

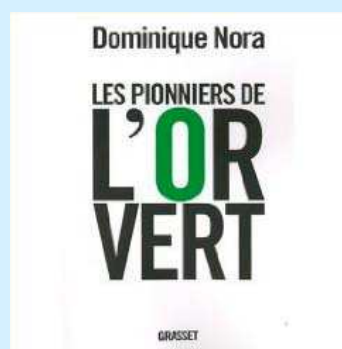
Dynamiques technologiques

«Greentechs», «Cleantechs», «Ecotechs», et les autres...

Suren ERKMAN

Sierre, 17 décembre 2009

La ruée vers l'or vert...



Michel Ktitareff

Préface de Nathalie Kosciusko-Morizet

Révolution verte : Enquête dans la Silicon Valley

Depuis plus de trente ans, la Silicon Valley est le véritable **laboratoire du monde** : révolution des semi-conducteurs, de l'informatique, de l'Internet... Ce petit bout de Californie, à peine plus grand que la région parisienne, ne cesse de nous étonner par ses formidables capacités d'innovation.

Énergies renouvelables, développement durable, technologies propres sont au cœur de nos préoccupations. L'auteur nous emmène dans les laboratoires où se perfectionnent les **clean tech** qui, soutenues par les politiques, dont **Barack Obama**, vont révolutionner notre quotidien : voitures propres, compteurs intelligents, routes autorégulées...

Il détaille les mécanismes qui permettent de passer, **en un temps record**, de la recherche fondamentale au prototype, puis à la fabrication en série. Dans une série de scénarios du futur, il décrit aussi comment ces technologies vertes vont **bouleverser nos modes de vie**, ouvrant ainsi d'étonnantes perspectives.

La révolution verte est en marche !



MICHEL KTTAREFF est, depuis 1993, le correspondant du journal Les Échos dans la Silicon Valley. Il aide des start-up et organise l'échange de savoirs des chercheurs aux États-Unis et il effectue des missions de conseil au ministère de l'Énergie, des grands groupes français. Il est membre du bureau mondial des experts de l'Observatoire et du Forum Nanoparticules de l'Inra.



9 782105 105243
6675243
ISBN : 978-2-10-053048-9

17 € Prix France TTC



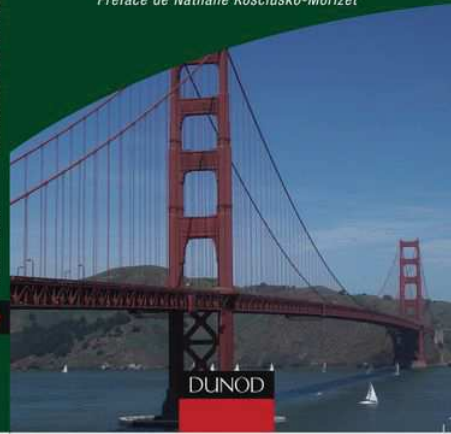
Révolution verte : Enquête dans la Silicon Valley

Michel Ktitareff

Michel Ktitareff

Révolution verte : Enquête dans la Silicon Valley

Préface de Nathalie Kosciusko-Morizet



DUNOD

?

Clean Tech

?

Cleaner Production

Ecotechs

Green Chemistry

Green Techs

Cleaner Technology

Zero Emissions

?

Eco-efficiency

?

Définitions...

- **Diminution de production de déchets et de leur toxicité**
- **Diminution des impacts sur l'environnement**
- **Augmentation de l'efficacité et de la productivité**
- **Valeur environnementale ajoutée**
- **Performances technologiques égales ou supérieures aux technologies actuelles**

Cleantechs: secteurs d'activités

1. **Cycles de l'eau et de l'air**
2. **Gestion et recyclage des déchets**
3. **Transports et logistique**
4. **Agriculture et agroalimentaire**
5. **Energie: efficacité, renouvelables**
6. **Autres (technologies de l'information, matériaux et nanotechnologies, technologies de l'information, ...)**

Cleantechs: Prévisions économiques

- **Marché mondial:**
 - 2008 → 220 milliards d'Euros
 - 2017 → 1'300 milliards d'Euros
- **Investissements**
 - 2006 → 75 milliards d'Euros
 - 2012 → ~ 200 milliards d'Euros

Source: Multimedia Research Group, 2008

Union européenne: Etap, 2004

**L'Eco Technologies Action Plan définit les écotech
comme:**

*«l'ensemble des technologies dont l'emploi est moins
néfaste pour l'environnement que le recours aux
techniques habituelles répondant aux mêmes besoins».*

En Suisse

- **Début 2009: Effort de relance économique de plusieurs pays, dont la Suisse**
- **Le conseil fédéral soutient et appuie les écotechs**
- **Forte densité d'instituts et d'entreprises en Suisse**
- **Technologies vertes :**
 - **61'000 emplois**
 - **1.6% du PIB Suisse**

Suisse Consortium Eco-net (CTI)

«Eco-net s'occupe en particulier des questions liées aux techniques environnementales, à l'efficacité énergétique, à l'éco-design, soit tout le domaine de l'écologie industrielle».

www.eco-net.ch

«Ecotransition» - «Ecorestructuration»

«Le modèle simpliste actuel d'activité industrielle doit être remplacé par un modèle plus intégré: un écosystème industriel.»

R. Frosch & N. Gallopoulos,

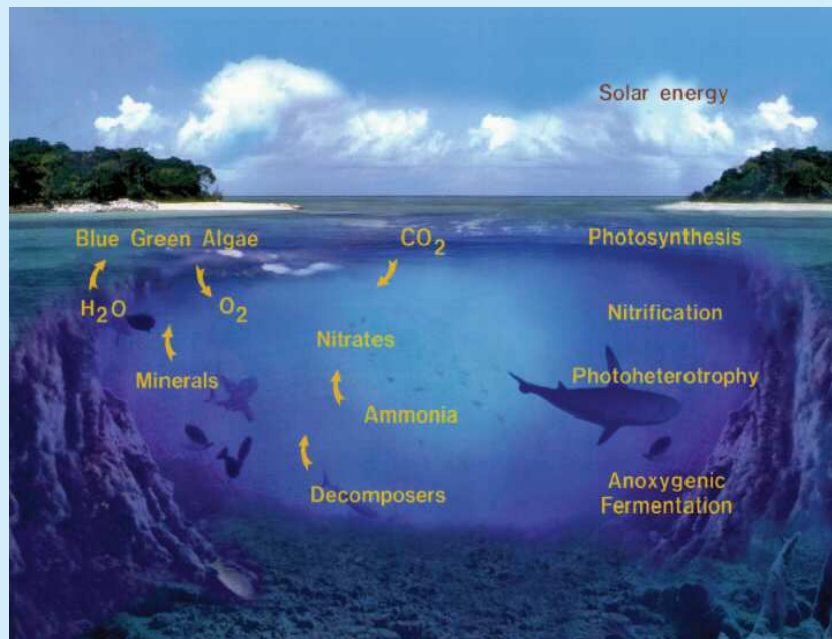
General Motors Laboratories, 1989

Le concept: «Ecologie industrielle»

Ecologie = étude scientifique des écosystèmes

**Industriel = ensemble des activités humaines
dans la société technologique moderne**

La Biosphère: une source d'inspiration pour l'économie



«Ecotransition» - «Ecorestructuration»



UNEP

United Nations Environment Programme

GLOBAL GREEN NEW DEAL

www.unep.org/greeneconomy

Ecologie industrielle:

Que fait-on?

a) Mesurer, analyser, évaluer, comprendre

b) **Mettre en œuvre: Greentechs & C°**

«The Master Equation»:

$$**I = P \cdot A \cdot T**$$

I = Impact

P = Population

A = Affluence (pouvoir d'achat)

T = Technologie

Stratégie d'«éco-transition» du système industriel
Enjeux pour les «Greentechs»:

1) Tenir compte des dynamiques technologiques

Stratégie d'«éco-transition» du système industriel
Enjeux pour les «Greentechs»:

1) Tenir compte des dynamiques technologiques

2) Faciliter la diffusion des innovations

Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

- 1) Tenir compte des dynamiques technologiques**
- 2) Faciliter la diffusion des innovations**
- 3) Ne pas surestimer les substitutions**

Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

- 4) Favoriser l'innovation organisationnelle**

Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

- 4) Favoriser l'innovation organisationnelle**
- 5) Hiérarchiser les options technologiques**

Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

- 4) Favoriser l'innovation organisationnelle**
- 5) Hiérarchiser les options technologiques**
- 6) Tenir compte des effets indirects**

Trajectoires technologiques

**5 «clusters» principaux
depuis la Révolution industrielle:**

1. 1750-1820: «Textiles»

Source: A. Grübler

Trajectoires technologiques

**5 «clusters» principaux
depuis la Révolution industrielle:**

1. 1750-1820: «Textiles»

2. 1820-1870: «Vapeur» (canaux, charbon)

Source: A. Grübler

Trajectoires technologiques

**5 «clusters» principaux
depuis la Révolution industrielle:**

1. 1750-1820: «Textiles»

2. 1820-1870: «Vapeur» (canaux, charbon)

**3. 1870-1930: «Ingénierie lourde» (acier, chemin de fer,
télégraphe)**

Source: A. Grübler

Trajectoires technologiques

5 «clusters» principaux depuis la Révolution industrielle:

**4. 1930-1980: « Production et consommation de
masse» (réseau routier, pétrochimie, TV, tourisme)**

Trajectoires technologiques

5 «clusters» principaux depuis la Révolution industrielle:

4. 1930-1980: « Production et consommation de masse» (réseau routier, pétrochimie, TV, tourisme)

5. 1980-2???: «Qualité totale»

(Ecologie industrielle = qualité totale à l'échelle du système industriel?)

Trajectoires technologiques

La suite ? ? ?

Chimie verte: quatre concepts de base

- 1) Utiliser au maximum les matières premières**
- 2) Utiliser des solvants propres**
- 3) Utiliser au mieux l'énergie**
- 4) Produire des quantités minimales de déchets**

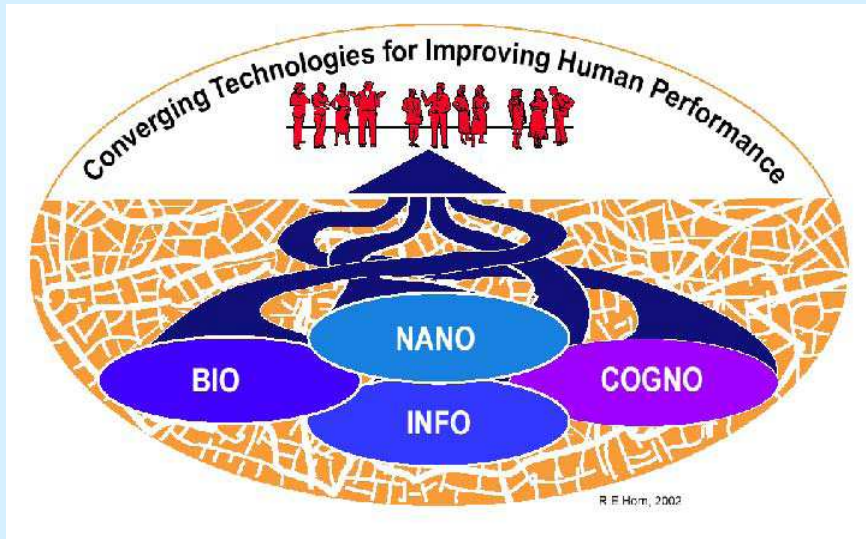
Trajectoires technologiques: la suite?

- 2001 - 2020: «Contrôle intégral réticulaire» ?**

**Internet, télécoms mobiles, télésurveillance,
intelligence artificielle, énergies décentralisées,
systèmes nucléaires avancés, nanotechnologies, etc.**

... mais encore?

Dynamique technologique: la «Convergence NBIC»



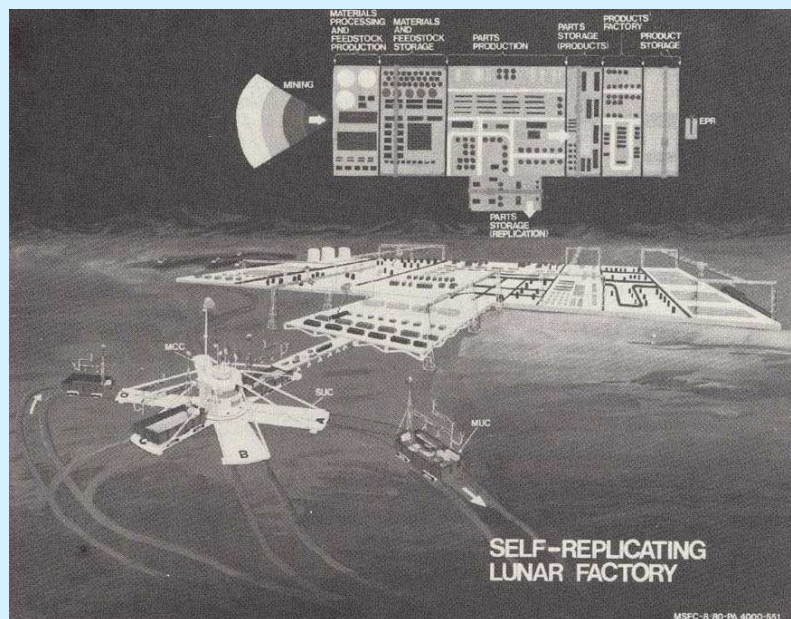
Source: «Converging Technologies», NSF/DOC, 2002 (draft)

Trajectoires technologiques

Ensuite ?

2???-???? :

«Artefacts auto-reproducteurs autonomes» ?



Source: Advanced Automation for Space Missions, NASA CP2255, 1980.

Evolution technologique ?

La convergence cruciale:

-NBIC

-Autonomie



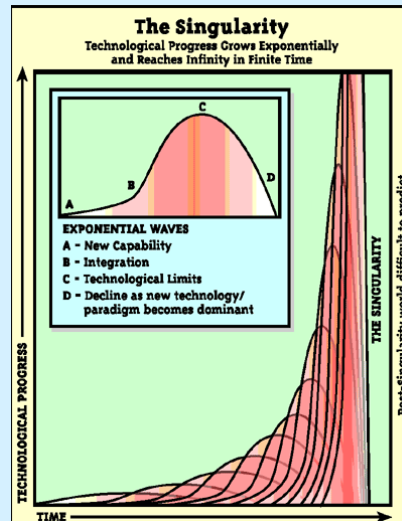
Vers la «Singularité»???

La «Singularité»

Voir:

<http://singularity.org>

www.accelerating.org

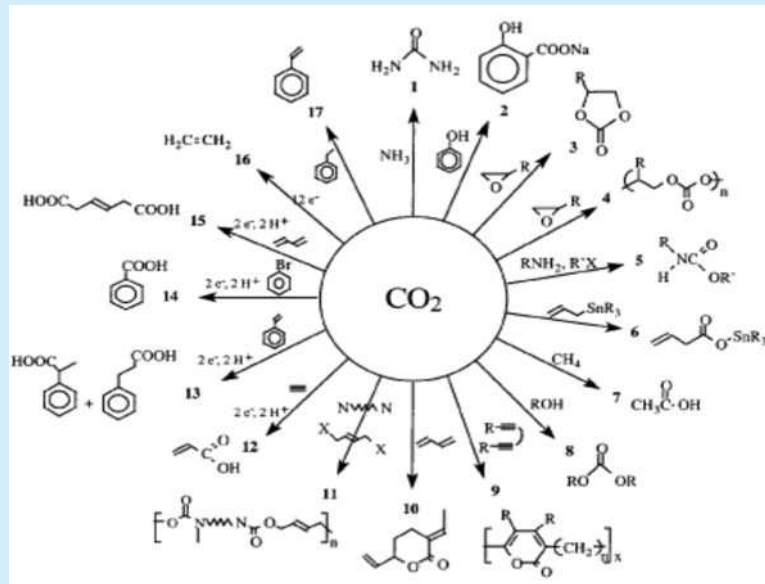


- Commencement prédit dès 2040...

**La question du CO₂
dans la perspective de l'écologie industrielle**

**Les humains fabriquent
une mine atmosphérique de CO₂:
pourrait-on utiliser cette ressource ?**

CO₂: valorisation chimique



Source: Arakawa & al. 2001 / P.-Ph. Chappuis 2009

Géoingénierie du climat: The Royal Society

Geoengineering the climate

Science, governance and uncertainty

September 2009

Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

2) Faciliter la diffusion des innovations

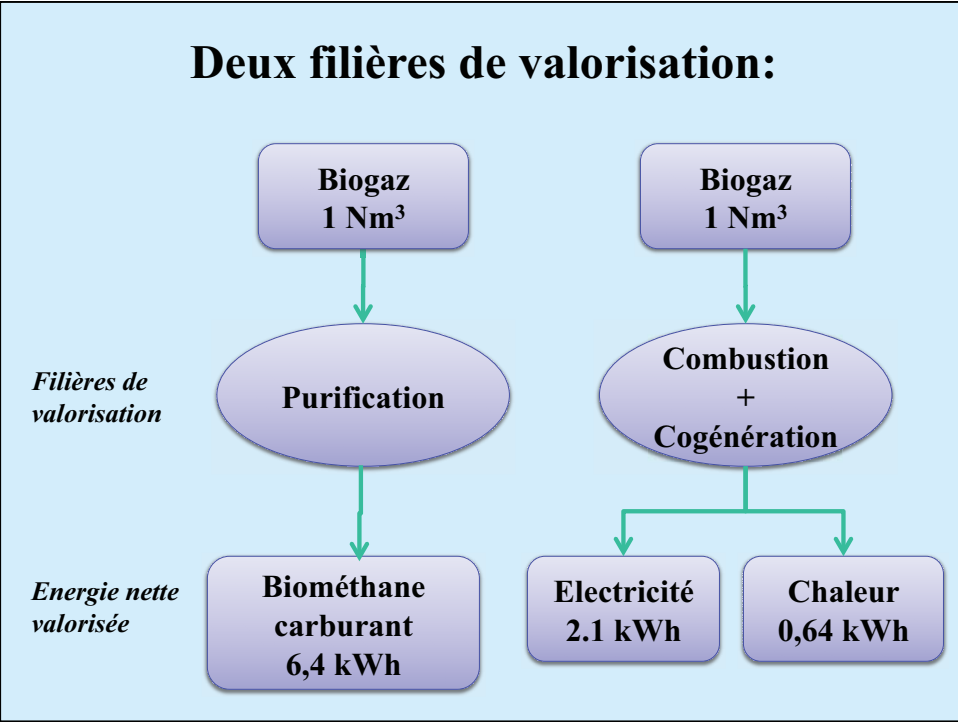
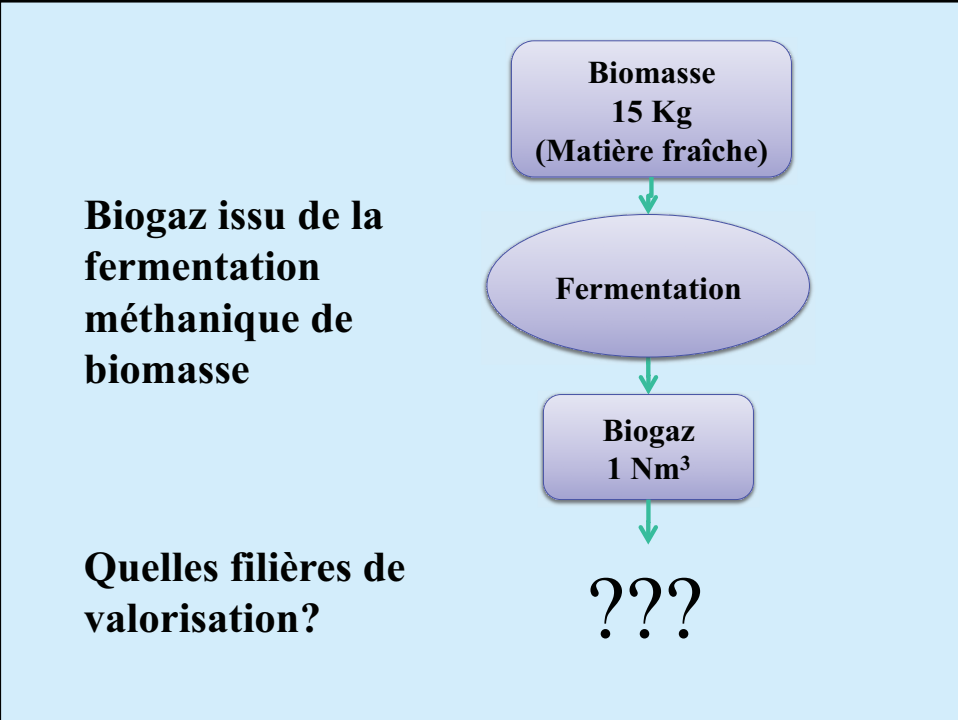
Dynamique de l'évolution technologique

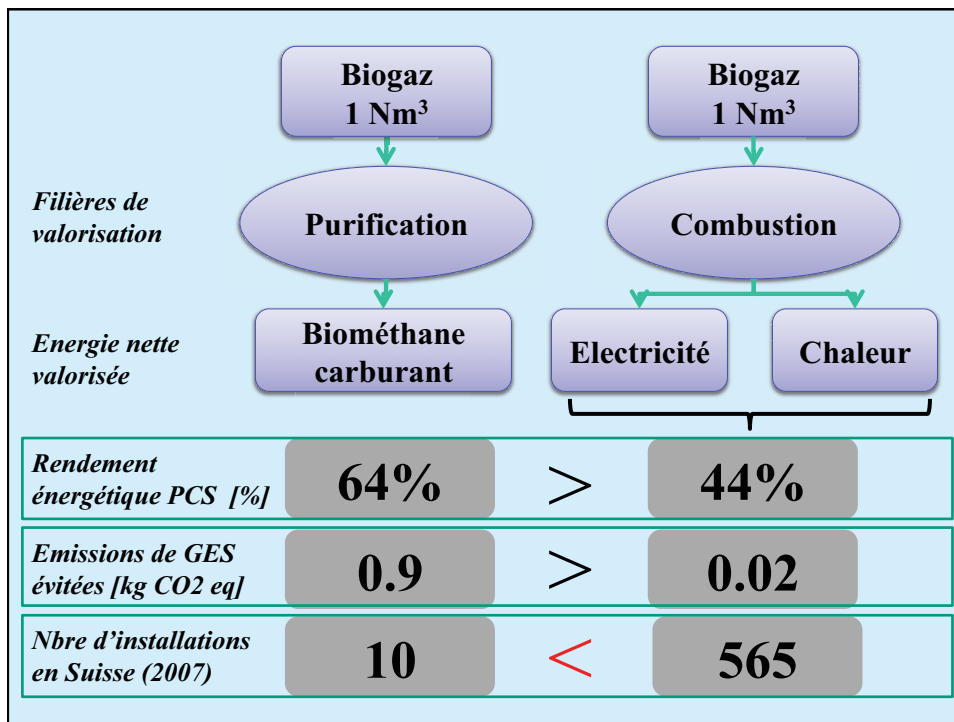
Les trois étapes d'une technologie:

1) Invention

2) Innovation

3) Diffusion

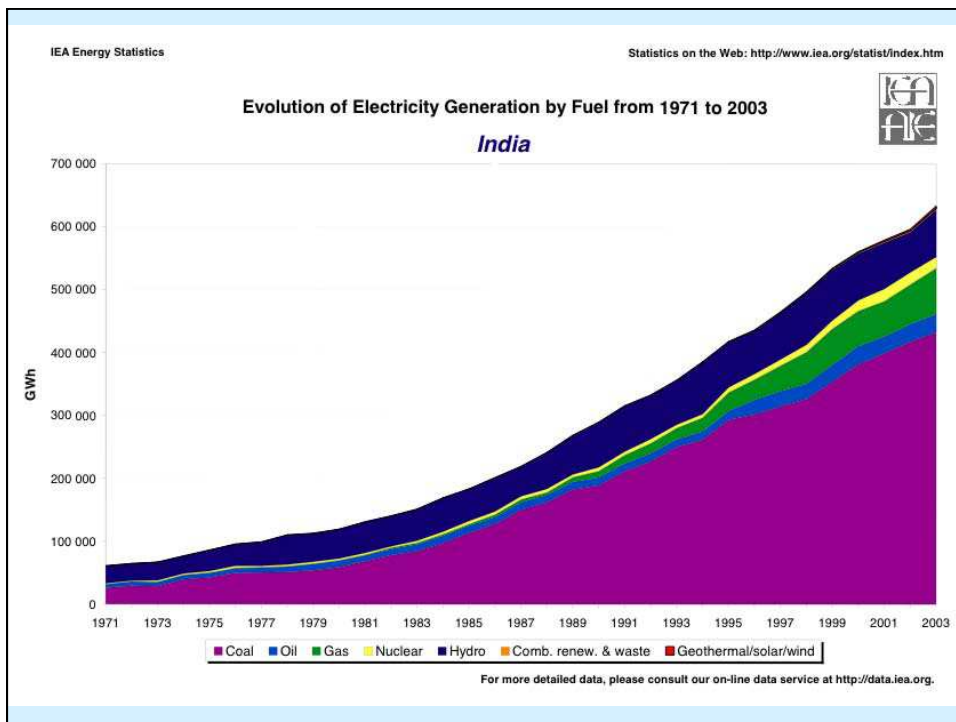
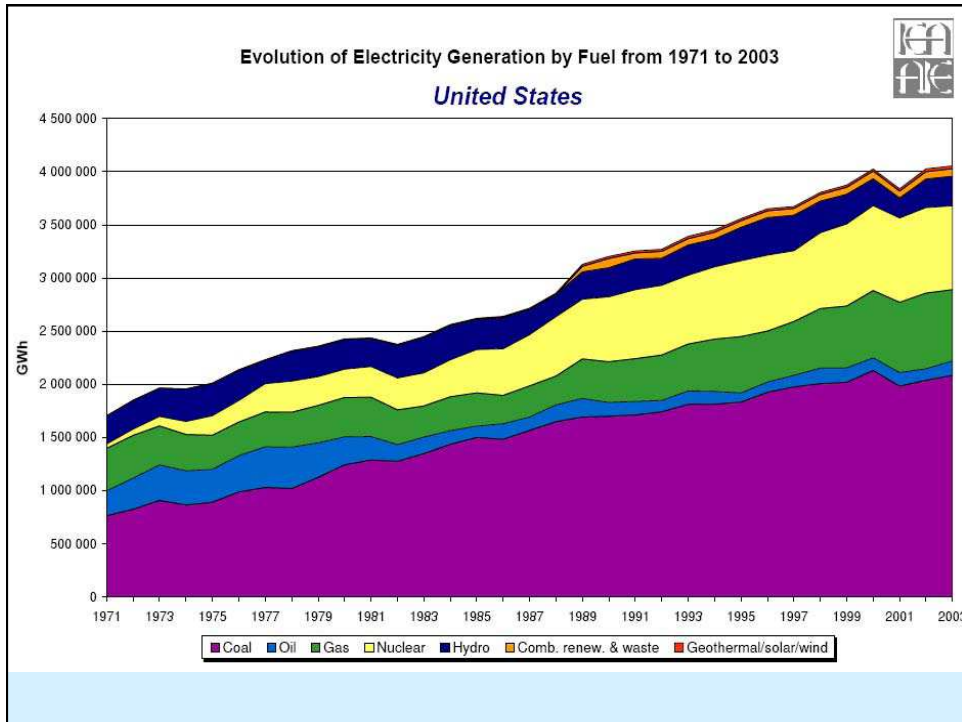


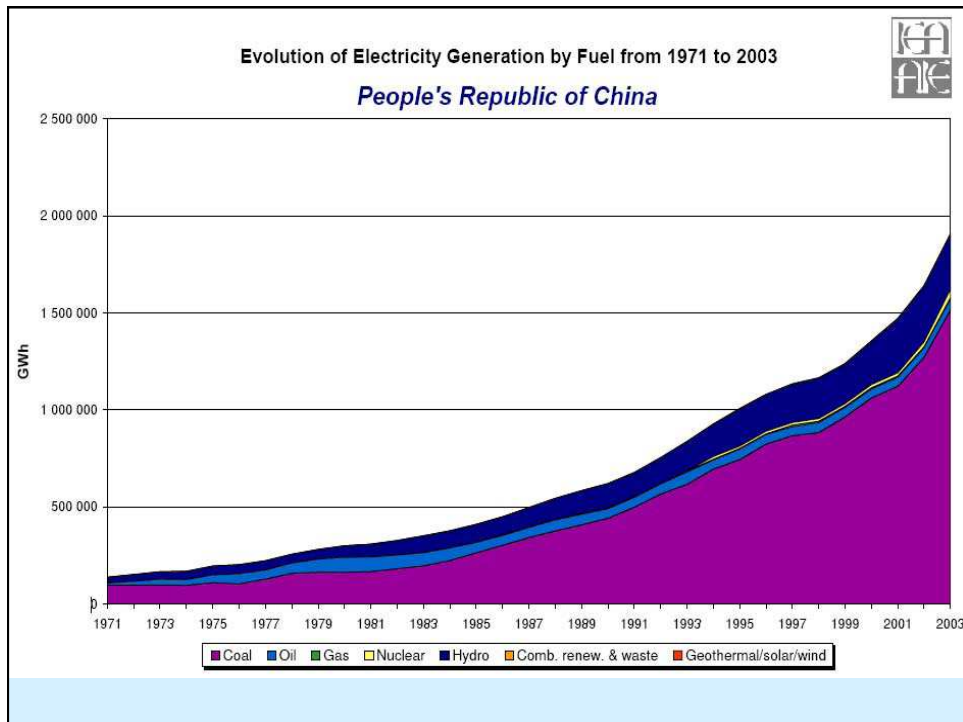


Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

3) Ne pas surestimer les substitutions





Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

4) Favoriser l'innovation organisationnelle

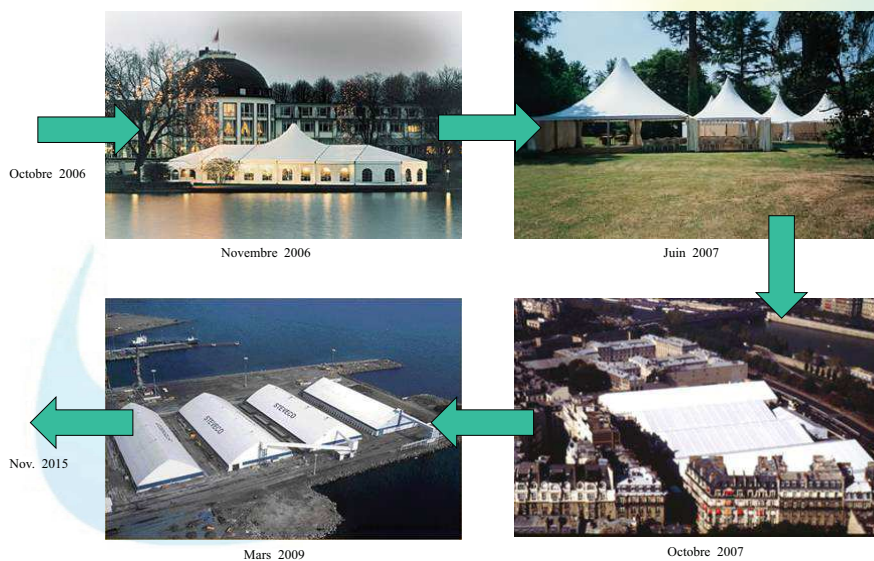
Dématérialisation des activités économiques

Economie de fonctionnalité («functionality economy»)

Concept:

Vendre la fonction (le service) au lieu du produit.

Ferrari Textiles: location de textiles techniques



Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

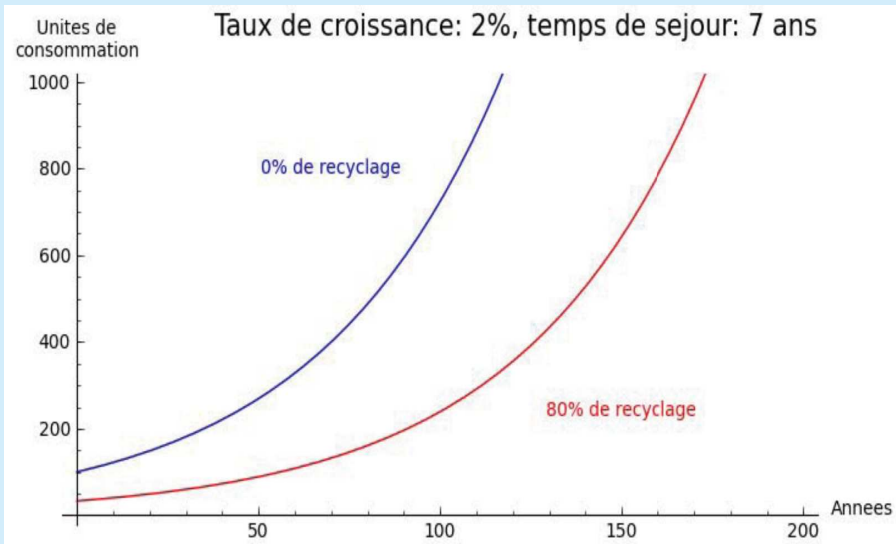
Enjeux pour les «Greentechs»:

5) Hiérarchiser les options technologiques

Le recyclage permet-il d'éviter

l'épuisement des ressources ?

Le recyclage: une solution partielle...



Conclusion cruciale:

Dans une économie en croissance exponentielle (croissance de la consommation régulière selon un taux constant), le recyclage ne résout pas le problème de l'épuisement des ressources!

Le recyclage permet seulement de gagner un peu de temps...

En revanche, ...

Conclusion cruciale:

Dans une économie en croissance exponentielle (croissance de la consommation régulière selon un taux constant), le recyclage ne résout pas le problème de l'épuisement des ressources!

Le recyclage permet seulement de gagner un peu de temps...

En revanche, le recyclage (à un taux très élevé) est utile, dans le cadre d'une consommation stabilisée (sans croissance).

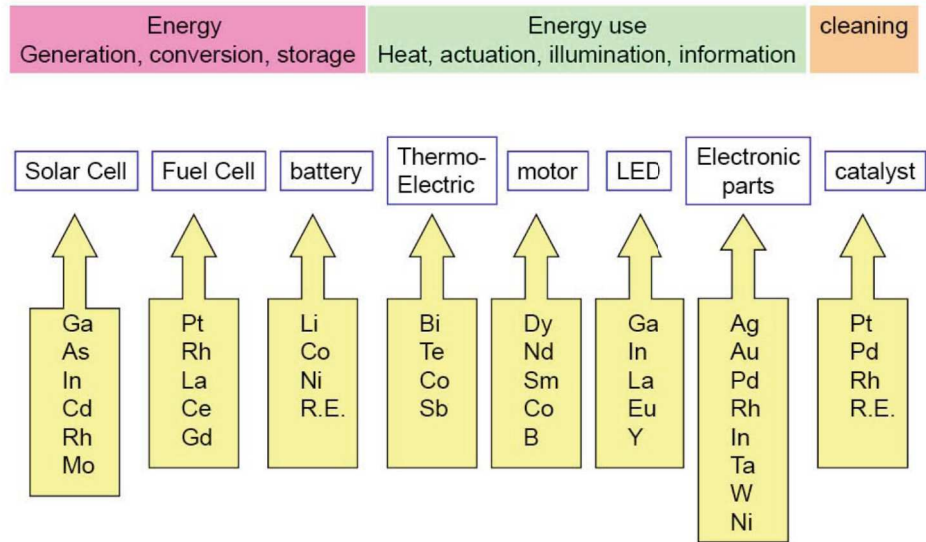
Stratégie d'«éco-transition» du système industriel

Enjeux pour les «Greentechs»:

6) Tenir compte des effets indirects (systémiques)

Notamment: effet rebond

Les technologies «environnementales» ont soif de matériaux...



Source: K. Halada

Définition de l'effet rebond:

«Diminuez la quantité de ressources nécessaires pour faire quelque chose... et vous allez en faire un peu plus.»

(d'après Schipper, 2000)

Effet rebond: transports

Un exemple classique:

Efficacité énergétique ↑

8 litres/100km → 4.3 litres/100km

⇒ Économie de carburant + d'argent

Effet(s) rebond:

- Distance parcourue ↑
- Poids de la voiture ↑
- Nombre de voitures ↑
- Appareils supplémentaires: GPS, DVD...



Source photo: www.sckcen.be

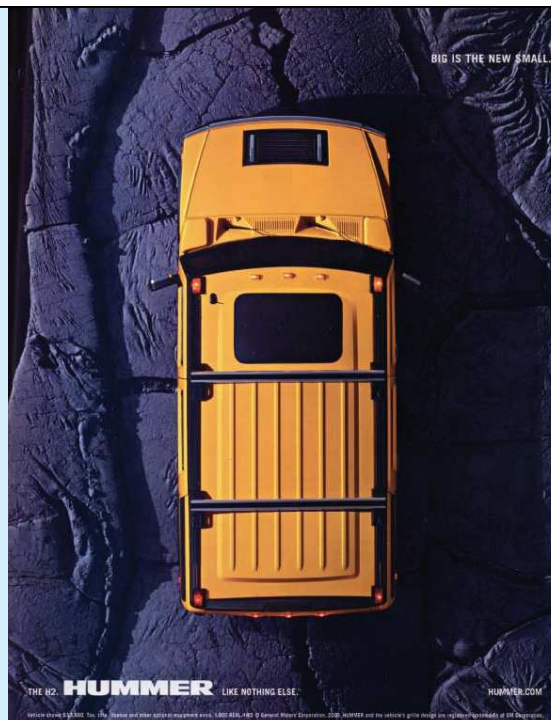
Source: R. Nägeli, UNIL

Question hérétique:

Faudrait-il accroître
l'inefficacité ?

P. ex.: interdire les voitures
économiques en carburant...

«Big is the new small»



Effet rebond: typologie

Effet
rebond
**macro-
écono-
mique**

Effet rebond **direct**

Effet rebond **indirect**



Source. R. Nägeli, UNIL

Les «Greentechs»...

peuvent être de toutes les couleurs...

pourvu que l'on s'approche du résultat recherché:

Un système industriel compatible avec la Biosphère

Des activités pour demain!

- **Analystes en métabolisme socio-industriel**
- **Ingénieurs de réseaux trophiques industriels**
- **Gestionnaires délégués à l'écosystème industriel**
- **Dématérialiseurs produits et systèmes**
- **Rudologues systémiques**
- **Diététiciens territoriaux**
- **Optimiseurs de fonctionnalité**