



*Laboratoire d'Economie
d'Orléans*

**L'Economie politique de l'innovation environnementale :
Paradoxes et Ambiguïtés de la croissance verte.**

Xavier GALIEGUE

**Laboratoire d'Economie d'Orléans,
Université d'Orléans**

xavier.galiegue@univ-orleans.fr

- Il est généralement reconnu que l'innovation environnementale va jouer un rôle décisif dans la transition vers un modèle de développement durable...
- ... Et il est tout aussi reconnu que cette innovation permettra de relancer l'activité économique dans un cercle vertueux de "croissance verte".
- Mais ce consensus est trop général pour qu'il ne cache pas des interprétations divergentes et des intérêts contradictoires..

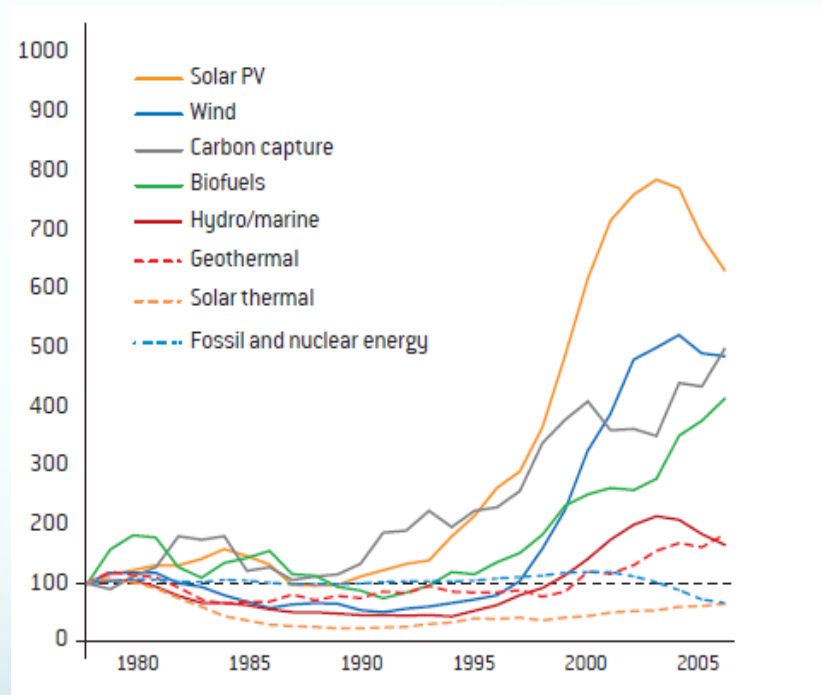
- Pour certains, l'innovation environnementale apparaît comme un moyen de préserver le mode de vie des habitants des pays les plus avancés, et d'y faire accéder ceux des pays moins développés..
- ...Alors que pour d'autres elle ouvre la voie à des changements radicaux des habitudes et pratiques dans les pays en développement.
- Cet article va tenter de donner quelques éléments d'information sur ce thème, tant factuels que théoriques, et aboutir à des réponses plus nuancées sur ce thème.

II L'innovation environnementale est en marche...

- L'innovation environnementale est difficile à définir...
- On peut tout d'abord la mesurer par son *secteur d'origine*, à savoir celui des éco-industries.
- Ces éco industries regroupent les énergies renouvelables et les technologies de contrôle de pollution et de gestion des eaux et de recyclage.

En termes de résultats, les dépôts de brevets dans les domaines des éco industries ont connu un croissance impressionnante sur les dernières années, comme par exemple dans celui des énergies décarbonées.

- Dépôts de Brevets dans les Energies décarbonées, 1980-2005



Cette croissance doit être reliée aux efforts récents et considérables réalisés dans le domaines des dépenses de la R&D tournée vers les technologies environnementales

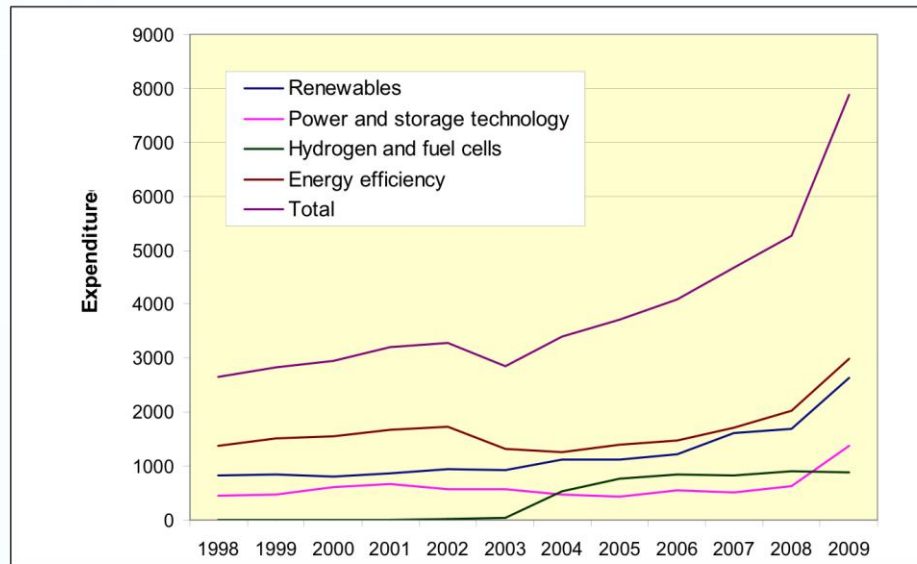


Figure 2.1 Total IEA Government expenditures on relevant energy technology R&D (million 2009 USD PPP)

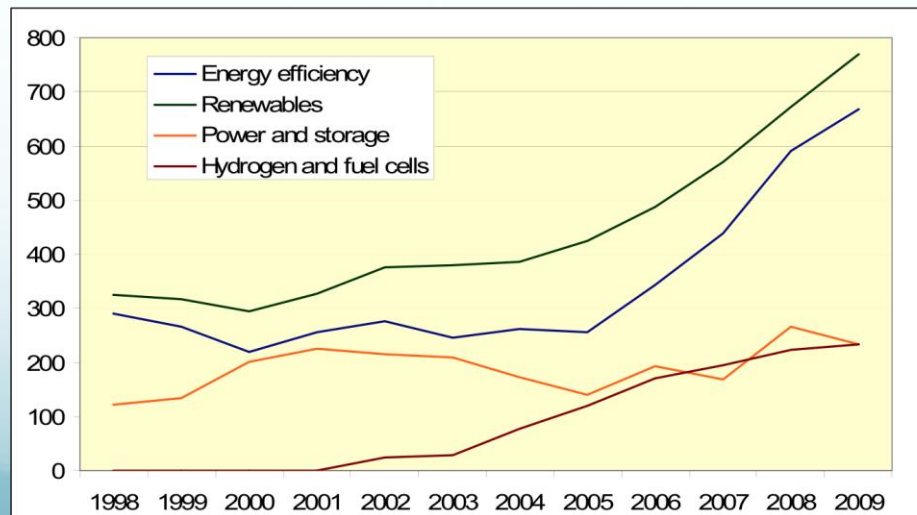


Figure 2.2 Total European Government expenditures on relevant energy technology R&D (million 2009 USD PPP).

Source: IEA, 2010

Mais le champ de l'innovation environnementale est plus large que celui des seules eco-industries.

- Les autres secteurs industriels développent aussi des techniques tournées vers l'amélioration de l'efficacité environnementale.
- Par exemple, les constructeurs automobiles ou aéronautiques qui disposent des budgets les plus élevés de R&D, y consacrent une part croissante à l'amélioration de leur efficacité énergétique.

Une définition plus générale de l'innovation environnementale a été donnée dans le rapport de l'OCDE "Measuring Environmental Innovation" (MEI) (2007)

- "Selon cette définition proposée par A. Kemp et R. Pearson: « *L'éco-innovation est la production, l'assimilation ou l'exploitation d'un produit, d'un procédé de production, d'un service, ou d'un outil managérial qui est nouveau pour l'organisation qui le développe ou l'adopte, et qui conduit, tout au long de son cycle de vie, à la réduction des risques environnementaux, de la pollution, et des autres impacts négatifs de l'utilisation de ressources (y compris de l'énergie) comparativement à d'autres alternatives pertinentes* » (rapport MEI, OCDE, 2008).

- Cette définition élargie a servi de base à la création d'un module spécial de l'enquête Européenne sur l'Innovation (CIS) depuis 2008.
- Peu d'exploitation en ont été réalisées jusque maintenant, mais elles convergent sur le fait que de 40 à 60% de l'innovation serait environnementale.
- Par exemple, ce serait le cas en Hollande et en Belgique, où entre 46% et 60% des innovations seraient environnementales.

II Mais l'innovation environnementale a des effets macroéconomiques ambigus...

- Tout d'abord, elle peut aboutir à des « effets rebond » : l'amélioration de l'efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles entraîne, non pas une *réduction* de leur utilisation...
- Mais au contraire à une *augmentation* de cette utilisation.
- Cet effet a été étudié dans des domaines variés: efficacité énergétique, l'utilisation de l'eau, l'air conditionné, le chauffage et l'éclairage

Le cas le plus impressionnant est celui du lien entre l'efficacité énergétique et la consommation énergétique, particulièrement net aux Etats Unis

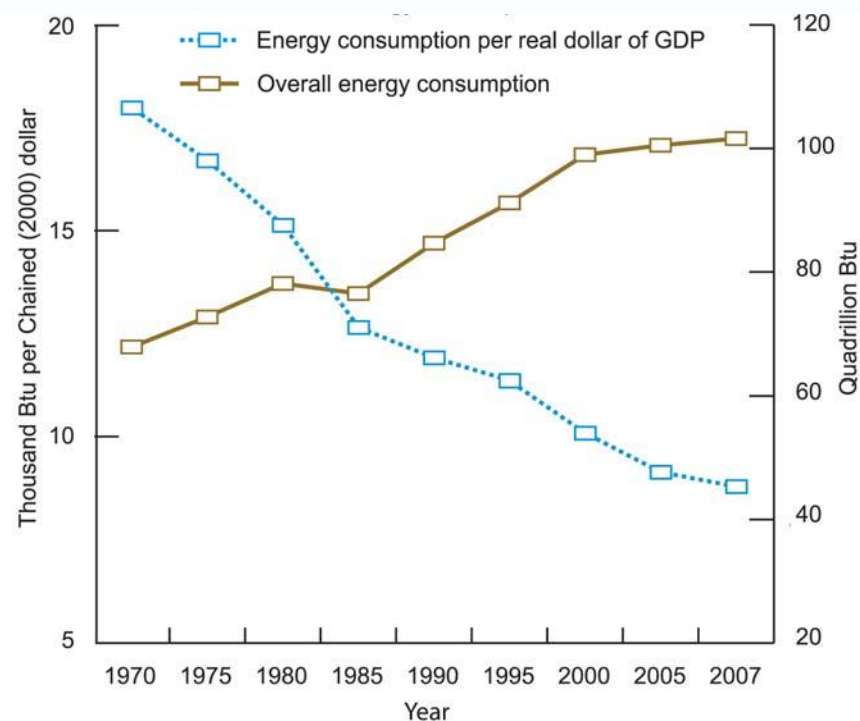


Figure 4 : Consommation totale d'énergie et Intensité Energétique aux USA, 1970- 2007.

Source: E. Von Weizsacker, Factor Five, Club de Rome Report, 2009.

Une deuxième limite à l'émergence de la croissance verte est relative à la pression qu'exerce le processus d'innovation sur les ressources environnementales

- En fait la plupart des innovations sont non environnementales.... Les innovations qui ont conduit au développement de l'agriculture, de l'industrie et maintenant des services ont abouti à une dégradation de l'environnement.
- L'exemple récent le plus impressionnant est celui des Nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC). La production d'un ordinateur, d'un téléphone portable ou d'une tablette mobilisent des montants très élevés d'énergie et de matières premières, qui ne sont pas intégrés au produit final
- Par exemple seuls 2% des flux totaux de matières nécessaires à leur production se retrouvent dans le produit final.

Cette évolution concerne aussi les technologies vertes, dont le contenu en métal, spécialement en métaux rares, sont les plus élevés pour les énergies renouvelables...

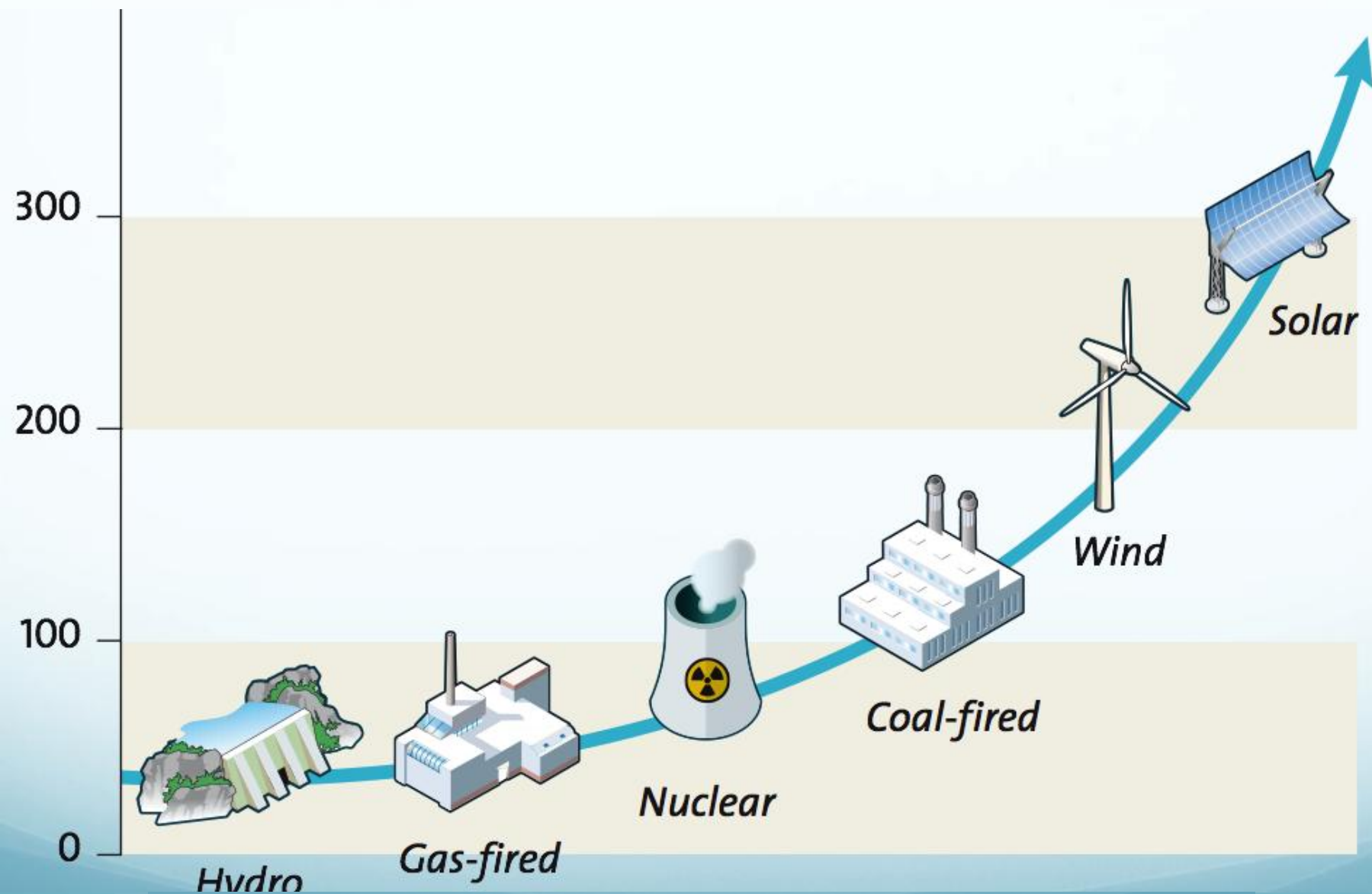


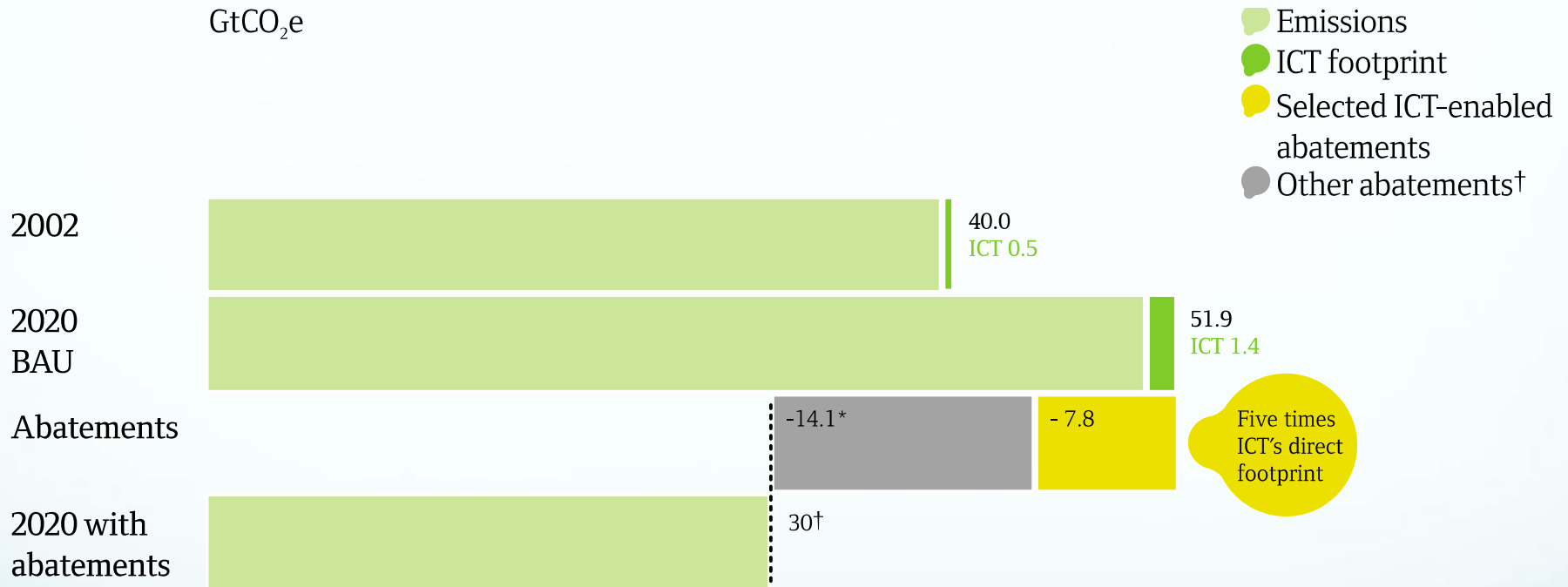
Figure 5 Steel Intensity for different power technologies, in tonnes per MW

De plus , ces secteurs pratiquent l'obsolescence programmée à grande échelle..

- Selon L. Soete (2012) et L. Calvano (2007), l'innovation aboutit plus à une création destructrice qu'à une destruction créatrice schumpetérienne:
- Le but de l'innovation est plus de déclasser des produits existants que de les rendre plus efficaces.

- Dernier point, l'utilisation d'un nombre croissant d'appareils électroniques entraîne une augmentation constante de la consommation d'électricité, que ce soit par leur consommation directe ou par celle liée à l'utilisation des réseaux et serveurs. .
- Ainsi la part de la consommation d'énergie liée à l'utilisation des TIC est actuellement de 13,5%, et elle devrait atteindre les 20 % en 2020 si on suit un scénario "business as usual".

Cette évolution est en partie inéluctable, mais elle peut être infléchie en « verdissant » les TIC....Selon le rapport Smart du Global Sustainability, les “TIC vertes” pourraient contribuer largement à la réduction des émissions de CO₂.



* For example, avoided deforestation, wind power or biofuels.

† 21.9 GtCO₂e abatements were identified in the McKinsey abatement cost curve and from estimates in this study. Source: Enkvist P., T. Naucler and J. Rosander (2007), 'A Cost Curve for Greenhouse Gas Reduction', The McKinsey Quarterly, Number 1.

Figure 6 : The ITC impact: overall ecological footprint and potential of reduction of CO₂ emissions.

III Changer de techniques, de mode de vie.. ou les deux ?

- Le débat sur l'innovation environnementale doit donc se focaliser sur son interaction avec les usages et attitudes.
- Cette interaction doit prendre en compte les deux dimensions de l'innovation environnementale (Abernathy et Clarke (1985) et Dijk (2010)):
 - une première dimension est liée aux pratiques et usages institutionnels. C'est son aspect "tiré par la demande".
 - une seconde dimension est liée au progrès technique par lui-même. C'est l'aspect "poussé par la technologie" de ces innovations.

On aboutit ainsi à la définition de 4 catégories d'innovation, selon l'intensité de l'un ou de l'autre aspect de l'innovation :

User, market & institutional practices

Disrupt existing practices

Sustain existing practices

<p>Social innovation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Organised car-sharing - Integrated transit - Planning changes 	<p>Transformative innovation</p> <ul style="list-style-type: none"> - Electrical transport system - Renewable-electric power supply
<p>Incremental innovation</p> <ul style="list-style-type: none"> - improved windmills - Hybrid vehicles - Low energy appliances - Passive housing - Concentrating solar power 	<p>Techno-fixes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Carbon capture & storage - Hydrogen cars - Biofuels - Geothermal power

Minor

Major

Change in technological knowledge & competences

IV Changer les techniques et les modes de vie mais à quel prix ?

- S'il existe un consensus pour estimer que l'innovation environnementale doit être promue par les politiques publiques (Pop, Newell et Jaffe, 2009)..
- Les instruments qu'elles utilisent sont nombreux, avec une efficacité inégale et discutable.
- On peut les classer en trois catégories, les réglementations, les taxes et subventions, et les marchés de droit à polluer.

- Les réglementations jouent un rôle décisif, mais leur impact est controversé.. :
- Positif pour Porter and Van der Linde (1995), pour lesquels elles peuvent devenir des facteurs de compétitivité..
- plus discuté chez la plupart des économistes, pour lesquels elles sont un moyen imparfait de protection de l'environnement,
-principalement parce que leur *coût* n'est pas pris en compte dans le processus de décision, voire même connu par les décideurs.

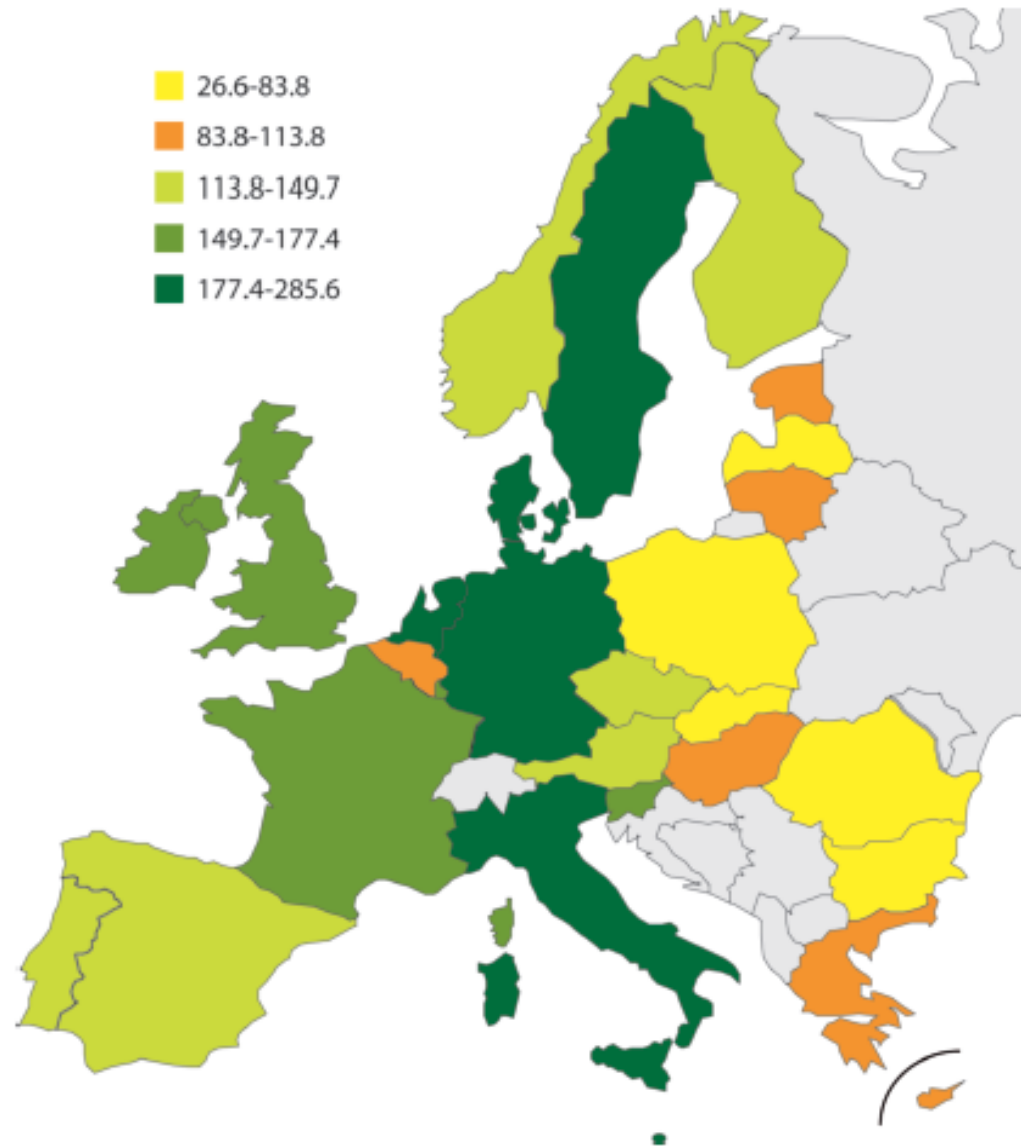
Les économistes préfèrent les instruments économiques, à savoir :

- Les Taxes, qui sont un instrument plus flexible et qui permettent de connaître de manière indirecte le coût de dépollution.
- Les subventions sont aussi un instrument nécessaire à la promotion de l'éco-innovation..
- Tout comme les systèmes de marchés de droits d'émission, qui ont bien prouvé leur efficacité aux Etats Unis pour les émissions de SO₂ Joskow (2000), moins dans le cas du marché des ETS en Europe (Goulder (2013), Newel, Pizer et Raimi (2013), Zachman,(2013)

Si on suit un point de vue normatif, il faudrait que ces instruments convergent tous vers un prix unique du CO₂ évité (Tirole, 2009)....

- Mais la seule expérience européenne enseigne que cela n'a pas été le cas:
- De grande disparités existent dans le prix du carbone évité entre pays européens, et dans leur mix énergétique...
- Et ces disparités sont encore plus importante entre pays développés (USA versus Europe) et avec les pays en développement.

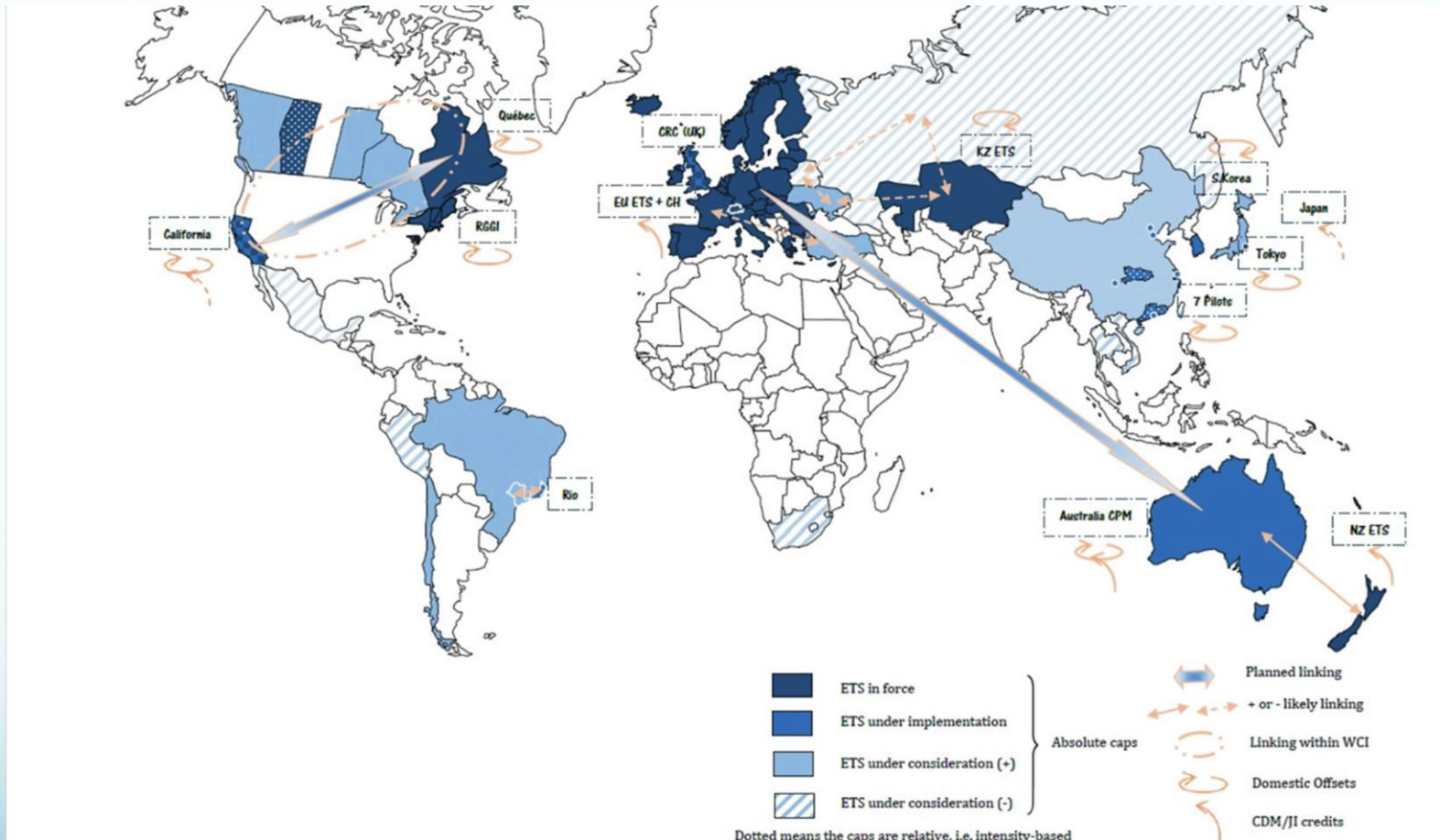
Figure 6: Implicit tax rate on energy (2009)



Source: Eurostat (Ratio of energy tax revenues to final energy consumption, deflated).

Le seul cas pour lequel on observe une unicité du prix du carbone est celui des marchés du carbone..

Part 1 : Carbo



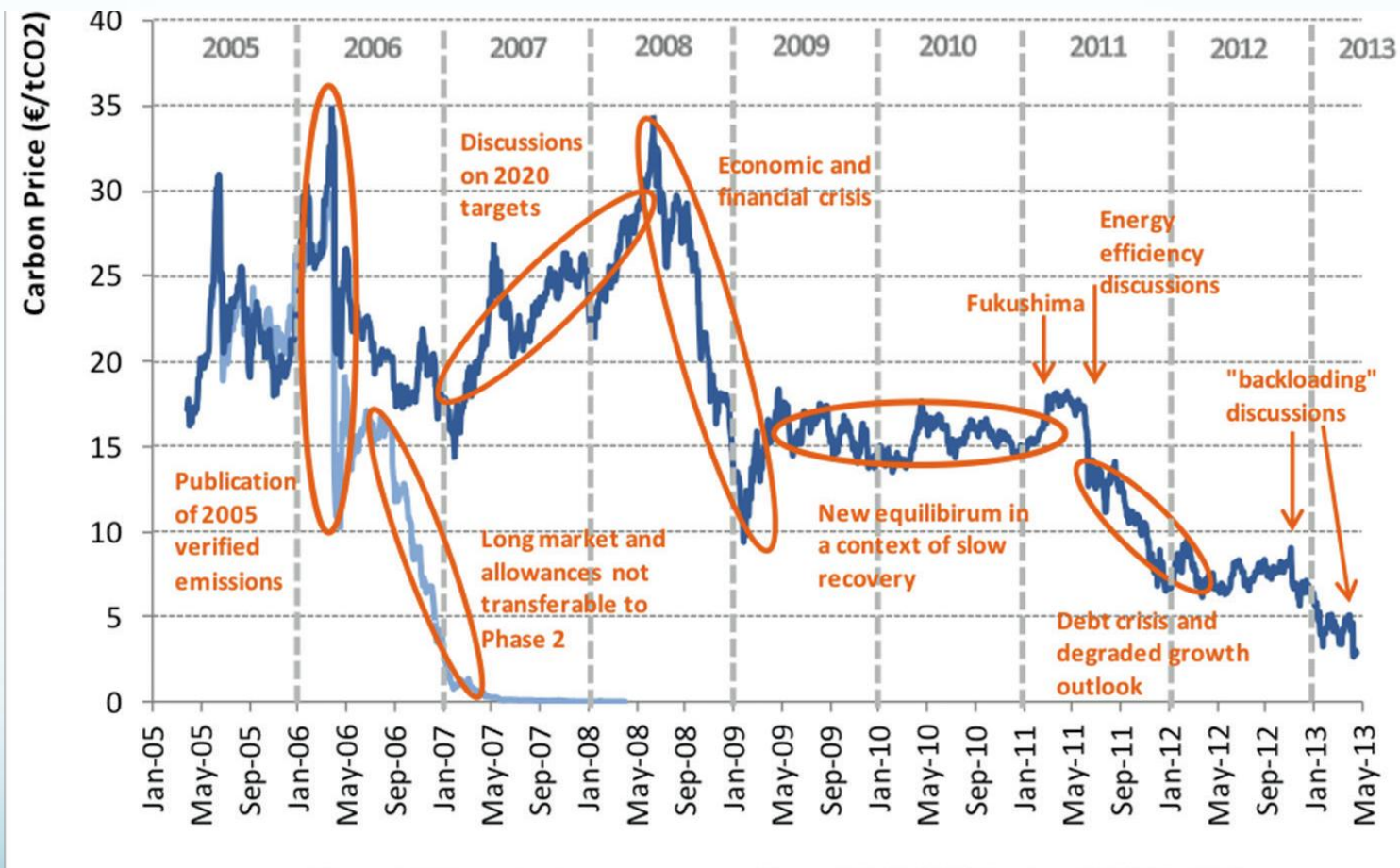
Les prix ont convergé entre marchés, mais vers des valeurs très basses, peu incitatives...

Figure 4: Various carbon prices evolution on a quarterly basis since 2005



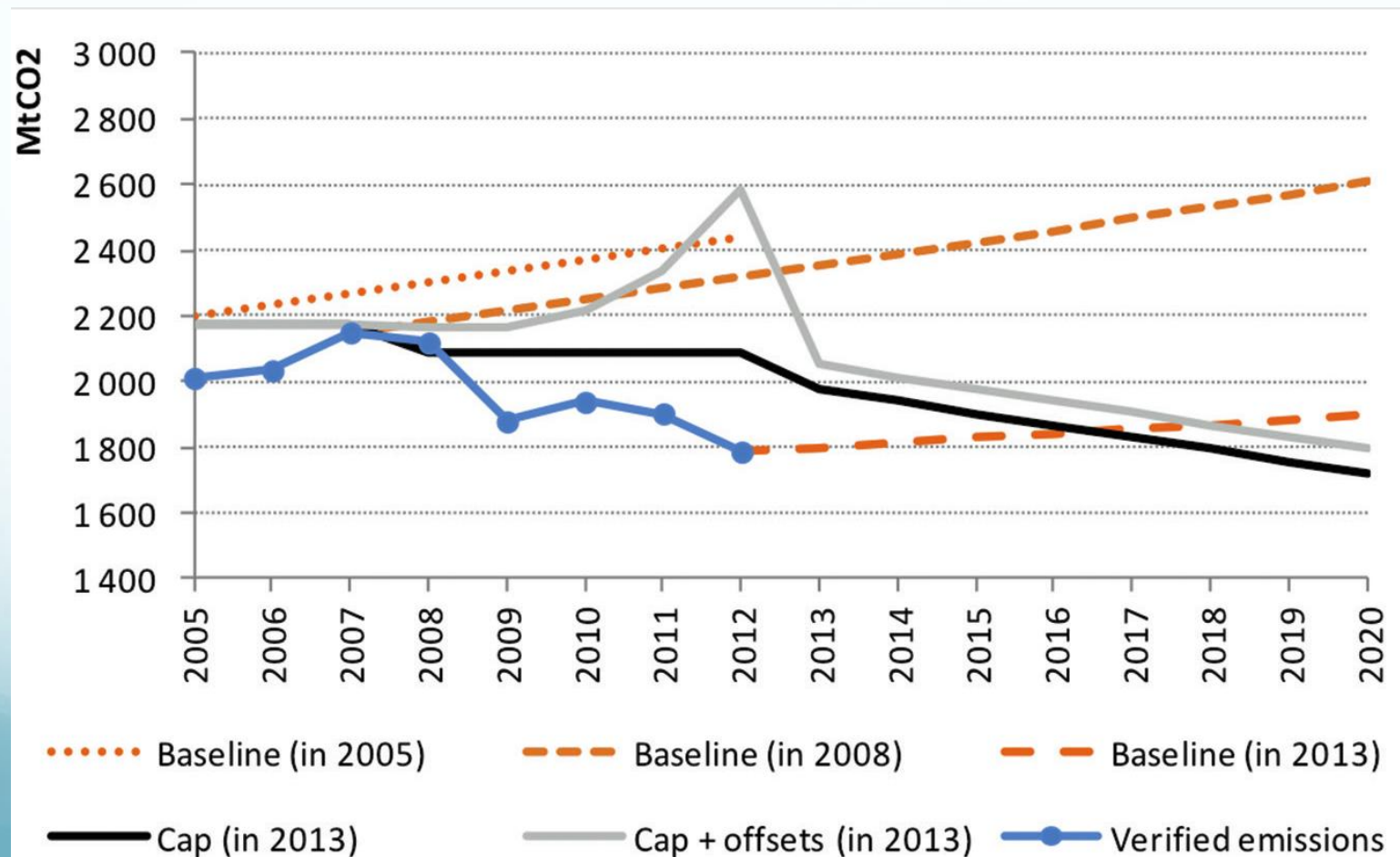
Legend: EU ETS: Dec 12 contract price, then spot price; RGGI: quarterly auction price; NZ ETS: NZU spot price; California: quarterly auction price; CDM: secondary CER spot price.

L'évolution du prix du carbone sur le marché européen a été chaotique.. et très révélatrice de cette tendance baissière

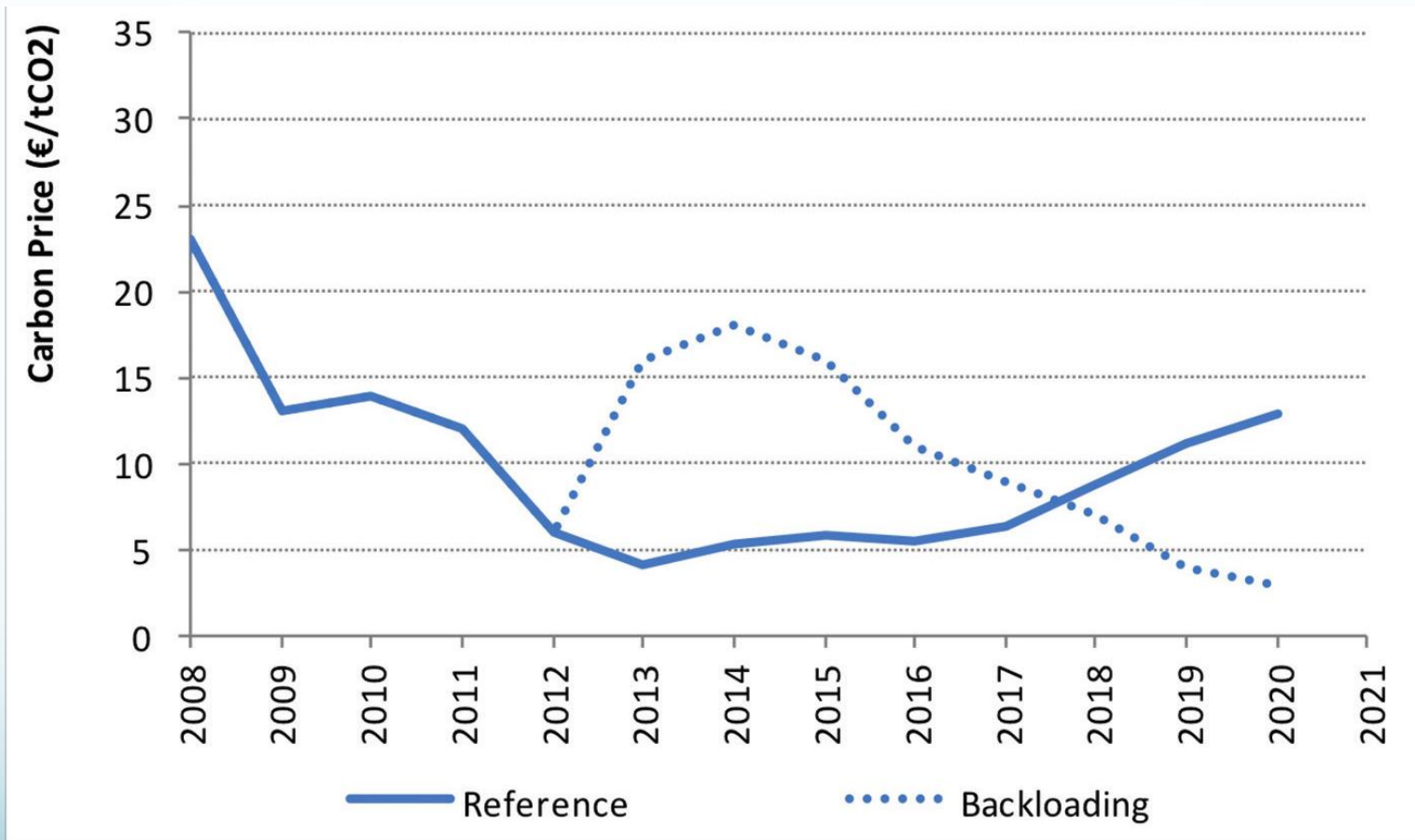


.. Une explication principale: la surestimation du plafond d'émission par rapport aux émissions réelles

◇ Figure 2: EU ETS ex ante anticipations compared to ex-post observations



Une solution: le « backloading », à savoir le retrait de permis d'émission et leur revente à une date ultérieure?



Conclusion

- Le “verdissement “de la croissance est une tâche difficile:
- L’innovation environnementale peut avoir des effets contre-intuitifs, comme l’effet rebond
- .. Alors que le processus d’innovation , en particulier dans le domaine des TIC, exerce une pression croissante sur l’énergie et les matières premières
- De manière plus générale il est difficile d’infléchir les mécanismes de marché vers une économie décarbonée, notamment en émettant des signaux-prix crédibles.

Pour atteindre cet objectif il est nécessaire:

- De définir des politiques nationales et internationales crédibles, avec des engagements de long terme crédibles et des systèmes réglementaires stables,
- D'encourager le développement de l'innovation environnementale, pour autant qu'elle n'aboutit pas à des "effets rebond".
- De promouvoir des pratiques et comportements plus respectueux de l'environnement, par des mécanismes de prix, des subventions et réglementations, et des schémas incitatifs "doux" ("nudges")...
- Malheureusement le récent infléchissement de la croissance économique et les politiques d'austérité ne vont pas contribuer à cette évolution..

- Merci pour votre attention.