pas les contributions financières au moment de leurs ventes et en n'adhèrent pas à un éco-organisme. Ce point, qui a été sous-estimé, devra être pris en compte lors de la révision de la directive européenne sur les DEEE.

Concernant les terminaux de téléphonie mobile, la faible proportion de recyclage et de retraitement des 27 millions annuels de terminaux nouveaux ne peut être considérée comme satisfaisante du point de vue du développement durable. La responsabilité du producteur, ici de l'opérateur de téléphonie mobile, ne peut être considérée comme s'exerçant correctement lorsqu'une fraction très faible des terminaux est récupérée. Il faut cependant garder à l'esprit que la subvention croisée du terminal (via l'abonnement) est nécessaire pour le développement de nouveaux services, comme le passage à des services 3G, ainsi que pour l'innovation.

Enfin, la répartition des collectes effectuées par les collectivités territoriales entre les trois éco-organismes est également porteuse de questions vis-à-vis du respect des prescriptions du code des marchés publics. Il semble en effet que cette répartition tiende davantage des règles artificielles concernant le fonctionnement des éco-organismes que de la saine émulation concurrentielle exigée par le code des marchés publics. En effet, pour éliminer leurs déchets, les collectivités territoriales doivent, en principe, procéder à une consultation publique et passer un marché.

7.1.2 Les recommandations

Il paraît indispensable de remettre sans délai en chantier le décret du 20 juillet 2005 dont les dispositions ont conduit à la situation actuelle. Il n'est pas du tout souhaitable d'attendre une éventuelle révision de la directive européenne de 2003, qui fixera de toute façon des objectifs encore plus contraignants en terme de traitement des déchets que les objectifs actuels.

Afin de remédier aux insuffisances manifestes constatées, le nouveau décret devrait comporter les orientations suivantes :

1- Réformer la commission d'agrément pour qu'elle prenne ses décisions en toute indépendance. Les acteurs de la filière électrique et électronique peuvent être entendus par la commission mais ne peuvent en être membres. On pourrait aussi envisager que les agréments soient délivrés par le MEEDDAT, après consultation des acteurs concernés.

2- Réaliser un audit annuel des éco-organismes dans le but d'examiner la gestion de leurs avoirs, leurs investissements et les quantités de DEEE qu'elles ont fait traiter par catégorie. Cet audit serait transmis à la commission chargée de délivrer les agréments.

3- Interdire aux acteurs de la filière de production ou de traitement d'être actionnaires des éco-organismes, afin de mettre fin aux conflits d'intérêt actuellement constatés.

4- Rémunérer les éco-organismes sur la base des DEEE qu'elles ont effectivement fait traiter (avec une vérification par l'audit annuel), et non sur la base de la quantité de produits mis sur le marché. Les contributions financières devraient être versées à un fonds placé sous le contrôle de la commission d'agrément et reversé aux éco-organismes au prorata de leurs volumes de traitement. Cette mesure en vigueur dans pratiquement tous les autres pays européens est destinée à rendre transparente la collecte des fonds et à créer une concurrence entre les éco-organismes en les incitant à augmenter les quantités traitées.

5- Imposer dans le cahier des charges des éco-organismes que les déchets collectés dans une région administrative soient traités dans la même région ou dans une région limitrophe (y compris transfrontalière), ceci afin d'éviter les transports lointains de déchets et de favoriser le développement d'une économie locale de la valorisation des déchets.

6- Confier aux collectivités locales le rôle principal de la collecte des DEEE, comme pour les autres déchets ménagers, les distributeurs de produits électriques et électroniques étant simplement tenus d'accepter tous les DEEE qui leur sont rapportés. Une campagne d'information unique à conduire au niveau national devrait inciter les consommateurs à agir dans ce sens.

7- Redonner aux détenteurs professionnels de DEEE la responsabilité de leurs déchets, en les laissant libres de faire appel pour leur élimination à la filière de leur choix (qui pourrait être celle d'un éco-organisme ou une solution mutualisée par type de produits) mais en leur imposant de justifier la traçabilité de leurs déchets.

Plusieurs axes d'action peuvent être approfondis pour progresser concernant la récupération des terminaux mobiles. Prenant en compte le fait que la subvention du terminal est nécessaire pour le développement de nouveaux services ainsi que l'innovation, il serait intéressant d'inciter la profession à limiter la prolifération des terminaux mobiles non utilisés. Pour freiner le processus de rotation des téléphones mobiles chez les clients, les opérateurs mobiles devraient d'une part proposer à leurs nouveaux clients des forfaits incluant un terminal subventionné et des forfaits n'en incluant pas, c'est-à-dire avec un tarif inférieur, et d'autre part proposer à leurs clients qui sont sous engagement après avoir acquis un terminal subventionné, de bénéficier d'un tarif diminué automatiquement à la fin de la période d'engagement, puisque la quote-part du remboursement de la subvention initiale n'est alors plus justifiée. De plus, les systèmes de fidélisation pourraient inclure des modalités avantageuses lorsqu'un ancien abonné rapporte à l'opérateur son ancien terminal.

Enfin, l'Etat se doit d'être exemplaire et d'organiser le recyclage de ses équipements informatiques et de télécommunication, ce qui n'est actuellement pas le cas, que les matériels soient traités par chaque ministère ou par le service des domaines. A noter cependant l'initiative intéressante du ministère de l'éducation nationale (délégation à l'usage d'internet) qui souhaite recycler ses équipements informatiques vers l'enseignement et les familles défavorisées, à travers des associations locales et l'économie sociale et solidaire, dans le but de réduire la fracture numérique.

7.2 La maîtrise des émissions de GES du secteur des TIC

7.2.1 Les constats

Une prise de conscience récente des aspects environnementaux

Le secteur des TIC s'est développé de façon fulgurante depuis les années 1990, mais sans souci de son impact environnemental qui n'a pas fait l'objet d'une prise en considération de contraintes environnementales au même niveau que dans d'autres industries consommatrices d'énergie. La nouveauté du sujet est patente pour ce secteur, il est apparu brutalement avec les problèmes d'alimentation des méga centres de données au début des années 2000.

Par ailleurs, consciente de la bonne image dont dispose l'environnement dans l'opinion, on assiste à un phénomène de récupération du thème vert par les entreprises, qui évoquent de plus en plus ce sujet dans leurs communications institutionnelles (rapport d'activité développement durable, charte...) ou pour promouvoir des produits sur le plan marketing. Mais l'absence de méthodes de mesure et d'outils objectifs et reconnus dans le domaine environnemental conduit à des abus et entraîne beaucoup de « *green washing* » consistant à mettre en avant les aspects écologiques d'initiatives qui le sont beaucoup moins sur le fond.

Un bilan carbone porteur d'un sens global

Le bilan carbone global ne peut être établi avec fiabilité. Il y a trop d'incertitudes quand à l'exploitation dans les réseaux, les lieux et méthodes de production des équipements, et, en regard, encore plus d'incertitudes sur les économies d'émissions de GES.

Mais globalement, les éléments dont on dispose permettent de considérer que les TIC, continûment depuis l'établissement des premiers réseaux téléphoniques, sont porteurs d'économies de toutes sortes pour la société. L'empreinte carbone du secteur reste limitée au regard à la fois du poids des TIC dans le PIB, et des gains que peuvent représenter les TIC. Le bilan carbone ne saurait justifier de pénaliser leur développement.

Une consommation électrique fortement croissante et atteignant un niveau élevé

Le bilan de la consommation, s'il présente l'inconvénient de ne pas prendre en compte l'ensemble de la chaîne, est en revanche plus précis. La consommation du secteur n'a cessé de croître depuis dix ans, pour atteindre aujourd'hui plus de 13,5 % de la consommation électrique nationale, et 20 % en 2012 par extrapolation. C'est désormais le premier poste de consommation domestique. Cette croissance n'est pas compatible avec les objectifs de réduction de la consommation d'énergie à l'horizon 2020 (-20%), objectifs qui constituent un engagement européen fort de la France. Si la consommation électrique du secteur TIC continue à croître au même rythme que lors des dix dernières années, il faudrait trouver un secteur économique qui accepte de réaliser un effort supplémentaire, afin de compenser la consommation accrue due aux TIC. Ceci est peu réaliste : tous les secteurs énergétivores ont déjà été mis à contribution, et l'on imagine mal contraindre plus fortement l'un de ceux-ci, si tant est que ce soit techniquement possible, dans le seul but de permettre aux TIC de « consommer sans compter ».

L'analyse indique les domaines les plus gourmands : l'audiovisuel, les boîtiers haut-débit, les veilles. Dans chacun de ces domaines, des occasions ont été perdues par inadvertance ou solution de facilité, si l'on considère la seule question énergétique.

L'audiovisuel, premier poste de consommation

Si l'audiovisuel a déjà été pris en considération avec la réduction des consommations des modes « veille », il convient de traiter désormais la consommation du poste en marche (six heures par jour en moyenne).

L'absence d'indication, alors même que la consommation des postes de télévision double voire triple⁵¹ dans beaucoup de foyers, avec le passage à un écran plat, certes plus grand, constitue une lacune grave dans une politique de maîtrise de l'énergie domestique. L'absence de prise en considération des impacts énergétiques lors des décisions sur le passage à la TNT et à la TV HD avec la mise en service des décodeurs par millions, sont autant de points à traiter dans un futur proche.

L'accès à Internet haut débit : une forte consommation et un couple prescripteur/consommateur déséquilibré

Pour l'accès au haut débit, la très belle réussite du développement du haut débit en France s'est payée d'une lourde facture énergétique⁵² faute d'avoir, lors de la conception des boîtiers ADSL, pris en compte la consommation. Le constat est aussi celui d'un déséquilibre en ce domaine. Les boîtiers ADSL sont étudiés, et fournis par l'opérateur de réseau, qui en est le prescripteur. Mais ce n'est pas lui qui en paiera la consommation : ce sera son client, et celui-ci ignore la plupart du temps le niveau et le coût de cette consommation.

L'intérêt de l'opérateur consiste à fournir un boîtier possédant le maximum de services, car c'est ce qui lui permettra, d'une part de facturer le plus de prestations à son client, et d'autre part de se différencier de ses concurrents. En revanche, l'opérateur n'a aucun intérêt objectif à élaborer une boîte très économique en terme d'efficacité économique, surtout si cela se paye d'un surcoût de la boîte. Il n'existe aucun mécanisme vertueux incitant l'opérateur à rechercher toujours moins de consommation avec son boîtier. Le déséquilibre est ainsi manifeste lorsqu'on regarde les pages web des opérateurs, détaillant les caractéristiques des box de leur gamme : les consommations n'y figurent pas.

Deux constats rendent de plus cette situation préoccupante: le développement des boxes ADSL (triple play) étant à ce stade une spécificité française dans la proportion de la population concernée, il n'y a aucune pression pour traiter la question au niveau communautaire et le modèle économique s'avérant robuste et rentable, on assiste à une multiplication des offres (AUCHAN, FNAC...) dans un contexte très concurrentiel où la consommation n'est pas un argument déterminant.

Les veilles

Les veilles ont fait l'objet d'actions, notamment communautaires, depuis maintenant plusieurs années. Le problème n'est donc pas, à la différence des deux exemples ci-dessus,

⁵¹ Passage d'un écran cathodique de 80 W à un écran plat, certes plus grand, mais consommant 200 à 250 W pour un LCD.

⁵² de l'ordre de 1% de la consommation d'électricité finale

apparu par surprise. Mais force est de constater que, malgré une prise de conscience ancienne maintenant, les veilles diverses consomment en France 10% de l'électricité spécifique des ménages, et cette proportion va croissant. Le renforcement des actions en ce domaine est une autre nécessité, et notamment pour ce qui concerne la surveillance du marché et l'application effective des textes.

Un mouvement d'économie bien entamé pour les micros ordinateurs

C'est le seul domaine qui va voir sa consommation régresser. Le remplacement progressif des micro-ordinateurs « en tour » par des ordinateurs portables va réduire considérablement l'impact énergétique des microordinateurs. 60% des ordinateurs vendus actuellement sont en effet des portables, dont la consommation unitaire représente le huitième de celle d'un microordinateur de table.

Des centres de données qui peuvent être optimisés

A de multiples niveaux, les centres de données sont peu efficaces en terme de consommation d'énergie même si une timide amélioration est constatée sous la pression de la facture énergétique. Ce constat s'explique aisément : les centres de données ont été vus, depuis l'origine de l'informatique, comme devant apporter de la productivité et de la compétitivité à l'entreprise et peu importait leur consommation dès lors que l'information indispensable circulait et était traitée. Le poste énergie d'une salle serveur n'est d'ailleurs souvent pas inclus dans le budget du décideur DSI.

La chaîne de transformation de l'énergie est à ce titre révélatrice. Les transformations d'électricité sont multiples à partir de l'alternatif 380 V. Dans un premier temps, celui-ci est redressé pour alimenter des batteries. A partir de là, l'électricité entre dans des onduleurs pour repasser en alternatif « propre » et enfin cette même électricité alimente des transformateurs « alternatif – continu » dans les baies techniques. D'après IBM, seule 45% de l'électricité d'un centre de données alimente les baies de serveurs, et dans cette part, seulement 30% alimente le processeur (le reste étant lié aux alimentations internes, à la ventilation, à l'entraînement des disques...). La totalité de l'énergie consommée est bien sûr transformée en chaleur et il faut presque autant d'énergie (et le coût associé) pour évacuer cette chaleur y compris en hiver. Parallèlement, on consommera de l'énergie pour chauffer des bâtiments proches.

Quelques initiatives existent cependant pour améliorer l'efficacité énergétique par exemple en alimentant directement les matériels en courant continu, ou en rendant la climatisation plus performante en faisant circuler les fluides réfrigérants plus près des composants, afin de passer d'une efficacité de 0,5 à 0,7 ou 0,8, mais elles restent très marginales.

Les gaspillages s'avèrent particulièrement importants dans trois domaines :

- le refroidissement : la chaleur dégagée est simplement évacuée vers l'extérieur, alors qu'elle pourrait être récupérée pour chauffer les bâtiments ou l'eau chaude sanitaire,
- le surdimensionnement, conduisant à une sous utilisation des puissances installées. Pour une application nouvelle, il est plus facile d'installer un nouveau serveur dédié, plutôt que de faire l'effort pour intégrer le nouveau besoin dans un serveur existant,

- l'absence d'optimisation des applications. De 1970 à 2000, l'informatique est passée d'un extrême à l'autre. En 1970, le programmeur comptait soigneusement toutes les ressources qu'il utilisait : mémoire, nombre de cycles processeur, nombre d'accès disque etc. ... En 2000, les méthodes de développement logicielles visent avant tout la rapidité de développement, et la facilité de maintenance. Les outils utilisés ne permettent aucune optimisation de la consommation de l'application. Bien souvent, les maîtres d'ouvrages sont les premières victimes de ces méthodes : on arrive en fin de développement à une application lourde, incapable de respecter les performances requises.

Des décisions réglementaires qui n'intègrent pas de volet développement durable

Les secteurs de l'audiovisuel et des communications électroniques évoluent au rythme des progrès technologiques et des attentes du marché, sans que ne soient nécessairement considérés, notamment de la part des industriels, les aspects déjà soulignés dans ce rapport, c'est-à-dire la consommation énergétique des équipements et la multiplication de ceux-ci.

Ainsi, le développement de l'ADSL a conduit à la constitution d'un parc de 15 millions d'accès Internet en l'espace de 5 ans. La moyenne de consommation des 15 millions de boîtiers ADSL ainsi installés étant de 15 W, sans mode veille, il s'est ensuivi une augmentation de la consommation d'électricité à hauteur de 0,5% de la consommation nationale. De même, dans le secteur audiovisuel, le passage de la télévision analogique à la télévision numérique (définitif en 2011) se traduira par un renouvellement accéléré des postes de télévision dans les ménages, et par l'installation de boîtiers d'adaptation et/ou de transcodage à l'échelle de quelques millions sur une période courte.

Ces deux secteurs ont la particularité d'être encadrés, sur diverses dimensions (notamment le développement de la concurrence suite à la libéralisation des marchés de communications électroniques, l'attribution et la gestion des ressources spectrales) par des autorités administratives indépendantes (ARCEP et CSA notamment) dont les missions et objectifs généraux n'affichent pas de volet développement durable. Elargir dans ce sens le champ des objectifs généraux de ces autorités permettrait la prise en compte dans l'orientation de leurs politiques et dans leur processus décisionnel des dimensions liées au développement durable.

Un risque patent pour l'ensemble du secteur si rien n'est mis en place

Si la forte consommation énergétique des TIC a pu rester discrète pendant les années récentes, son importance commence à être identifiée.

En effet, la disparité des contraintes appliquées aux produits blancs et aux produits bruns, et, corrélativement, la forte consommation actuelle de ceux-ci, commencent à être perçus du public. Il est ainsi à craindre qu'une réaction des consommateurs n'atteigne l'ensemble du secteur des TIC. Des mesures ciblées, visant à rassurer le consommateur, sont en conséquence de l'intérêt objectif de la profession.

Un potentiel d'économies et la nécessité d'une politique globale de maîtrise

Globalement, il apparaît que le secteur des TIC présente un gros potentiel d'économies de consommation électrique. Il résulte de l'ensemble de ces considérations qu'une politique mesurée de maîtrise de la consommation des TIC, qui ne bride ni ne freine le secteur, apparaît

nécessaire. Il faut orienter le secteur vers une économie de ressources dans son fonctionnement, ce qui contribuera également au développement des TIC. Les mesures prises doivent donc être sélectives, et, surtout, finement adaptées aux divers types de systèmes.

Il s'agit en définitive de mettre en place une politique publique de maîtrise de l'énergie, adaptée à la spécificité du domaine des TIC. Il s'agit clairement d'une action novatrice en ce domaine, mais qui est inéluctable compte tenu des exigences actuelles du développement durable et des engagements pris.

7.2.2 Les recommandations pour maîtriser et réduire la consommation électrique des TIC

7.2.2.1 La mise en place d'une politique globale de maîtrise de la consommation des TIC

On ne peut souligner l'importance majeure du secteur des TIC dans l'économie, sans parallèlement reconnaître son impact tout aussi majeur sur la consommation électrique. Il importe donc de mettre en place une approche globale de la consommation électrique des TIC. Si l'on se contentait d'une approche simplement catégorielle, par produit traité, au cas par cas, sans vision globale, alors le dynamisme du secteur, la demande liée aux besoins, laisseraient rapidement apparaître des failles venant ruiner les efforts importants accomplis sur certains domaines.

Par ailleurs, la croissance de la consommation TIC constitue une menace sérieuse vis-à-vis de la tenue des objectifs français d'efficacité énergétique à l'horizon 2020, et ce fait milite également pour la mise en place d'une politique publique de contrôle de la consommation.

Trois mesures paraissent nécessaires pour mettre sur pied une telle politique

- créer, et fournir des chiffres relatifs à la consommation des TIC, et surveiller l'évolution de celle-ci ;
- désigner le point focal administratif chargé de cette politique de maîtrise ;
- surtout, marquer une orientation, et assigner des objectifs de maîtrise de l'énergie en ligne avec les objectifs français.

7.2.2.2 La prise en compte d'une dimension de développement durable dans les décisions réglementaires des secteurs TIC

Actuellement, les missions du CSA et de l'ARCEP (mais également de l'ANFr) ne les conduisent pas à considérer dans leur processus décisionnel des aspects liés au développement durable et il conviendrait d'élargir le champ des objectifs généraux de leur action au développement durable, au même titre que l'aménagement du territoire par exemple.

Pour ce qui concerne le secteur des communications électroniques, pour lequel le cadre réglementaire communautaire (le paquet télécoms) est actuellement en cours de réexamen, il aurait été judicieux de proposer au chapitre III article 8 de la Directive Cadre précisant les tâches des autorités réglementaires nationales l'ajout « d'un objectif de contribution à la mise en œuvre de politiques promouvant le développement durable ». A noter que l'objectif d'aménagement du territoire de l'ARCEP ne figurait pas dans cette directive, mais a été ajouté lors de sa transposition à l'article L32-1 du Code des Postes et des Communications Electroniques.

Cette proposition s'inscrit par ailleurs dans la lignée de la proposition n°134 du Plan France Numérique 2012.

7.2.2.3 Les téléviseurs

L'impact majeur de la consommation des téléviseurs a été souligné, ce poste de consommation électrique devenant le premier chez les ménages (14 TWh/an). Par ailleurs, le passage à la TNT dès fin 2011, et parallèlement à la haute définition, présente le risque d'une multitude d'adaptateurs aux consommations non négligeables.

Deux raisons militent pour que les téléviseurs mis sur le marché comportent, le plus rapidement possible et de façon intégrée, les éléments nécessaires pour être compatibles avec la télévision numérique et la haute définition: limiter dans les foyers la création d'un parc de décodeurs/adaptateurs, c'est à dire une set-top-box supplémentaire et consommatrice d'énergie par récepteur et éviter d'avoir à traiter, au stade du déchet, ces appareils à l'utilité et à la durée de vie limitée dans le temps.

On pourrait ainsi éviter la mise en service d'environ cinq millions de décodeurs MPEG2. La période, variable selon les régions, qui précèdera le *switch-off* (fin de la télévision analogique), correspondra à un pic de ventes de récepteurs et de décodeurs et il importerait que de telles dispositions soient applicables en amont de cette date fixée en novembre 2011. L'action publique doit donc viser deux objectifs : limiter la consommation électrique, et limiter le nombre de décodeurs.

Sans attendre la révision des dispositions concernant l'efficacité énergétique par la Commission Européenne, des mesures devraient être mises en place à court terme au niveau national :

- l'affichage de la consommation des téléviseurs en fonctionnement et en veille. Cette mesure est simple techniquement, et mettrait les récepteurs de télévision au niveau des autres appareils ménagers.
- un bonus malus modéré. Celui-ci est plus délicat à mettre en œuvre, mais peut orienter efficacement le marché. Il devrait faire l'objet de discussions approfondies avec les professionnels du secteur.
- l'obligation d'une compatibilité TNT – HD pour tout téléviseur ou adaptateur mis sur le marché dès 2009. La LME vise partiellement cet objectif. Les résultats seront d'autant plus positifs que la mise en œuvre sera précoce. A noter que la simple mention d'une date dans la loi conduit le marché à anticiper (cf Loi télévision du futur de 2007).
- le passage direct dans les DOM à la compression MPEG4. Le décalage dans les calendriers de passage à la TNT sera ainsi mis à profit pour éviter la transition par la compression MPEG2 choisie en métropole, de façon d'autant plus significative que la mise en œuvre sera précoce. Ce point est repris dans France Numérique 2012 (action 30).

7.2.2.4 Les opérateurs de réseaux de télécommunications et de services de communication électronique

Ceux-ci ont un impact majeur sur la consommation du secteur. Il s'agit donc de trouver un mécanisme incitateur afin que la recherche de l'efficacité énergétique tienne une place centrale dans leur politique technique. Et d'autre part, de trouver un mécanisme corrigeant le déséquilibre constaté, entre l'opérateur-prescripteur obligé de la box, et l'utilisateur-payeur de la consommation.

Ce mécanisme ne devrait cependant pas avoir d'effets pénalisants sur l'émergence de ces marchés non matures mais générateurs de croissance. Pour cette raison, les mécanismes de quotas sont à proscrire. Il reste en revanche deux voies intéressantes: les certificats blancs et les mécanismes dits de gamme. Observant que les deux mécanismes ont des impacts et des créneaux d'application différents, la mission recommande d'engager des études dans ces deux domaines. Ces mécanismes seront complexes et doivent faire l'objet de concertations approfondies avec les professionnels du secteur. Ils devraient notamment permettre d'intégrer dans le bilan des opérateurs, la consommation que leurs équipements génèrent chez leurs clients. La France pourrait être pionnière en ce domaine et proposer ce champ d'étude au niveau communautaire.

Enfin, la mission s'interroge sur la politique de subvention du terminal pratiquée par les opérateurs mobiles du point de vue du développement durable. En effet, ce dispositif conduit à un gaspillage et à une production accrue de matériels, à l'origine de 2 à 3% des émissions de CO₂ des TIC et de déchets. Prenant en compte le fait que la subvention du terminal est nécessaire pour le développement de nouveaux services ainsi que l'innovation, il serait intéressant d'inciter la profession à limiter la prolifération de terminaux mobiles non utilisés.

Ainsi, il doit être envisagé de freiner le processus de rotation des téléphones mobiles chez les clients en incitant les opérateurs à mettre sur le marché des offres d'abonnements sans subvention du terminal. En particulier, il faudrait permettre au consommateur de disposer, pour toute offre commerciale fondée sur le principe de subvention du terminal, d'une offre similaire d'abonnement sans terminal (« un forfait nu »), avec un tarif inférieur (sans participation au coût du terminal). Egalement et de façon prioritaire, il faudrait œuvrer en sorte que, à échéance de la période d'engagement qui lie le client à son opérateur de téléphonie mobile pour avoir acquis un terminal subventionné, le client bénéficie d'un tarif diminué automatiquement à la fin de la période d'engagement, puisque la quote-part du remboursement de la subvention initiale n'est alors plus justifiée. Ces mesures visent à inciter les clients à utiliser de façon optimale leurs terminaux mobiles lorsqu'ils fonctionnent et qu'ils en sont satisfaits.

Il est également souhaitable d'encourager les opérateurs mobiles à mettre en œuvre, dans le cadre de leur politique de fidélisation, l'inclusion de modalités avantageuses lorsqu'un ancien abonné rapporte à l'opérateur son ancien terminal.

7.2.2.5 Les boîtiers et adaptateurs

Il s'agit tant des boîtiers ADSL que des adaptateurs de conversion numérique/analogique ou de compression. Deux approches sont préconisées :

- une approche directe de réglementation de leur consommation, au travers de la mise en œuvre des dispositions de la réglementation européenne sur l'éco-conception. La mission insiste sur l'intérêt qu'il y aurait à assurer une surveillance du marché pour mieux vérifier le respect effectif des dispositions réglementaires qui semblent parfois bafouées, ce qui nuit à la crédibilité de l'ensemble de la démarche.
- une approche via les actions de réduction effectuées par les opérateurs. Ceux-ci y seront incités au travers des mécanismes décrits ci-dessus. La consommation énergétique qu'ils génèrent chez leurs clients sera ainsi prise en compte par leurs études techniques, au travers des mécanismes incitateurs.

7.2.2.6 Promouvoir les labels énergétiques pour les microordinateurs

S'agissant des ordinateurs résidentiels, comme professionnels, il convient de promouvoir les labels tels que Energy Star, afin que les ordinateurs se mettent automatiquement en veille après quelques dizaines de minutes d'inactivité. Ceci suppose une sensibilisation des utilisateurs, mais aussi une politique plus active par le biais de la commande publique notamment pour obliger les constructeurs et éditeurs de logiciels (Microsoft en particulier) à prévoir des modes veille performants : économes en énergie, mais aussi à temps de retour rapide. De nombreux utilisateurs désactivent les fonctions veille parce que le retour à la fonction marche est trop long.

7.2.2.7 Améliorer l'efficacité énergétique des centres de données

L'action pourrait s'articuler autour des axes suivants:

Limiter les pertes dues aux transformations de courant

Les constats ont mis en évidence la forte déperdition énergétique liée aux transformations de courant multiples dans les centres de données. Il est préconisé d'agir aux niveaux suivants :

- Lancer des actions de R/D visant à améliorer l'efficacité énergétique au niveau de l'utilisation du courant électrique. Les organismes compétents dans le domaine en seraient chargés, notamment l'INRIA.
- Mettre en place des aides ciblées afin d'encourager des projets innovants sur le sujet, pour ensuite diffuser leurs résultats auprès des opérateurs français.
- Promouvoir la normalisation et notamment, au niveau communautaire, donner un mandat de normalisation au CENELEC.

Récupérer la chaleur

Il n'existe pratiquement pas d'expérimentation de récupération de la chaleur émise par les centres de données, en partie parce que les fluides récupérés ne sont pas à des températures assez élevées pour pouvoir chauffer des immeubles à distance. Néanmoins, les nouvelles techniques de refroidissement plus proches des composants changent la donne technique: l'air ainsi réchauffé est à une température supérieure.

Deux actions pourraient être mises en œuvre:

- Une réduction sur l'impôt des sociétés liée à la récupération de chaleur des centres de données. Il s'agit là de mettre en place un encouragement à l'instar du rachat par EDF de l'énergie renouvelable auprès des particuliers. Après vérification de conformité à certains critères par un organisme certificateurs (sous la forme d'un certificat blanc), une réduction d'impôts serait accordée à tous les projets réutilisant la chaleur des centres de données pour du chauffage urbain.
- Un encouragement à l'innovation dans ce domaine. Il s'agit de mobiliser les dispositifs d'aide existants, essentiellement OSEO, sur ce thème.

7.2.2.8 Développer l'attractivité du territoire pour les centres de données

La France dispose d'atouts importants pour l'implantation des centres de données. Les avantages sont multiples : la production d'énergie abondante, comparativement peu onéreuse, peu émissive et peu dépendante des conditions météorologiques, l'existence de très bons

réseaux de télécommunications, une position géographique centrale en Europe et bien reliée aux réseaux américains, des conditions climatiques favorables. L'implantation d'un centre de données en France, en Allemagne ou en Chine ne se traduira pas par les mêmes émissions de CO₂. Il y a donc un intérêt environnemental conséquent au niveau mondial à ce que les grands centres de données s'implantent en France plutôt que dans un pays où la production d'électricité est très émissive.

Ceci est illustré par la situation du seul centre de données de Google en Europe. Il est situé en Belgique, pays dont la production d'un MWh électrique génère 270 kg de CO₂, contre 90 kg en France⁵³. On ne peut d'autre part qu'adhérer à l'objectif de mieux répartir, sur la planète, les grands centres de données, aujourd'hui quasi exclusivement situés sur le territoire nord-américain.⁵⁴ Enfin, ce type d'activité industrielle est en croissance, et il constitue l'un des marchés d'importance stratégique du XXI^{ème} siècle. Il conviendrait de vérifier, en liaison avec EDF/ RTE, la pérennité de la capacité de la France à produire durablement de l'énergie électrique sobre en carbone et compétitive en quantité appropriée. Si cette hypothèse est vérifiée, une politique attractive vis à vis des centres de données serait envisageable et aurait un effet positif sur l'activité en France (usage des réseaux de télécommunications, emploi) tout en étant globalement bénéfique au niveau planétaire.

Aussi est-il proposé de développer une politique volontariste visant à attirer les grands centres de données mondiaux, ou au minimum européens, en France. Cette politique passerait par des subventions attribuées à ces centres de données s'ils s'implantent en France, et par un démarchage actif des sociétés ayant des besoins en ce domaine. De telles politiques ont réussi dans le passé, dans des domaines proches. Certains Etats se sont ainsi taillé une spécialité dans certaines activités : l'Irlande dans le cas des centres d'appels téléphoniques (« call centers »), Londres dans le cas des activités financières (la crise actuelle ne pouvant être mise au passif de cette politique d'aménagement du territoire conduite par Londres).

Cela n'est en rien contradictoire avec les recommandations effectuées sur la nécessaire maîtrise de la consommation énergétique liée aux TIC et constitue un argument peu mis en avant jusqu'ici pour attirer des centres de données, optimisés et efficaces énergétiquement, dans un objectif de politique industrielle et d'aménagement du territoire.

7.2.2.9 Les systèmes d'information d'entreprise

Les systèmes d'information tiennent une place centrale dans l'organisation et dans la productivité de l'entreprise. En conséquence, toute contrainte sur ces réseaux pourrait se payer très rapidement d'une moindre efficacité de ces systèmes et d'une baisse de productivité subséquente. La mission n'y est pas favorable.

En revanche, suggérer des pistes pour améliorer leur efficacité, débouchera, s'il y a concrétisation sur des opérations « gagnant-gagnant ». La mission propose l'élaboration d'un « code de conduite », en liaison avec le CIGREF. En effet, il est important de sensibiliser les entreprises à la mutualisation, afin que les serveurs aient des taux de charge supérieurs à 50%, ce qui est parfois un peu plus complexe en termes d'administration, mais se révèle

⁵³ Source : *CO2 et énergie France et Monde*, Observatoire de l'énergie, Ed 2007.
Belgique : 25 Mt CO₂/ 91TWh, France 50 Mt CO₂/ 575 TWh

⁵⁴ La réglementation américaine autorise explicitement les agences gouvernementales à prendre connaissance des communications électroniques d'entreprises étrangères lorsque ces informations transitent par des serveurs américains

globalement rentable si les coûts des serveurs et de leur support (énergie, climatisation...) sont comptabilisés. Une responsabilisation des DSI est également indispensable car, dans la plupart des cas, le poste des dépenses d'énergie relève des gérants de site et non de la direction informatique. Dans de nombreuses entreprises, les dépenses d'énergie sont calculées sur la base d'une dépense par superficie plutôt que comme un coût résultant de l'énergie consommée effectivement par les différentes entités. Un diagnostic de la répartition réelle des dépenses d'énergie au sein des entreprises concourrait à une réduction de leur coût.

Plus globalement, il convient d'inciter les entreprises à entreprendre une démarche de comptabilité analytique en demandant que le bilan développement durable des grandes entreprises comprenne une présentation individualisée et normée des TIC. Il conviendrait de développer des méthodes rigoureuses pour l'élaboration de ces bilans pour ce qui relève notamment des TIC. Cela permettrait de limiter les pratiques constatées de « bilans de développement durable » concourant d'abord et essentiellement à la communication de l'entreprise, alors que la réalité ne correspond, au mieux par omission, que très partiellement à ce qui est présenté.

L'ensemble de ces mesures pourraient constituer l'ossature d'un Code de Conduite du SI d'entreprise, qui devrait être élaboré avec les organismes représentatifs concernés, tels que le CIGREF ou le Medef-Commission TIC et développement durable. L'ADEME pourrait également apporter son concours.

7.2.3 Les recommandations pour réduire l'empreinte carbone des matériels par une meilleure conception

La conception des produits est à la base de l'action de réduction des nuisances, mais il n'est pas aisé d'intervenir dans un secteur concurrentiel qui absorbe des mutations technologiques rapides et une forte évolution des attentes du marché. Une démarche partenariale d'éco-conception semble donc adaptée, dans une démarche de co-régulation par la négociation d'engagements volontaires avec les industriels.

Il est donc préconisé de mettre en place un groupe de travail conjoint avec les industriels concernés sur le sujet, dont les objectifs viseraient à :

- éviter de mettre sur le marché des produits dont la conception facilite la production mais complique le recyclage au stade du déchet.
- concevoir des produits adaptés au besoin et tenant compte, au delà des politiques commerciales, de l'impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie.
- fournir une notice donnant (outre les consommations en fonctionnement et en veille) des indications d'une part sur l'empreinte carbone lors de la production et lors de l'utilisation du produit en tenant compte, si possible, de la situation géographique et d'autre part sur les processus pour traiter efficacement au stade du déchet.
- enfin, respecter par anticipation les règlements de la directive « éco-conception » et en particulier celui fixant à moins d'1 W le plafond de consommation en veille.

7.3 Développer les usages des TIC permettant des économies d'émissions des gaz à effet de serre

Bien que des conclusions restent difficiles à dresser quant à la contribution positive des TIC sur le bilan énergétique global, un consensus se dégage pour estimer que les TIC sont un des supports privilégiés d'une politique de développement durable (selon ses trois volets).

A ce stade de prise de conscience des objectifs de développement durable par l'ensemble de l'économie et de la diffusion des TIC dans la société, la mission souhaite insister sur la nécessité d'agir pour promouvoir et favoriser l'adoption de comportements plus respectueux du développement durable, facilités par le recours aux TIC.

Ainsi, il convient en premier lieu d'appuyer le développement du secteur des communications électroniques, (toutes technologies confondues, filaires, fibrées, radio ou spatiales) et y conforter une concurrence effective. C'est en effet par cet intermédiaire que les technologies de l'information et de la communication et leurs usages se démocratiseront davantage tant dans les secteurs industriels et des services qu'au niveau des citoyens, par la facilitation de l'accès aux équipements et à l'information et par une adoption rapide de leurs usages. Cet objectif est l'un des axes d'actions prévus par le France Numérique 2012, largement évoqué dans son chapitre 1.

Par conséquent, l'Etat doit soutenir le déploiement actuel des réseaux, notamment en très haut débit, reposant sur les technologies fibrées et mobiles.

En second lieu, et en référence aux six applications ci-dessus considérées, la mission recommande :

Une action de sensibilisation grâce à un guide et éventuellement de soutien auprès des acteurs des secteurs dont le recours aux TIC est nécessaire pour s'inscrire davantage dans une optique de développement durable.

En particulier, cette action devrait être menée auprès des entreprises du secteur du bâtiment, comme par exemple les acteurs du logement social qui détiennent un parc de logements, construisent et rénovent aux niveaux local et régional. Ils disposent du savoir-faire pour une sensibilisation de leurs locataires dans le sens de l'amélioration de leurs pratiques (consommation d'énergie et d'eau). Cette action devrait également être menée auprès des collectivités territoriales, notamment dans la gestion de leurs réseaux de transports publics.

Les actions de ce type sont relativement rares et généralement isolées. C'est pourquoi l'Etat devrait prendre l'initiative de la réalisation d'un « **Guide des applications TIC pour les économies d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre** ». Ce guide pourrait, à l'instar d'autres en ce domaine, être réalisé par l'ADEME.

Le développement du télétravail, en incitant les entreprises et les administrations à recourir à ce nouveau mode d'organisation. En ce domaine, la mission ne peut qu'adhérer aux recommandations de France Numérique 2012, qui abondent dans le sens de l'utilisation bien des TIC pour le développement durable. A cet égard, on notera avec intérêt la récente proposition de loi qui, en convergence avec le plan France Numérique 2012, vise à donner une nouvelle dimension au télétravail en suggérant notamment de donner une nouvelle mission aux

maisons de l'emploi en y incorporant des micro-télécentres où des salariés pourraient venir *télé-travailler*⁵⁵.

Dans le cadre de son comportement exemplaire, l'Etat pourrait instaurer cette flexibilité en recourant aux télé-centres existants ou en en développant (programme ELMUT).

La mission insiste à cet égard sur les points suivants relatifs aux expérimentations de l'Etat :

- l'importance de choisir les agents qui télétravaillent puisque la rentabilité économique et écologique du télétravail varie beaucoup suivant les situations (nature du travail, type de bureau et de système d'information, distance domicile-travail...),
- la nécessité d'avoir un projet d'ampleur suffisante concernant au total plusieurs milliers d'agents dans la fonction publique afin de pouvoir valoriser des synergies entre administrations. Le mouvement de regroupement des services déconcentrés de l'Etat est à cet égard très favorable puisqu'il devrait permettre une compatibilité des systèmes d'information donc l'hébergement d'un télétravailleur dans un local d'une autre administration proche de son domicile,
- la nécessité d'effectuer un suivi de ces expérimentations et un bilan détaillé après un an de fonctionnement, afin d'engager, en meilleure connaissance de cause, un programme plus ambitieux.

Il revient également à l'administration de mettre en œuvre les outils juridiques éventuellement nécessaires pour accompagner cette démarche (droit du travail plus fondé sur l'évaluation du résultat que sur la présence, dédommagement du télétravailleur sur certains de ses frais, notion d'accident du travail en période de télétravail...).

La développement de l'achat en ligne, en visant un objectif de pénétration moyenne du e-commerce de 10%, qui représenterait un gain en dioxyde de carbone d'environ 1 Million de tonnes par an (soit 30 M€ au cours actuel du dioxyde de carbone). L'incitation pourrait par exemple être effectuée par l'intermédiaire de la sécurisation des moyens de paiement (garantie de certificats électroniques par la DCSSI, incitation des banques à généraliser le système 3D Secure et l'usage des certificats en contrepartie des subventions actuelles, sensibilisation du grand public aux règles de sécurité élémentaires...).

La dématérialisation des procédures, en exploitant les gisements importants existants dans ce domaine.

En effet, la transmission automatisée de documents administratifs (CERFA ...) peut apporter des gains notables en termes économiques et écologiques. La France peut à ce titre afficher quelques réalisations exemplaires comme la diffusion de la carte « Sésame Vitale » (qui a fait diminuer d'un milliard le nombre de feuilles de maladies par an) ou encore le paiement en ligne de l'impôt sur le revenu pour les particuliers et de la TVA pour les entreprises.

Il reste cependant des gisements importants dans ce domaine: la plupart seront exploités naturellement avec le temps sous la pression des contraintes budgétaires et également grâce au développement du haut débit sur l'ensemble du territoire, mais certains devraient susciter une action volontariste de l'Etat. Il s'agit en particulier de la dématérialisation, de la production,

⁵⁵ Cette suggestion reprend en fait la proposition du rapport CGTI de mai 2008 de créer des Espaces Locaux Mutualisés de Télétravail (programme ELMUT)

de la transmission des actes d'état civil⁵⁶ et de la valeur probante de la signature électronique, qui attendent toujours la publication de textes réglementaires. Le projet de carte nationale d'identité électronique, dotée d'un certificat, prévu dans le plan Numérique 2012, doit également à ce titre être encouragé.

L'action de l'Etat pourrait être de favoriser l'usage des certificats (cf action 78 de France Numérique 2012) et des solutions de signature électroniques simples et gratuites pour les services qui le nécessitent.

L'action de l'Etat pourrait être d'accompagner cette démarche par une action de communication sur le thème « la visioconférence est à la portée de toutes les entreprises », ainsi que de la promotion du développement du haut et très haut débit (notamment par les réseaux en fibre optique, qui assureront des débits suffisant pour une grande qualité de son et d'image) sur l'ensemble du territoire national.

Concernant l'optimisation des transports, une première démarche devrait aller dans le sens d'une sensibilisation massive des utilisateurs et d'une incitation à l'optimisation. Les aspects économiques liés à une moindre dépense en carburant sont une contrainte qui s'impose d'elle-même aux utilisateurs.

Une seconde démarche est le développement du routage « vert ». Il s'agit d'apporter l'information concernant les embouteillages afin de favoriser une meilleure prise de décision des conducteurs quand à leur choix d'itinéraire. Cette application est la plus prometteuse en matière d'application des TIC pour les déplacements. Les freins concernant la diffusion de ces informations doivent donc être levés. Les principales difficultés concernent :

- l'existence de sources multiples pour l'information concernant l'état de la circulation,
- la qualité de l'information,
- le caractère payant (sauf les panneaux à messages variables existants) de cette information lorsqu'il s'agit d'en disposer à bord des véhicules, sur un téléphone mobile ou un système de navigation de véhicule.

La mission recommande en conséquence qu'une étude soit conduite afin d'identifier les moyens permettant d'aboutir à une diffusion de masse de cette information sur les systèmes électroniques individuels.

Ensuite, les systèmes d'aide à l'éco conduite à bord des véhicules présentent un potentiel important de réduction des émissions, de l'ordre de 5 à 10 % (voir § 5.5.4). Ces dispositifs techniques devraient faire l'objet d'encouragements. Plusieurs pistes devraient être discutées avec la profession. En premier lieu, il faut signaler que le bonus malus est actuellement basé sur le seul modèle de véhicule. Or, un véhicule équipé des différents dispositifs d'optimisation émettra nettement moins, tout au long de sa vie, qu'un véhicule non équipé. On peut donc songer, afin de favoriser ce type de systèmes, à moduler le bonus afin de favoriser les véhicules avec les systèmes d'aides à l'éco-conduite. En deuxième lieu, il serait intéressant de réaliser des campagnes de promotion insistant sur les gains en carburant de ces systèmes.

⁵⁶ Chaque année, 20 millions de copies d'actes d'extraits de naissance transitent par papier entre mairies aujourd'hui, et la nouvelle application de délivrance des CNI/ Passeports dans 2000 mairies sélectionnées, qui doit voir le jour en 2009, pourra en automatiser 90% si le Ministère de l'intérieur prend ce besoin en considération et si les obstacles réglementaires sont levés.

7.4 Des mesures de portée générale

7.4.1 Encourager les projets innovants par une distinction spécifique

La mission soutient la proposition faite par le MEDEF de créer deux distinctions spécifiques permettant de récompenser les entreprises développant des produits TIC économes en énergie (Green IT) et celles utilisant les TIC pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO² dans leur secteur (Cleantech).

Ces distinctions, qui pourraient être attribuées chaque année par un jury de haut niveau comprenant des acteurs des secteurs publics et privés, permettraient de capitaliser sur la bonne image qu'a le développement durable dans l'opinion, et remplacer le « *green washing* » actuel par des comportements plus responsables, grâce à des critères objectifs d'attribution, parmi lesquels :

- les actions innovantes (comme la réutilisation de la chaleur des centres de données, la mise en place de covoiturages, de télétravail...);
- la réalisation d'un bilan carbone ;
- la mise en place d'une « comptabilité verte » suivant des mécanismes comme le « *shadow pricing* », qui consiste à charger les coûts internes en fonction du carbone émis lors des prises de décision, ou la mise en avant des objectifs d'économies d'émission de CO² par entité ou activité de l'entreprise ;
- la traçabilité d'un investissement effectif réalisé pour une démarche de « développement durable ».

7.4.2 Communiquer sur la consommation des équipements TIC

Les ménages ont une perception fautive de la consommation électrique engendrée par leurs équipements TIC. Beaucoup imaginent que les postes de consommation électrique les plus lourds sont encore l'éclairage ou les équipements ménagers (lave-linge, lave-vaisselle, réfrigérateurs...). Or, comme il l'a été mis en avant dans ce rapport, les équipements blancs sont en train de perdre le privilège d'occuper le premier poste de consommation électrique spécifique des ménages français.

Aussi, des campagnes de sensibilisation grand public seraient nécessaires afin de rétablir la hiérarchie des postes les plus gourmands en énergie dans les foyers. Ces campagnes devraient notamment signaler la part importante et croissante de consommation électrique liée au mode « veille » de l'ensemble de leurs équipements (pas seulement TIC d'ailleurs). L'ADEME pourrait en être chargée, au titre de sa mission concernant la maîtrise de l'énergie.

7.4.3 Définir une politique de réseaux électriques intelligents, et accélérer les installations de compteurs électroniques

Le compteur électronique, permettant le télé-relevage et/ou la télétransmission des informations de consommation électrique des ménages, est un instrument précieux de connaissance et de prise de conscience de leurs niveaux de consommation. Deux actions sont susceptibles de parvenir au but recherché, lequel est la connaissance par l'utilisateur de sa consommation liée aux TIC.

Inciter ERDF à accélérer le programme AMM.

En effet, les échéances actuellement prévues pour la fin de l'équipement (2017) sont trop lointaines pour permettre le sursaut nécessaire vis à vis du niveau élevé de la consommation électrique. Les 20% de consommation électrique totale dues aux TIC, seront en effet atteints dès 2014, sur la lancée actuelle. Il serait donc peu utile de disposer de cet outil de maîtrise alors que le « mal serait déjà fait ». La tutelle de l'Etat devrait donc s'exercer afin de trouver avec l'opérateur les moyens de concilier le programme AMM avec l'objectif de maîtrise des consommations TIC.

Inciter les industriels à développer des systèmes légers de mesure des consommations instantanées.

Ce type d'appareil, placé en Y sur le câble de sortie du disjoncteur 500 mA d'abonné, permettrait pour une somme modique aux usagers de connaître leurs consommations. Des crédits d'études de l'Etat devraient donc être mobilisés pour que ces dispositifs, à coût objectif de 10 à 20 €, puissent être disponibles rapidement.

Approfondir les possibilités concernant les réseaux électriques intelligents

Par ailleurs, afin de vérifier les prévisions prometteuses de l'étude Smart 2020, selon laquelle les réseaux électriques intelligents pourraient entraîner une économie de l'ordre de 90 Mt CO²/an en France, et mettre en œuvre les actions correspondantes, la mission préconise la commande d'une étude à EDF/RTE. Cette étude porterait sur les bilans économique et écologique qui accompagneraient la mise en place de systèmes d'effacement à la demande, grâce à des compteurs intelligents, capables d'être contactés par EDF et informés de l'état de saturation du réseau, de télécommander l'allumage ou l'extinction d'un minimum d'appareils dans les habitations particulières (chauffage notamment) ou dans les entreprises, et de permettre, le cas échéant, la mise sur le réseau de la production d'électricité locale (par exemple de type solaire pour des particuliers ou de groupes électrogènes pour les entreprises).

Une action incitative de l'Etat vis-à-vis des fournisseurs d'électricité dans la perspective de mettre en œuvre de telles mesures est souhaitable.

7.4.4 L'Etat exemplaire

Concernant les commandes publiques, l'Etat a déjà intégré, depuis trois ans, les exigences issues du règlement 106/2008 concernant le label Energy Star pour les matériels de bureau. Ceci a été recommandé dans la circulaire du Premier Ministre du 28 septembre 2005 relative au rôle exemplaire de l'Etat en matière d'économies d'énergie. Celle ci a été actualisée par la circulaire du Premier Ministre du 3 décembre 2008 sur le même sujet.

Dans cette lignée, via la commande publique, il conviendrait de faire pression sur les constructeurs et les éditeurs de logiciels afin qu'ils développent des produits de plus en plus efficaces en termes de consommation d'énergie.

D'autre part, l'expérimentation déjà citée sur le développement du télétravail dans l'administration pourrait contribuer à cet objectif, en soumettant l'achat des équipements nécessaires à la mise en œuvre de cette expérimentation à de telles conditions.

Enfin, concernant la gestion de l'énergie des bâtiments de l'Etat, la circulaire du 3 décembre 2008 recommande la simple étude de la mise en place d'une gestion technique centralisée, afin de minimiser les consommations de fluide. Il serait possible d'aller plus loin, et la mission recommande que chaque rénovation importante s'accompagne obligatoirement de la mise en place d'une gestion intelligente du bâtiment.

7.4.5 *Politique européenne*

Dans le débat communautaire concernant la maîtrise de l'énergie, la France doit continuer à adopter la position pionnière promue pendant le semestre de Présidence française, notamment sur les problématiques liées à la maîtrise de la consommation d'énergie des TIC. C'est une voie efficace et opérationnelle pour conforter les choix nationaux et, à partir de l'expérience acquise au niveau national, de défendre les intérêts français et d'infléchir les décisions communautaires à venir.

Par ailleurs, la transposition des directives relatives à l'efficacité et à l'étiquetage énergétique devrait être conduite dans les délais les plus raisonnablement brefs.

7.5. Synthèse des recommandations :

Développer des TIC plus sobres :

Recommandation 1 : Revoir en profondeur le décret du 20 Juillet 2005 sur les DEEE dans le but de multiplier par quatre le volume des DEEE effectivement traités en France en assurant une transparence dans l'organisation du traitement des déchets, en laissant jouer la concurrence entre les éco-organismes et en supprimant les conflits d'intérêt au sein de ces organismes. Ces orientations, à mettre en oeuvre au niveau national, pourront aussi servir de base à la position française pour la révision de la directive européenne sur les DEEE.

Recommandation 2 : Mettre en place un dispositif de veille (observatoire) concernant la consommation énergétique des TIC afin de permettre aux pouvoirs publics d'élaborer une politique cohérente de maîtrise de cette consommation et d'en assurer le suivi.

Recommandation 3 : Mettre en place les conditions qui permettent de définir une politique cohérente de maîtrise de l'énergie applicable aux TIC, avant fin 2009 avec notamment l'objectif d'aboutir à une charte avec les acteurs économiques du secteur cosignée par le MEEDDAT.

Recommandation 4 : Rendre obligatoire l'affichage des consommations en veille et en fonctionnement pour tous les produits bruns, en commençant par les téléviseurs et les ordinateurs, avec des contraintes de visibilité, notamment sur l'affichage et une mention de coût annuel moyen pour l'utilisateur.

Recommandation 5 : Veiller à la mise en oeuvre des règlements européens relatifs à la directive « éco-conception », et notamment à partir de 2009 du règlement portant sur les consommations électriques en position veille, en confortant la crédibilité par une meilleure surveillance du marché pour en vérifier l'application effective.

Recommandation 6 : Se définir une ligne cohérente, éventuellement par anticipation sur les démarches communautaires, avant fin 2009 sur les boxes (ADSL pour l'essentiel) dont le parc évolue significativement. Un accord volontaire entre les acteurs concernés ou une charte cosignée par le MEEDDAT pourraient être envisagés.

Recommandation 7 : Rendre obligatoire la compatibilité TNT-HD des téléviseurs pour tous les modèles, limiter la multiplication des adaptateurs non intégrés et passer directement à la norme MPEG 4 dans les DOM.

Etablir par ailleurs un malus modéré sur les téléviseurs, modulé en fonction de leur consommation électrique.

Recommandation 8 : Afin d'éviter la prolifération des terminaux mobiles, contraindre les opérateurs d'une part à proposer à leurs nouveaux clients des forfaits incluant un terminal subventionné et des forfaits n'en incluant pas, c'est à dire avec un tarif inférieur, et d'autre part à proposer à leurs clients qui sont sous engagement après avoir acquis un terminal subventionné, de bénéficier d'un tarif diminué automatiquement à la fin de la période d'engagement.

Les inciter à mettre en oeuvre, dans le cadre de leur politique de fidélisation, des modalités avantageuses lorsqu'un ancien abonné rapporte à l'opérateur son ancien terminal.

Recommandation 9 : Améliorer l'efficacité des centres de données en lançant des actions de R&D et encourager par une réduction de l'impôt sur les sociétés les centres de données qui récupèrent la chaleur pour des applications de chauffage, en cohérence avec l'action de l'ADEME sur le sujet (cf action 134 de France Numérique 2012).

L'Agence française pour les investissements internationaux (AFII) pourrait réaliser une plaquette, visant à attirer en France les centres de données innovants, et être de façon générale sensibilisée à cette action.

Recommandation 10 : Mettre à profit le réexamen du cadre réglementaire européen applicable aux communications électroniques pour introduire dans la directive cadre (article 8 chapitre III), ou à défaut lors de sa transposition en droit national, la prise en compte du développement durable comme objectif général des instances de régulation au sens communautaire (ARN), c'est à dire l'ARCEP, le CSA et l'ANFr.

Recommandation 11 : Mettre en place un groupe de travail conjoint avec les industriels du secteur et leurs organismes représentatifs, devant déboucher sur une charte, des engagements relatifs à l'éco-conception des produits et un code de conduite sur le développement durable, moralisant le discours « vert » et l'appuyant sur des éléments objectifs et normés.

Promouvoir les TIC qui permettent des gains en carbone :

Recommandation 12 : Soutenir le déploiement actuel des réseaux de très haut débit, et l'instauration d'une concurrence effective dans le secteur, afin d'assurer la diffusion et les usages des TIC par tous et sur tout le territoire, et favoriser leur recours dans une optique de développement durable.

Recommandation 13 : Encourager le télétravail, notamment par la clarification du contexte réglementaire (durée légale, accidents du travail, frais professionnels à domicile...), et par une expérimentation à la fois ciblée et quantitativement significative dans plusieurs administrations, suivie d'un bilan détaillé préalable à une éventuelle action plus large.

Recommandation 14 : Encourager le e-commerce par une meilleure sécurisation des échanges sur Internet : incitation des banques à utiliser des systèmes tels que 3D Secure, e-carte bleue... et l'usage de certificats, notamment ceux garantis par l'Etat comme celui de la CNIE, sensibilisation du grand public aux règles de sécurité élémentaires ; promotion des paiements mobile sécurisés.

Recommandation 15 : Anticiper, dans le contexte futur de l'internet des objets, les apports des étiquettes électroniques (RFID).

Recommandation 16 : Mener des actions de sensibilisation (notamment sur l'affichage des consommations) et créer des guides des applications TIC pour les économies d'énergie : plusieurs guides spécialisés (Bâtiments, Transports, Energie) et un guide Grand public.

Recommandation 17 : Les « réseaux intelligents » ayant été identifiés comme un enjeu majeur, demander à EDF/ RTE d'accélérer le déploiement des compteurs intelligents et faire développer des dispositifs simples pour les tableaux d'usagers et visant à permettre aux usagers de prendre connaissance de leurs consommations instantanées. Certains de ces matériels pourraient donner lieu à des crédits d'impôts.

Recommandation 18 : Lancer avec les industriels les études permettant de favoriser la diffusion des systèmes d'éco-conduite, et notamment mettre à profit le PREDIT (Programme de Recherche et Développement sur les Infrastructures et les Transports) pour développer ces systèmes.

Recommandation 19: Etre exemplaire au niveau de l'Etat, et assurer le suivi de la circulaire du Premier Ministre du 3 décembre 2008 (notamment sur la gestion optimisée des bâtiments grâce aux TIC, sur l'acquisition obligatoire dans le cadre de la commande publique de matériels respectant au minimum la norme Energy Star), et l'élargir par une gestion des déchets de l'administration et la publication de décrets autorisant la transmission dématérialisée des actes authentiques.

8 ANNEXES

8.1 Annexe 1 : Lettre de mission et courrier adressé à l'ARCEP

8.2 Annexe 2 : Définition du secteur TIC selon le SESSI (Service des Etudes et des Statistiques Industrielles)

La délimitation du secteur des TIC élaborée par l'OCDE est reprise ici, car elle permet d'assurer la compatibilité des statistiques en matière de technologies de l'information.

Le secteur des TIC comprend à la fois l'industrie manufacturière et les services ainsi que le commerce de gros matériel informatique. Cette définition statistique prend la forme du tableau ci-dessous. Les industries du contenu (services audiovisuels) ne figurent plus sous la définition des TIC.

C45- Fabrication d'appareils de réception, enregistrement ou reproduction du son et de l'image

E31- Fabrication de machines de bureau et de matériel informatique

300C Fabrication d'ordinateurs et d'autres équipement informatiques

E33- Fabrication d'appareils d'émission et de transmission hertzienne

322A Fabrication d'équipements d'émission et de transmission hertzienne

322 B fabrication d'appareils de téléphonie

E35 - fabrication de matériel de mesure et de contrôle

332 A fabrication d'équipements d'aides à la navigation

332 B fabrication d'instrumentation technique et scientifique

333 Z fabrication d'équipements de contrôle des processus industriels

F61 - fabrication de matériel électrique

313 Z fabrication de fils et câbles isolés

F62 - fabrication de composants électroniques

321 A fabrication de composants passifs et de condensateurs

321 B fabrication de composants électroniques actifs

Services liés à des biens

Commerce de gros de machines de bureau et de matériel informatique (51.6G)

Location de machines et équipements de bureau (71.3E)

Services immatériels

Télécommunications (642A et 642B)

Activités informatiques (721 à 726)

8.3 Annexe 3 : Liste des personnes auditionnées

MM. Richard Lavergne, Jean-Michel Kehr, DGEMP/Observatoire de l'énergie

M. Denis Waxweiler, François Brissonneau, La Poste

Mme Gentiane Weil ,

MM. Jean-Manuel Canet, Philippe Tuzzolino, Denis Petonnet, France-Télécom

M. Mark Ellis Agence Internationale de l'énergie

M. Alain Anglade, ADEME

M. Jean François Janin, MEEDAT, Mission Transports Intelligents

Mme Katia Duhamel, Catherine Moulin, M. Richard Lalande, AFORST Commission DD

M. Jérôme Coutant Direction Interministérielle à l'Aménagement et la Compétitivité du Territoire

Mme Sophie Le Ménaheze, M. Jean-Pierre Lacotte, Thomson

MM. Bernard Heger, Pascal Chevallier, SIMAVELEC

Mme Laurence Mine, FFT

M. Ahcène Latrech, Alliance TICs/Bull

Mme Sarah Greenwood, M Vincent Videlaïne, SYMANTEC

M Pierre Sicsic, Mme Catherine Martial (DEEE), société HP-France

Mme Isabelle Flory, M Marc Dolphus, INTEL

M Jean Charles Labbat, Cisco Systems France

M Arnaud Brunet, SONY

Mme Taka Okazaki-Lebland, Panasonic France

M Philippe Planterose, Association Française du télétravail et des téléactivités

M Jean Jacques Thiebault, Mission ECOTER, développement des SIC dans les collectivités locales

Mr Philippe Legrand, Manche Numérique

Mme Pascale-Auguste Moyon, Bouygues Telecom

Mme Marine Fabre, MEEDDATT/DGPR

Mme Marie Hélène Laurent, MM. Yves Bamberger, Dominique Osso, EDF R&D

M. Eric Boschwitz, Jean-Charles André, Michel Pochitaloff-Huvalé, Compagnie IBM France

Mme Véronique Demilly, M. Matthieu Roger, CSA

M. Yvan Faucheux, MINEIE/DGE

M. Laurent Gouzènes, STM

M. Yves Blanc, Eutelsat

Mme Evelyne Bisson, M. Pascal Dupuis MEDDAD/DGEC/SCEE

Annexe 4 : Fiche sur le télétravail.

La mission a essayé d'estimer l'impact du télétravail par une approche micro-économique unitaire.

Le bilan des expérimentations déjà effectuées nous amènent à considérer que le télétravail ne doit pas couper le salarié de son environnement et de ses collègues, et qu'il doit donc être limité à 2 jours par semaine.

En outre, sachant que la distance journalière moyenne parcourue par un salarié est de 26 km/jour⁵⁷, il ne semble pas réaliste de demander à un salarié de télétravailler dans un télécentre à 3 km de chez lui s'il est à 13 km de son lieu de travail normal. Deux scénarios sont donc envisagés, avec une même base d'économie de 26 km de trajet :

- Scénario 1 : le salarié moyen (à 13 km de son travail) travaille 2 jours/ semaine chez lui
- Scénario 2 : le salarié excentré (à 15 km de son lieu de travail) travaille 2 j/semaine dans un télécentre situé à 2 km de son domicile.

On admettra que 80% des salariés utilisent aujourd'hui la voiture pour aller travailler⁵⁸. L'économie potentielle sur les trajets est donc de 80% de la consommation voiture, soit par salarié télétravailleur travaillant 47 semaines:

$$26 \text{ km/j} \times 94 \text{ j/an} \times 216 \text{ g/km} \times 80\% = 422 \text{ kg/an}^{59}$$

Les économies sur les bureaux sont beaucoup plus difficiles à évaluer car il semble difficile de ne plus affecter un espace de travail à un agent, même s'il est absent 2 jours par semaine.

La configuration la plus propice est celle des services travaillant sur des postes de travail en réseau dans des open spaces : le salarié ne conserve qu'un casier pour garder quelques affaires personnelles et accepte de changer de position de travail suivant les jours. Le gain lié au télétravail peut être proche de 40% du cout initial, voire dépasser ce chiffre si le télétravail est le fait déclencheur de la mise en œuvre de cette méthode de travail dans l'entreprise.

Néanmoins, la plupart des services fonctionnent avec des bureaux, et le télétravailleur conservera son poste de travail informatique, son bureau (mobilier), et l'économie en locaux sera limitée à un compromis acceptable pour les agents (au mieux une personne de plus par pièce, et parfois pas de changement). L'économie sera alors de 10% à 20%.

La moyenne des 2 configurations s'établit donc autour de 25% d'économie dans le local nominal.

Pour le local de télétravail, on considérera que le domicile est gratuit même si la jurisprudence peut parfois amener l'entreprise à dédommager le salarié⁶⁰. En revanche, l'usage d'un télécentre, qu'il soit d'un autre service de l'administration, ou sous traité (Elmut) nécessite des locaux aménagés, à hauteur de 40%.

⁵⁷ INSEE Première n°1129 mars 2007

⁵⁸ Le Grenelle cite le fait que les français utilisent à 83% la voiture pour leurs déplacements personnels

⁵⁹ La valeur de 216g CO2/km est issue du guide des facteurs d'émission de l'Ademe (valeur moyenne France, tenant compte de l'amortissement CO2 de la voiture).

Par ailleurs la valeur retenue de 422 kg est sans doute sous estimée car les agents qui choisissent le télétravail sont souvent ceux qui habitent le plus loin de leur lieu de travail.

⁶⁰ On considérera que le travail à domicile n'impose pas au salarié d'agrandir son logement et ne donne pas lieu en général à un cout supplémentaire : le transfert d'argent est donc un jeu d'écriture vu de la collectivité

L'économie totale en locaux est donc de 25% dans le scénario 1 et le surcroît de locaux nécessaire de 15% dans le scénario 2.

Pour la valorisation en CO2 des locaux, on retiendra une valeur de 1 500 kg CO2/ agent.an⁶¹.

SYNTHESE CO2 :

- Dans le scénario 1, on arrive à une économie de 800 kg environ ($422 + 0,25 \times 1500$) par télétravailleur et par an
- Dans le scénario 2, on arrive à une économie d'environ 200 kg CO2 par agent ($422 - 0,15 \times 1500$).

MODELE ECONOMIQUE :

L'économie est principalement réalisée par les agents sur leur transport domicile-travail, et par l'entreprise sur les locaux.

L'économie sur les trajets peut être valorisée à hauteur de 0,5 €/km, donc environ 1200 €/an

Pour l'économie sur les locaux, on retiendra les chiffres de l'étude Cisco, à savoir 300 €/m² et 25 m²/agent, donc 7500 €/agent.an. Il convient de prendre en outre le coût du poste de travail :

- Pour le scénario 1, le coût à domicile sera compté uniquement au titre du poste de travail informatique qu'il conviendra de fournir à l'agent.

L'étude bureautique effectuée dans le cadre des audits de modernisation évaluait ce coût à 1000 €/agent.an.

On peut imaginer que l'entreprise demande au salarié de travailler sur un PC portable unique, aussi bien au bureau que chez lui. Ceci est néanmoins pénalisant et ne pourra être accepté que si l'entreprise prend entièrement à sa charge les frais d'abonnement Internet (400 €/an). Si en revanche un PC supplémentaire est fourni au salarié, le coût pour l'entreprise (contribution partielle à l'abonnement Internet, plus coût de possession du PC intégrant un surcoût de dépannage à distance) sera voisin de 1000 €. Compte tenu de la sécurisation de l'accès à distance au système d'information qui est à compter dans tous les cas, le coût du poste de travail atteint en moyenne 800 €/an pour un télétravailleur.

Total gain pour l'entreprise : $1875 - 800 = 1075$ €

Total gain pour le salarié : 1200 €

Total gain global : 2275 €/an

- Pour le scénario 2, On admettra que les coûts unitaires sont les mêmes, que le télétravailleur soit dans un Elmut géré par une collectivité, dans un autre centre de l'administration ou dans ses locaux nominaux, conduisant à une proportionnalité des coûts aux locaux occupés.

Il en est de même pour l'usage du poste de travail, le surcoût lié à l'accès à distance du système d'information pouvant être compensé par le fait qu'un salarié sera compté pour 1,15 agent alors qu'il n'utilise des consommables qu'à hauteur de 1 agent.

Le surcoût pour l'entreprise en termes de locaux est de : $0,15 \times 7500 = 1125$ €

⁶¹ Hypothèse de 25 m² par agent (étude Cisco Meeddat), 300 kWh/m² de bureau et 0,2 kg CO2/MWh. Le taux de conversion de l'énergie (0,2) est supérieur au taux de 0,084 utilisé dans l'étude car l'énergie consommée pour les bâtiments est plus carbonée que l'électricité nucléaire.

Le surcout en terme de poste de travail est de : $0,15 \times 1000 = 150 \text{ €}$

Total surcout pour l'entreprise : 1275 €/an

Total gain pour le salarié : 1200 €/an

Total global : surcout de 75 €/an

EXTRAPOLATION

Pour 3 millions (10% de la population) de télétravailleurs à 2 jours par semaine, supposés répartis à égalité entre les scénarios 1 et 2, le gain total est de 1,5 Mt CO₂/an, et de 3300 M€/an. Pour 3 millions d'ETP télétravailleurs, le chiffre est à multiplier par 2,5 (3,75 Mt et 8,25 Mds €).

Il convient toutefois de noter

- la forte dépendance des résultats aux conditions de mise en œuvre : distance moyenne économisée, mais surtout mode de travail des agents, conditions d'accueil à domicile ou dans un télécentre...
- la prédominance forte de l'économique sur l'écologique dans ce dossier : les enjeux financiers sont sans commune mesure avec les cours du CO₂ (30 €/t).

ANNEXE 5 : Données génériques moyennes ayant servi aux estimations

1. Définitions

Consommation d'énergie finale : consommation d'énergie finale - nette des pertes de distribution (exemple : pertes en lignes électriques) - de tous les secteurs de l'économie, à l'exception des quantités consommées par les producteurs et transformateurs d'énergie (exemple : consommation propre d'une raffinerie). La consommation finale énergétique exclut les énergies utilisées en tant que matière première (dans la pétrochimie notamment).

Consommation d'énergie primaire : consommation finale + pertes + consommation des producteurs et des transformateurs d'énergie (branche énergie). La consommation d'énergie primaire permet de mesurer le taux d'indépendance énergétique national, alors que la consommation d'énergie finale sert à suivre la pénétration des diverses formes d'énergie dans les secteurs utilisateurs de l'économie.

2. Valeurs physiques

1 t CO² = 1 t eq CO² = 12/44 t eq C

1 Calorie = 4,18 J

1 kWh = 3,6 MJ

1 Baril de pétrole = 159 l = 137 kg

1 kg de pétrole produit 10 000 kcal, donc 1 tep dégage une énergie de 11,6 MWh (un MWh utilisé pour du chauffage produit la même énergie que 0,09 tep).

En revanche, en raison des mauvais rendements (théorème de Carnot), il faut 0,22 tep pour fabriquer 1 MWh d'électricité à partir du pétrole.

1 kg d'hydrogène produit 28 000 kcal

1 litre d'essence produit 32 MJ (7 650 kcal)

1 mètre cube de bois produit 0,25 tep (2 500 000 kcal)

Solaire photovoltaïque : 1 m² produit 100 Wc et 100 kWh/an, donc un ha de panneaux solaires produit 1 GWh/an.

Biocarburants : 1 ha produit environ 1 tep d'éthanol-biocarburant par an

1 centrale de 1,6 GW produit par an (10 000 heures) 10 TWh.an.

3. Valeurs mondiales et française (économie) Valeurs DGEMP 2007 sauf mention différente

	Monde	France
Production totale électricité		570 TWh
Conso pétrole	3531 Mtep (1999)	84,9 Mtep/an
Conso énergie primaire	18 292 Mtep (2005)	276 Mtep
Conso électricité	14 197 TWh (2001) (3 150 Mtep)	434 TWh (95 Mtep)

Conso pétrole pour transports	1716 Mtep (2001)	53 Mtep
Emission CO ₂ dues à l'énergie	6459 Mt (2001)	66 Mt
Emission CO ₂ due aux transports		133 Mt

4. Ratios de l'Ademe

1 tep de pétrole dégage 0,9 t eqC, donc 3,3 t CO₂

Consommation moyenne des appareils domestiques

Le document « Guide des facteurs d'émission – V5 de janvier 2007 » donne dans ses tableaux 27 et 28 quelques valeurs sur les taux d'équipements, l'empreinte carbone et la consommation moyenne annuelle en kWh de quelques équipements domestiques :

Des valeurs moyennes de CO₂ par salarié et par euro dans le secteur des PTT sont fournis par une étude CNRS de 1990 : A partir d'une consommation de 1,18 Mtep pour un CA de 15 M€, l'étude conduit à des ratios de 3 tep/ agent (soit 4 t CO₂ puisque l'étude conclut à un ratio de 0,38 t eq C, donc 1,4 t CO₂ par tep), et de 250 t CO₂/M€, ce qui, actualisé en 2008 donne probablement 500 g CO₂/€

Quelques ordres de grandeur (extrait Ademe):

Pour fixer les idées, 2 tonnes d'équivalent carbone (soit 7,3 t CO₂, c'est à dire quasiment l'émission annuelle moyenne d'un français) peuvent résulter de :

- l'achat de 87 300 kWh d'électricité en France (12 600 en Grande Bretagne)
- la combustion de 2700 litres d'essence
- 15 000 km en voiture moyen/haut de gamme en cycle urbain réel
- 30 000 km en avion (soit 2 aller retour Paris New York)
- 870 000 km en tain en France (87 000 km en Grande Bretagne)
- la production de 250 kg de bœuf
- la production de 700 kg d'aluminium neuf en Europe (moins aux USA)

Enfin, une étude de la société TIAX LLC faite en Juillet 2007 au profit de la Consumer Electronics Association, donne quelques éléments sur les produits et services électroniques aux USA (basés sur une conversion de 75 g CO₂/ MJ, différente de celle utilisée en France):

- la production et la distribution d'un DVD nécessite une énergie de 35 MJ, correspondant à une empreinte de 2,6 kg CO₂
- la production d'une rame de 500 feuilles de papier représente le dégagement de 2,2 kg CO₂
- l'envoi et la réception d'un e-mail de 100 ko représente une énergie de 0,02 MJ, soit 1 à 2 g de CO₂
- l'envoi d'un courrier par la Poste représente une émission de 5 g CO₂ environ. Néanmoins, le remplacement d'un courrier par un e-mail se traduit par une émission accrue de CO₂ de 5 g si le courriel est imprimé.
- l'usage d'un PC (Desktop) pendant une heure représente (amortissement compris) une énergie de 0,6 MJ (amortissement) + 1,7 MJ (usage), soit empreinte de 170 g CO₂ environ
- l'usage d'un PC portable (Notebook) pendant une heure représente 0,8 MJ (amortissement) + 0,35 MJ (usage), soit 85 g CO₂ environ

5. Production des PC (Ademe – Guide des facteurs d'émission 2001-2007 Version 5.0)

Avec ces diverses données nous aboutissons au total suivant pour un ordinateur de bureau à écran cathodique

Ordinateur de bureau à tube cathodique	kg combustibles	% charbon	% gaz	kg. équ. C
Composants électroniques	94	90%	10%	68,6
Circuit imprimé	14	49%	51%	11,4
Tube cathodique	9,5	58%	42%	7,5
Matériaux pour le boîtier de l'unité centrale	21	40%	60%	17,4
Matériaux pour le boîtier de l'écran	22	40%	60%	18,2
Production des produits chimiques	64	80%	20%	48,0
Production des galettes de silicium	17	20%	80%	14,8
Total	241,5			185,8

Tableau 184 : Calcul du facteur d'émission d'un ordinateur à tube cathodique

Pour un ordinateur à écran plat, les données deviennent alors les suivantes :

Ordinateur de bureau à écran plat	kg combustibles	% charbon	% gaz	kg. équ. C
Composants électroniques	94	90%	10%	68,6
Circuit imprimé	14	49%	51%	11,4
Ecran plat	226	47%	53%	184,3
Matériaux pour le boîtier de l'unité centrale	21	40%	60%	17,4
Production des produits chimiques	64	80%	20%	48,0
Production des galettes de silicium	17	20%	80%	14,8
Total	436			350,6

Tableau 185 : Calcul du facteur d'émission d'un ordinateur à écran plat

6. Ademe : Taux de conversion entre l'énergie électrique et le dégagement de CO² :

Le taux retenu pour la France est de 23 g eqC soit 84 g CO² par kWh, alors que la moyenne mondiale (UE + USA + Japon) tourne autour de 570 g CO²/kWh.

Pour l'étranger, les valeurs ont été fournies par le GHG Protocol, lui-même faisant référence à l'Agence Internationale de l'Energie (année de référence : 2004).

Pays	Kg équivalent carbone par kWh, en 2004
Electricité en France	0,023
Electricité en Allemagne	0,141
Electricité en Autriche	0,056
Electricité en Belgique	0,073
Electricité au Danemark	0,091
Electricité en Espagne	0,117
Electricité en Finlande	0,069
Electricité en Grèce	0,222
Electricité en Irlande	0,176
Electricité en Italie	0,139
Electricité au Luxembourg	0,083
Electricité aux Pays-Bas	0,120
Electricité au Portugal	0,137
Electricité au Royaume-Uni	0,124
Electricité en Suède	0,012
Electricité, moyenne européenne	0,096
Electricité aux USA	0,158
Electricité au Japon	0,115

Tableau 22 : Facteurs d'émission de la production d'électricité par pays en 2004³⁹

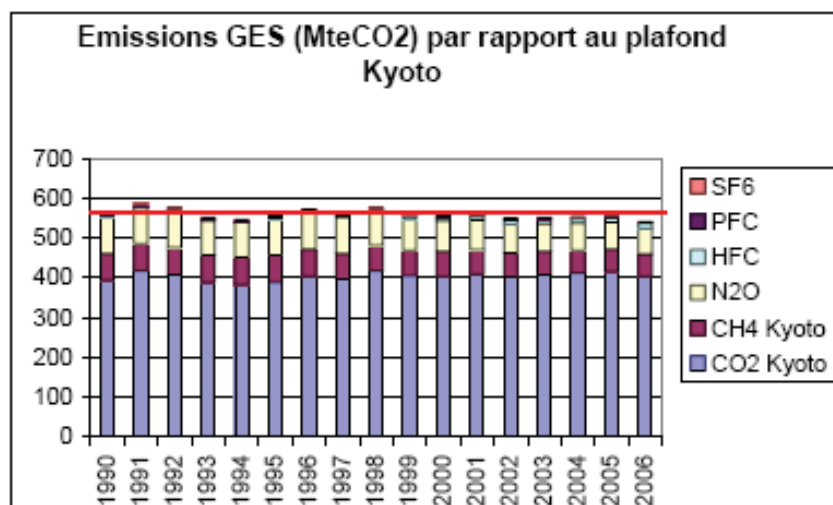
Dégagement de CO² impliqué par la construction de bâtiments.

Type de bâtiment	kg équivalent carbone par m ²	
	Construction métallique (hangar...)	Construction béton (immeuble de bureaux)
Logements	40	119
Bâtiments agricoles	60	179
Bâtiments industriels	75	225
Garages	60	179
Commerces	50	150
Bureaux	43	128
Enseignement	40	120
Santé	40	120
Loisirs	46	138

Tableau 172 : Facteurs d'émission au m² des bâtiment en fonction de leur type et de leur activité.

Emissions de CO² : Extrait rapport CGM- CGEDD – IGF sur les actifs carbone de Juillet 2008

Les émissions de 2004, 2005 et 2006, dernière année disponible, respectivement de 553, 556 et 542 MteCO₂, sont inférieures à celles constatées en 1990 et aux projections du scénario AMS (qui prévoit une stabilité à hauteur de 563 MteCO₂ sur le périmètre Kyoto).



Source : CITEPA

Pour l'année 2007, les pré-estimations réalisées par le CITEPA⁴⁸ indiquent une poursuite de la diminution des émissions par rapport à 2006 (retrait de l'ordre de 11 MteCO₂).