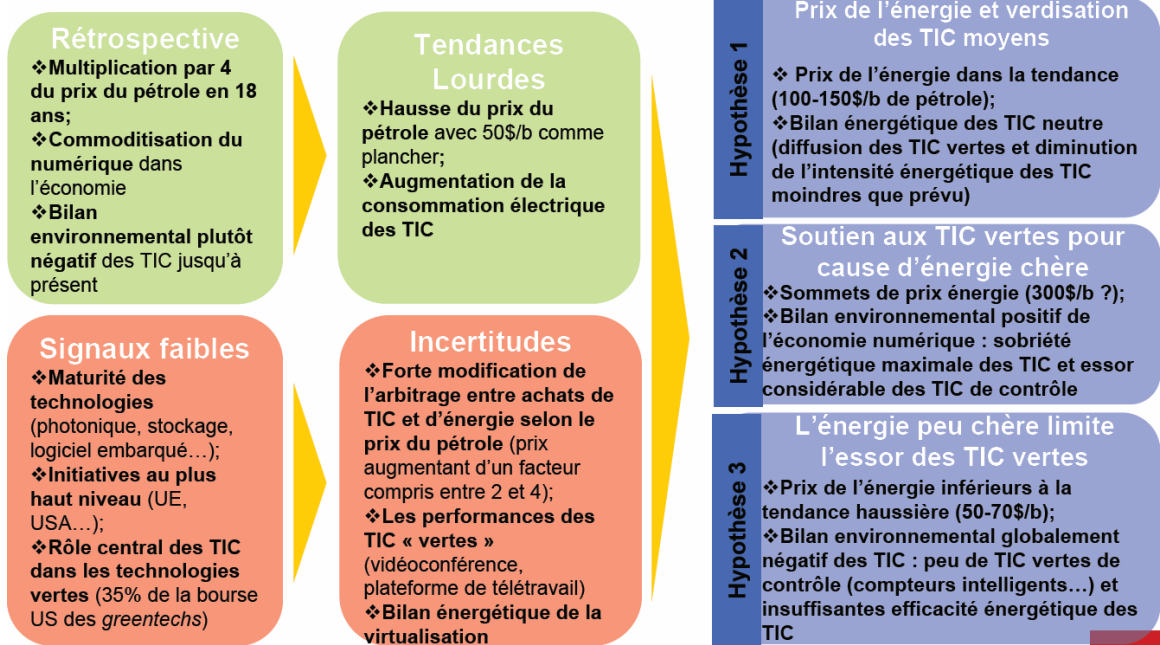


1.5.3 – Variable Renchérissement du prix de l'énergie et bilan de l'économie numérique

Membres référents pour la Commission à l'Economie numérique : Laurent Kott et Françoise Roure



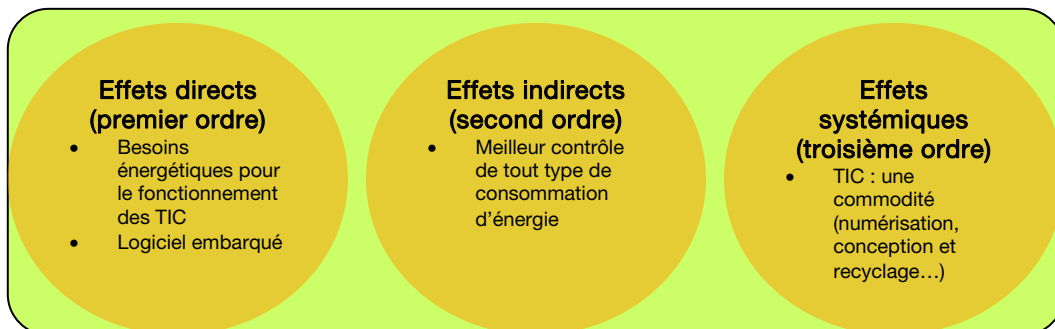
1 – Définition de la variable

Cette variable rappelle – modestement - le « prix de l'énergie » à l'horizon 2025, en se basant sur les travaux récents du CAS (Commission Energie de Jean Syrota, France 2025...) et effectuée un rapide bilan énergétique de l'économie numérique en s'intéressant :

- aux possibles **réductions de consommation des dispositifs numériques** (semi-conducteurs, centres de données, photonique...);
- au rôle des **TIC dans la mesure et le contrôle de la consommation d'énergie** (compteur et réseau électrique intelligents, mise en veille automatique des appareils...).

On se référera à la **fiche technologique 1.2.6** pour des informations sur les consommations énergétiques.

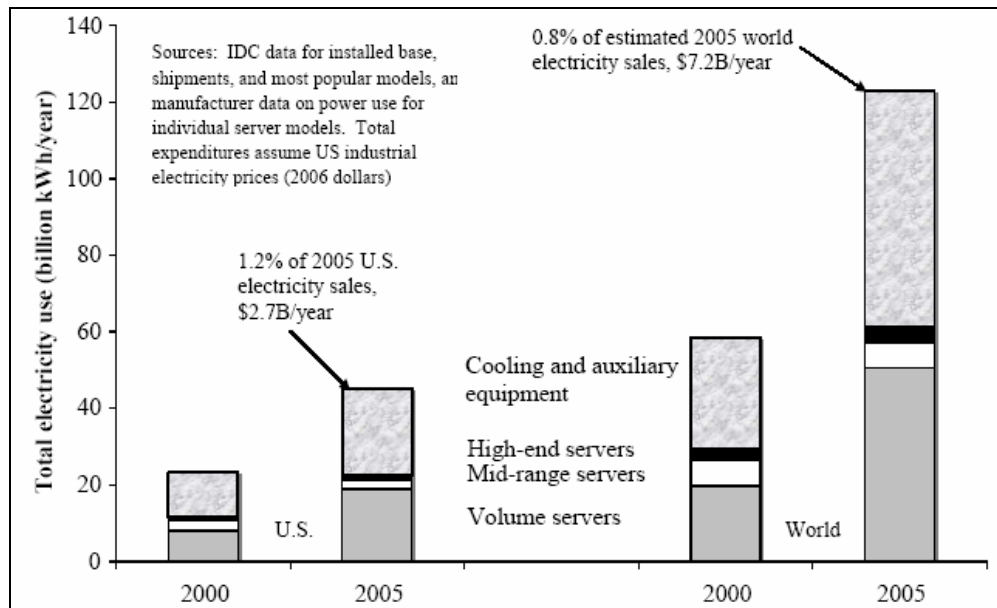
TIC et efficacité énergétique



Source : cadre conceptuel OCDE, exemples CAS

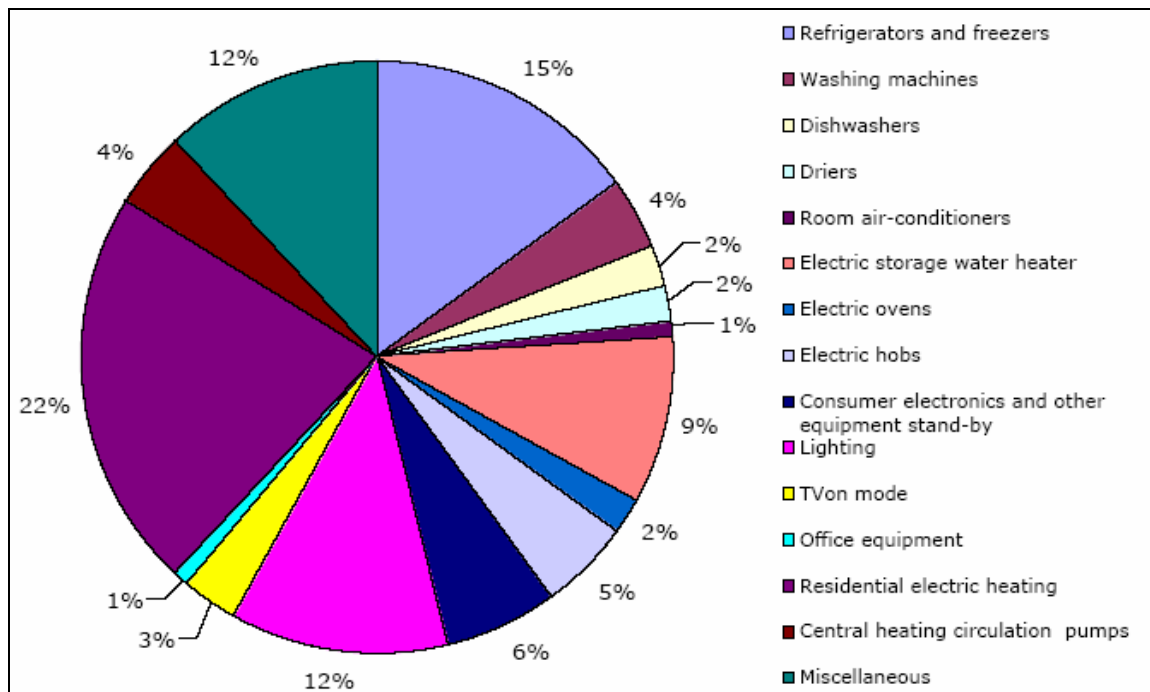
2 – Indicateurs pertinents (instruments de mesure pour évaluer la variable dans le temps)

- Augmentation de la consommation électrique des centres de données américains et mondiaux entre 2000 et 2005



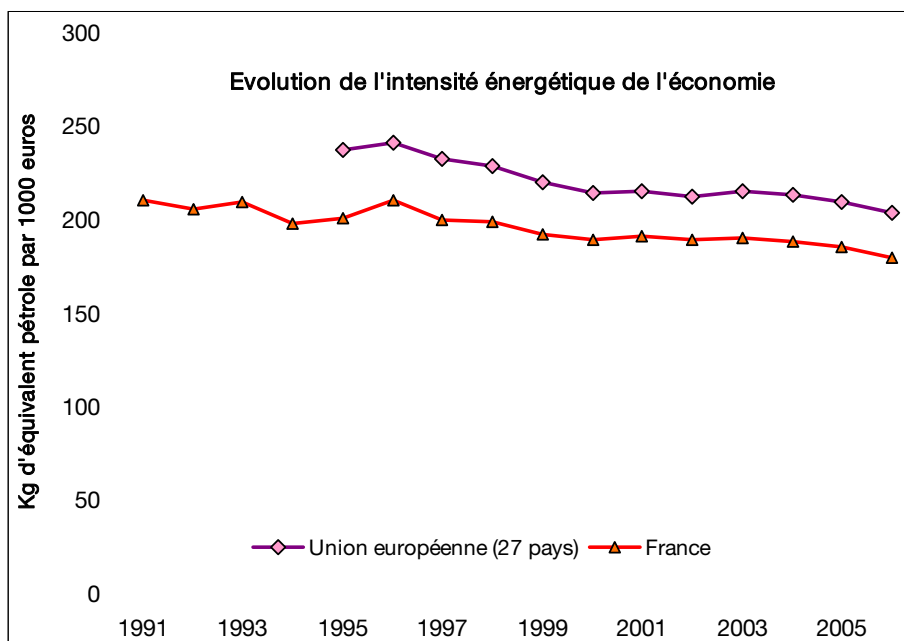
Source : EPA, AMD, 2007

- Diminution envisageable de la consommation d'énergie par type d'appareil numérique (ci-dessous, répartition de la consommation finale d'électricité dans le résidentiel, par types d'appareils, dans l'UE-15 en 2004)



Source : IPTS-CE, 2008

Parallèlement, **l'intensité énergétique de l'économie** – mesurée par le kilogramme d'équivalent pétrole par tranche de 1 000€ de PIB – **a diminué d'environ 20 % entre 1991 et 2006**, que ce soit pour la France ou pour l'Europe.



Source : Eurostat, 2009

Le bilan énergétique de « l'économie numérique »

Etant donné la **relative jeunesse des technologies numériques et la prise en compte toute récente de leur impact environnemental, les données rétrospectives manquent**. Ainsi, pour le bilan effectué depuis l'année 2000, on se référera à la partie suivante « Situation actuelle ».

4 – La situation actuelle (dynamique en cours et signaux faibles)

Le prix de l'énergie en 2025

Il s'avère **particulièrement difficile à prévoir** pour les années à venir d'autant plus que les modélisations les plus récentes se trouvent perturbées par la crise financière et la volatilité historique des cours.

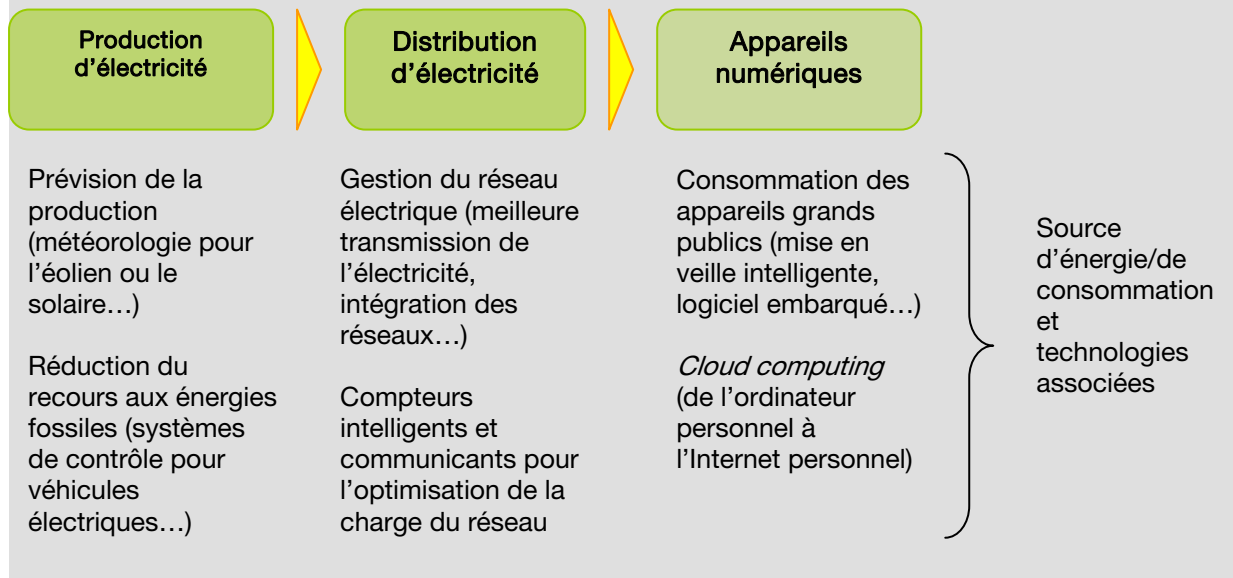
Prix estimés du pétrole entre 2007 et 2030

	Scénarios 2030 DGEMP (2004)	Hypothèses des scénarios		
Croissance économique	+ 2,3 %/an	+ 2,1 %/an jusqu'en 2015 + 1,8 %/an pour 2015-2030 + 1,6 %/an pour 2030-2050		
Démographie	64 millions d'habitants	67 M hbts en 2030, 70 M hbts en 2050		
Prix des énergies fossiles	<ul style="list-style-type: none"> • Pétrole : 30 \$/b • Gaz naturel : 4 \$/Mbtu • Charbon : 40 à 50 \$/t 	2015	2015-2030	2030-2050
		<i>Pétrole (\$ 2005)*</i>		
		50-80 \$/b	100-50 \$/b	100 \$/b
		<i>Gaz naturel</i>		
		8 \$/Mbtu	11 \$/Mbtu	15 \$/Mbtu
<i>Charbon</i>				
60 \$/t	90 \$/t	120 \$/t		

Source : Perspectives énergétiques de la France à l'horizon 2020-2050, CAS, 2007

Le tableau précédent, datant de 2007, s'avère déjà être en-dessous de la réalité. On peut en retenir non pas un prix de l'énergie en valeur absolue d'ici 2030, mais **une croissance d'un facteur 2 environ entre 2007 et 2015, puis d'un autre facteur 2 entre 2015 et 2030**. L'évolution des prix devrait suivre des « paliers » alternant autour de cette tendance haussière.

Quelques exemples de la place des TIC dans la consommation d'énergie, depuis la production jusqu'à l'utilisateur

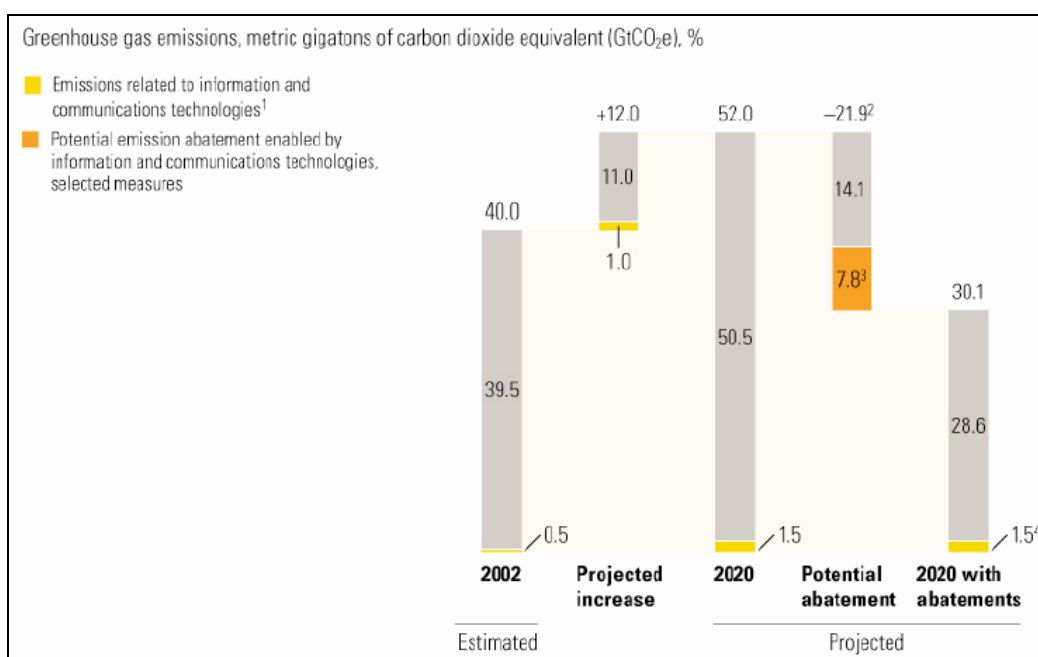


Analyse CAS

Le bilan énergétique de « l'économie numérique »

Que ce soit pour les Etats-Unis ou le monde entier, la **demande agrégée d'électricité pour les serveurs informatiques a doublé entre 2000 et 2005 et devrait encore augmenter de 40-76 % dans les années à venir**. Selon le **consensus actuel, les technologies numériques seraient responsables d'environ 2 % des émissions de CO₂**.

Le « bilan CO₂ » de l'économie numérique à l'échelle mondiale



Source: *How IT can cut carbon emissions, Mc Kinsey Quarterly, octobre 2008*

Signaux faibles

Les **technologies d'économie d'énergie** permettent de **réduire la consommation d'énergie** des dispositifs numériques :

- la **photonique** permet de réduire jusqu'à **50 % la consommation actuelle de certaines technologies numériques** ;
- le **stockage local de l'énergie** pourrait être amélioré grâce aux nanotechnologies (plus grande densité énergétique...) ;
- de manière transversale, l'ajout de **fonctions d'économie énergétique grâce aux logiciels embarqués** dans tout appareil numérique (téléviseur, ordinateur, accès internet, téléphone...) ;
- **à plus long terme, les dispositifs de récupération d'énergie dans l'environnement** (température, rayonnements électromagnétiques, énergie acoustique ou mécanique liée aux mouvements corporels... cf. fiche 1.2.6) semblent adéquats pour les dispositifs de faible puissance (μ W) mais nécessiteraient en conséquence d'importants programmes de recherche.

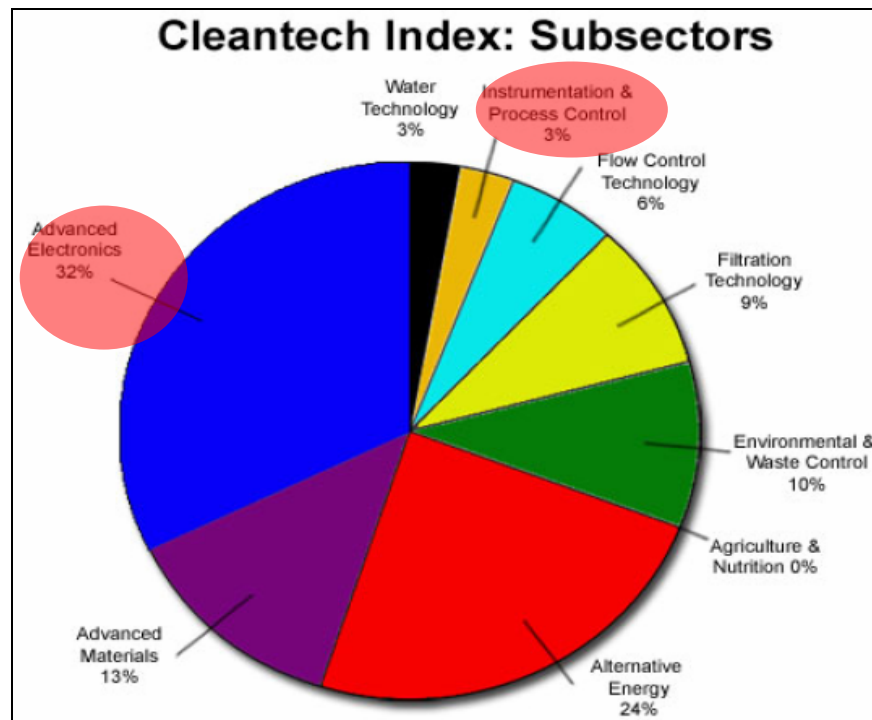
Un exemple de technologie numérique « verte » : le compteur intelligent

Ces systèmes permettent de mesurer et contrôler les consommations d'énergie dans le résidentiel (équipements multimédia et ménagers, chauffage...), dans le tertiaire (gestion des climatisations, des parcs informatiques...) ou dans l'industrie (procédés de production sobres, logistique optimisée...). La connaissance précise, en temps réel, de la demande, permet ensuite d'adapter la charge du réseau électrique. Ces systèmes communicants, fonctionnent aussi bien avec des courants porteurs que des technologies sans fil (3G, bluetooth, WiFi...). Leur déploiement tire parti de la sophistication et de la baisse des prix de technologies transversales telles que le M2M, l'intégration des réseaux... D'ores et déjà, 28 millions de compteurs intelligents équipent les foyers italiens ; ils diminuent la consommation de pointe de 5 %. Si les gains restent donc modestes dans la plupart des pays de l'OCDE, il n'en est pas forcément de même dans les pays émergents dont les réseaux électriques sont plus vétustes.

De nombreuses initiatives portant sur la consommation d'énergie des TIC ont été récemment mises en place :

- en octobre 2008, la **Commission Européenne** a émis un **Code de bonne conduite** sur l'efficacité des centres de données obligeant les participants à mesurer, collecter et transmettre les données portant sur la consommation énergétique de leurs infrastructures ;
- le projet [Green Grid Association](#) regroupe des acteurs majeurs des TIC (AMD, Intel, IBM, Dell, Microsoft, Sun, HP). Son objectif est de proposer des **méthodes de mesure afin d'améliorer l'efficacité énergétique** des centres de données et des dispositifs numériques ;
- le référentiel **Energy Star** de l'**EPA** promeut les économies d'énergie depuis 1992 (labels sur les appareils électriques ou informatiques, les bâtiments, les usines, des maisons de particuliers...). Par ailleurs, l'EPA a recensé les **acteurs appartenant au CleanTech Index**, indice regroupant les entreprises américaines (cotées au NASDAQ, NYSE, Amex) développant des technologies propres (Vestas Wind Systems, Iberdrola Renovables, First Solar...); l'on constate que les **entreprises du secteur des TIC** (Siemens, Schneider Electric, MEMC Electronic Materials...) **représentent environ 35 % de cet indice.**

Les TIC sont au cœur de la stratégie de « technologies vertes » des Etats-Unis (cercles rouges)



Source : CleanTech Venture, 2009

5 – Prospective (les 20 prochaines années)

(Les tendances lourdes et les incertitudes majeures, la différence entre les hypothèses étant construites sur les incertitudes)

Les tendances lourdes :

- un prix de l'énergie aligné globalement sur le prix du pétrole. Or **le prix de ce dernier a été multiplié par 4 en 18 ans** ;
- la « **commoditisation** » du numérique dans l'économie (PC, multiplication des appareils nomades et multimédia, Internet...) **augmente la consommation d'électricité** et par corollaire les émissions de CO₂ (variable selon le mix énergétique de chaque pays) ;

- cette problématique étant très récente, le **bilan des TIC semble jusqu'à présent négatif dans son ensemble** : la diffusion des dispositifs numériques a « consommé » plus d'énergie qu'elle n'a permis d'en économiser.

Les incertitudes :

- le prix de l'énergie est très incertain. Il semblerait toutefois que **50\$ par baril de brut soit un plancher** ;
- **l'essor du *cloud computing*** - tiré par la virtualisation, le SaaS - « délocalise » la consommation électrique de la demande (particuliers, entreprises, administration...) vers l'offre (centres de données de Google ou de Microsoft...). **Cette délocalisation diminue-t-elle ou augmente-t-elle la consommation d'électricité ? La mesure du phénomène en sera-t-elle facilitée et des actions plus aisées à mener ?**
- si les technologies et les moyens pour réduire la « facture d'électricité » des TIC sont connus, **les coûts de leur mise en place restent à déterminer et les obstacles à lever importants.**

Hypothèse 1 : Des prix moyens de l'énergie aboutissent à une « verdisation » des technologies numériques moindre qu'attendue

- ⇒ le prix de l'énergie reste dans la tendance constatée (autour de 100-150\$ le baril de pétrole) ;
- ⇒ le bilan énergétique des TIC est neutre dans son ensemble, notamment parce que les TIC sont devenues une commodité (effet de troisième ordre) ;
- ⇒ malgré des progrès, les objectifs envisageables de réduction de consommation des TIC ne sont pas atteints (effet direct, dit de premier ordre) ;
- ⇒ les technologies numériques de régulation de la consommation énergétique se déploient moins que prévu (effets indirects, dits de second ordre).

Hypothèse 2 : L'anticipation des prix élevés de l'énergie a conduit à développer fortement les technologies numériques « vertes »

- ⇒ le prix de l'énergie atteint des sommets (jusqu'à 300\$/b pour le pétrole par exemple) ;
- ⇒ le bilan énergétique de l'économie numérique est positif. En effet, le développement du télétravail, des vidéoconférences, des plateformes collaboratives, du multimédia, des compteurs intelligents (...) réduit les transports significativement (effets du second ordre) ;
- ⇒ par ailleurs, les technologies numériques elles-mêmes deviennent plus sobres en énergie par la diffusion de la photonique, les logiciels embarqués aux fonctions régulatrices de consommation énergétique, les circuits électroniques moins énergétivores... (effets du premier ordre).

Hypothèse 3 : Les prix bas de l'énergie ralentissent la diffusion de TIC « vertes » et sobres en énergie

- ⇒ jusque 2025, les prix de l'énergie restent relativement faibles par rapport à la tendance haussière passée (50 - 70 \$ le baril de pétrole ?) ;
- ⇒ le faible coût de l'électricité n'incite pas aux investissements dans des appareils numériques sobres en énergie. D'où un bilan énergétique globalement négatif des TIC (effets du premier ordre) ;
- ⇒ les compteurs intelligents et autres systèmes numériques « verts » de régulation de la consommation d'énergie se développent relativement peu dans les pays industrialisés et pratiquement pas dans les pays émergents (effets du second ordre).