

CNFCG, 9-11 juillet 2012, Toulouse:

Les changements globaux, enjeux et défis:

Modéliser les dynamiques socio-économiques

P. Criqui

CNRS, Université de Grenoble

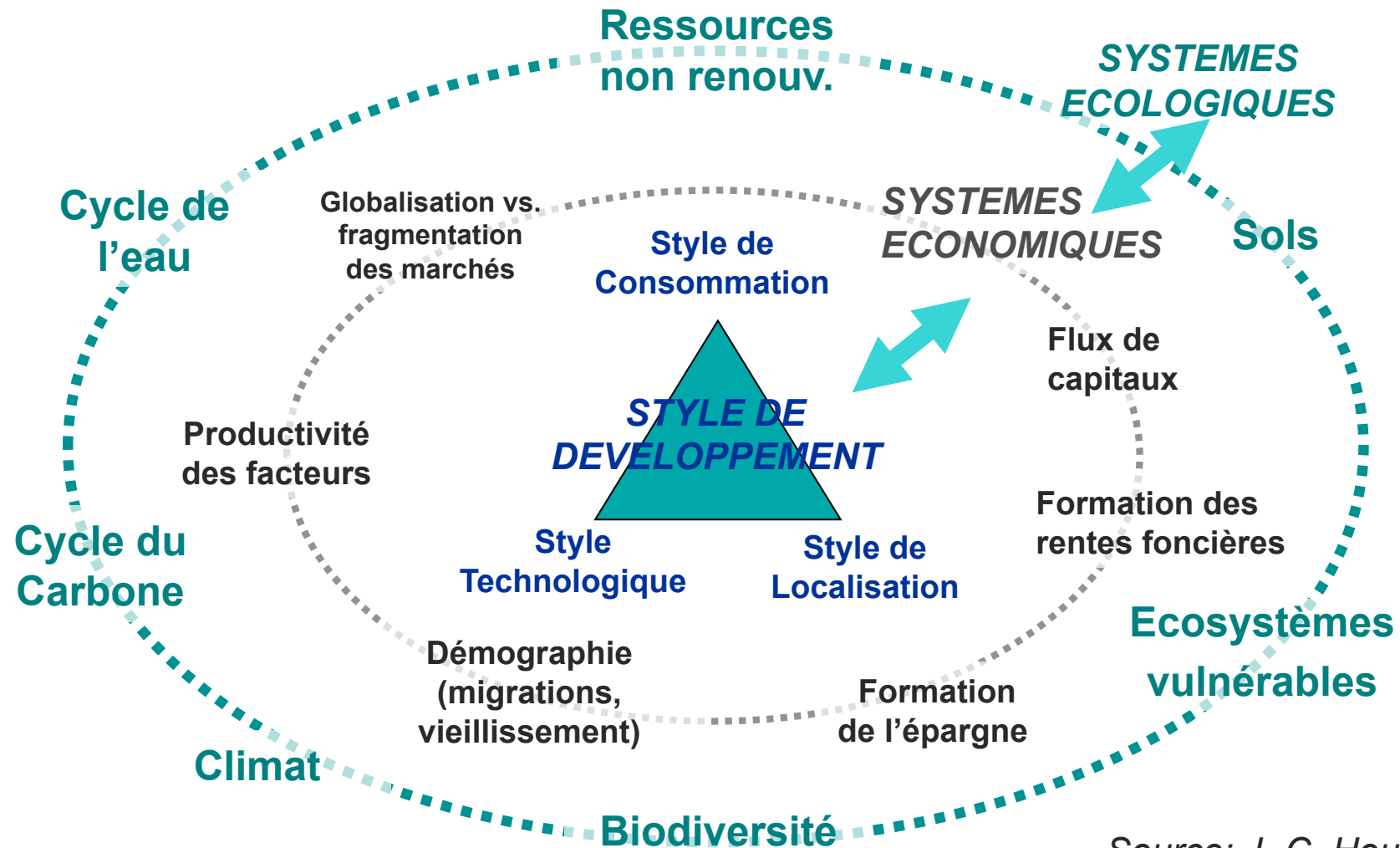


Dynamiques socio-environnementales

- ***Observation / compréhension***
- ***Modélisation / scénarios***
- ***Points critiques / points aveugles***



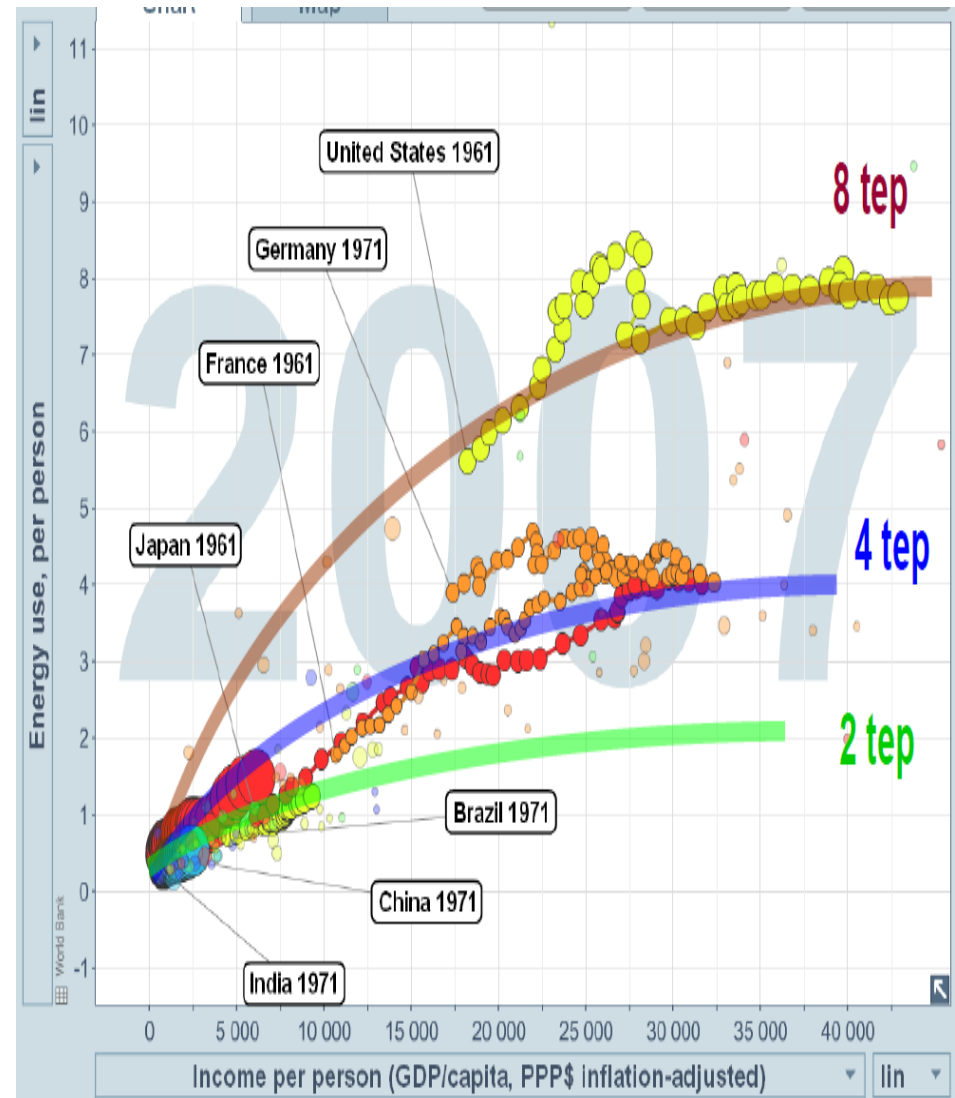
Dynamiques sociales-économiques-environnementales, l'entrée par les « styles de développement » (I. Sachs)



Source: J.-C. Hourcade

Des modèles énergétiques différenciés

1. Sur deux siècles de révolution industrielle, le développement économique et social s'est appuyé sur une mobilisation croissante d'énergie:
 - 1 Gtep en 1900, 2 Gtep en 1950, 12 Gtep en 2010
 - 80% de cet approvisionnement est constitué d'énergies fossiles
2. Mais les modèles/trajectoires de consommation par tête sont très différents d'une région à l'autre:



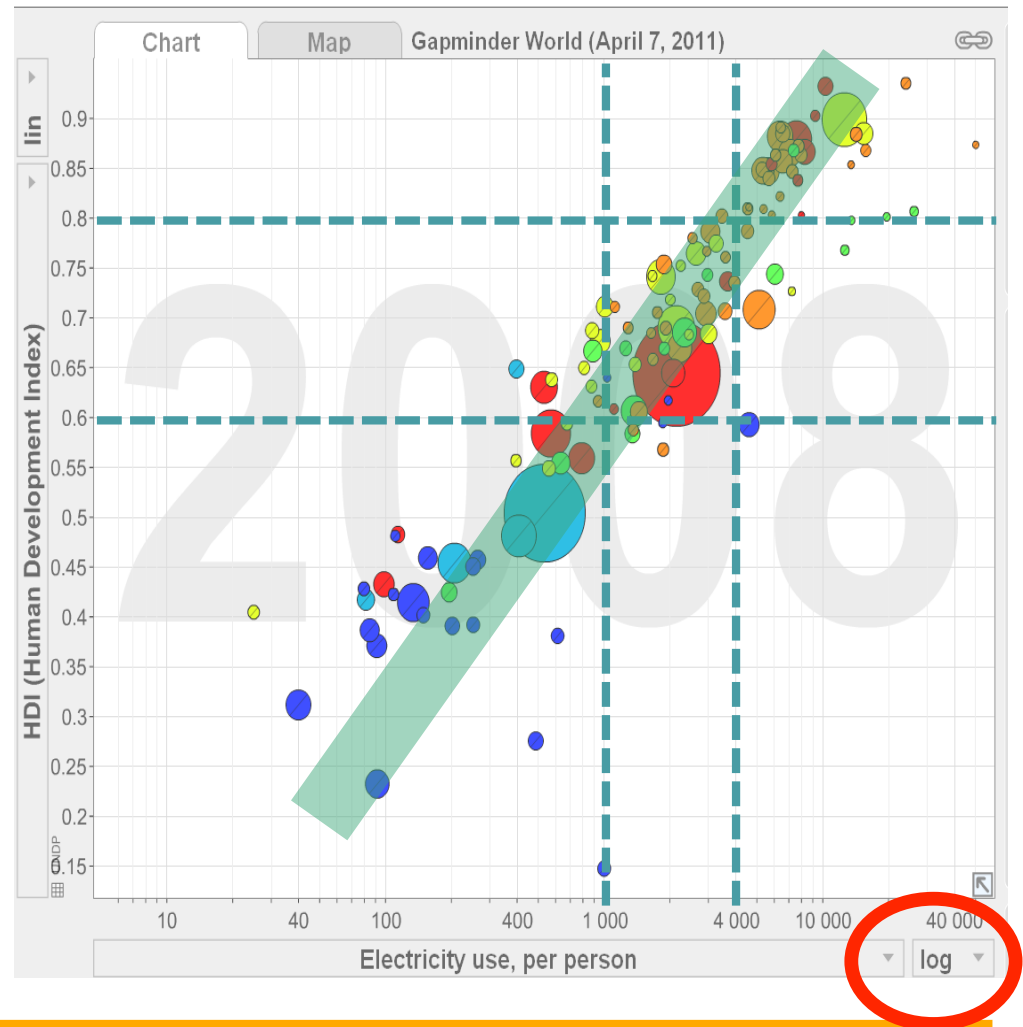
Source: Gapminder

Quelques constantes

Le classement des différents pays par leur IDH et en fonction de leur consommation d'électricité par tête permet de discriminer:

- pays industrialisés,
- émergents
- et en développement

Source: Gapminder



Dynamiques socio-environnementales

- ***Observation / compréhension***
- ***Modélisation / scénarios***
- ***Points critiques / points aveugles***



Modèles 3E: 6 familles

	Bottom-Up (technologies explicites)	Hybride	Top-Down (cohérence macro)
Optimisation	optimisation sectorielle ex. MARKAL ...	optimisation sect. et équilibre écon. ex. MERGE ...	croissance optimale ex. DICE ...
Simulation	simulation récursive sectorielle ex. POLES ...	équilibre général récursif ex. IMACLIM ...	équilibre général récursif synth. ex. GREEN ...

Forces motrices, contraintes et équation de Kaya

Forces motrices

- .. Population
- .. Croissance de l'économie, de la richesse et des besoins
- .. Innovations technologiques

Contraintes

- .. Ressources énergétiques non renouvelables (stocks)
- .. Potentiels renouvelables (flux)
- .. Limites technologiques

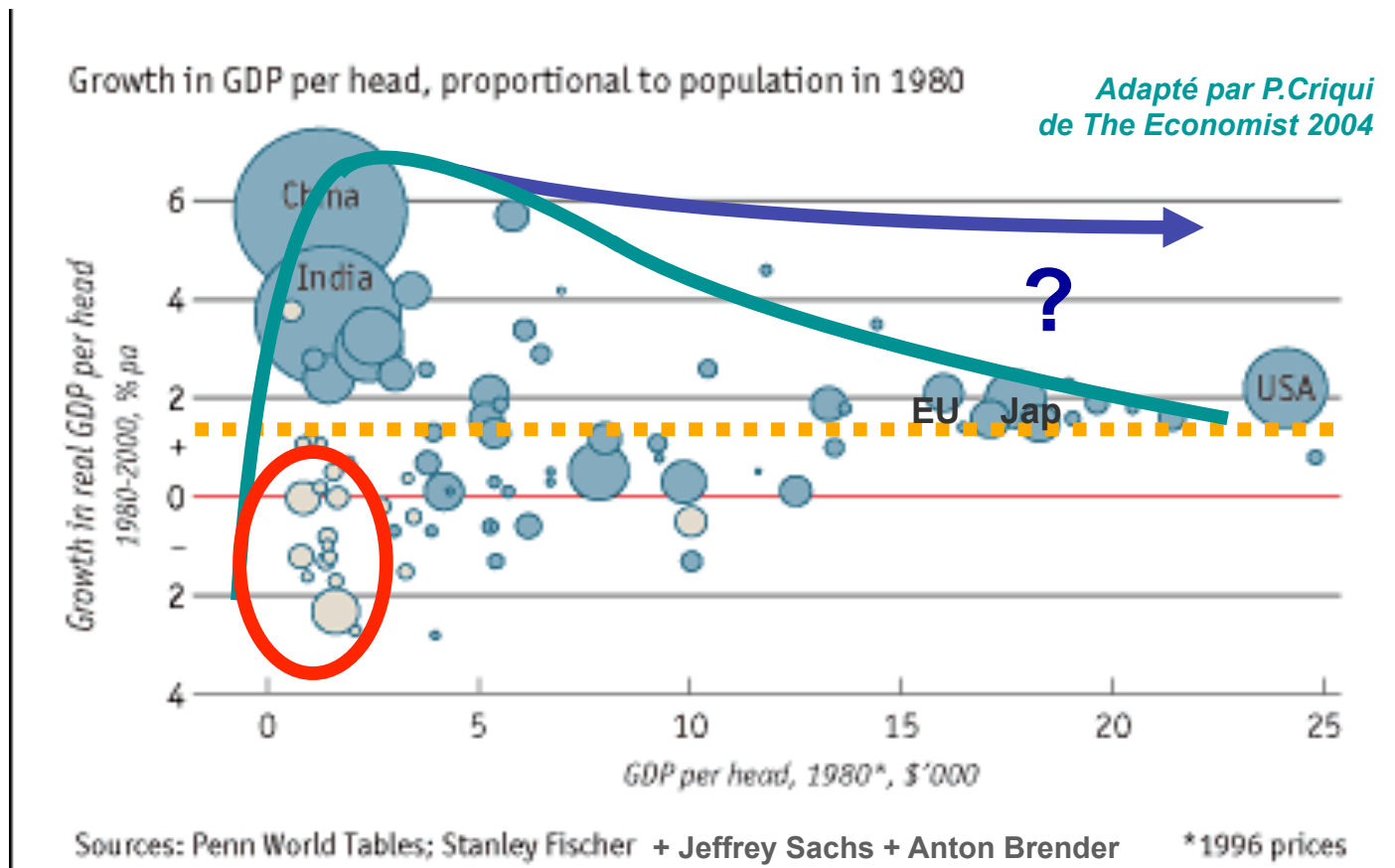
$$\text{CO2} = (\text{CO2/ENE}) \times (\text{ENE/PIB}) \times (\text{PIB/POP}) \times \text{POP}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{(5) Emissions de} & = & \text{(4) Contenu} & \times & \text{(3) Intensité} & \times & \text{(2) PIB par} \\ \text{gaz carbonique} & & \text{en CO2} & & \text{énergétique de} & & \text{habitant} \\ & & \text{de l'énergie} & & \text{l'économie} & & \times \\ & & & & & & \text{(1) Population} \end{array}$$

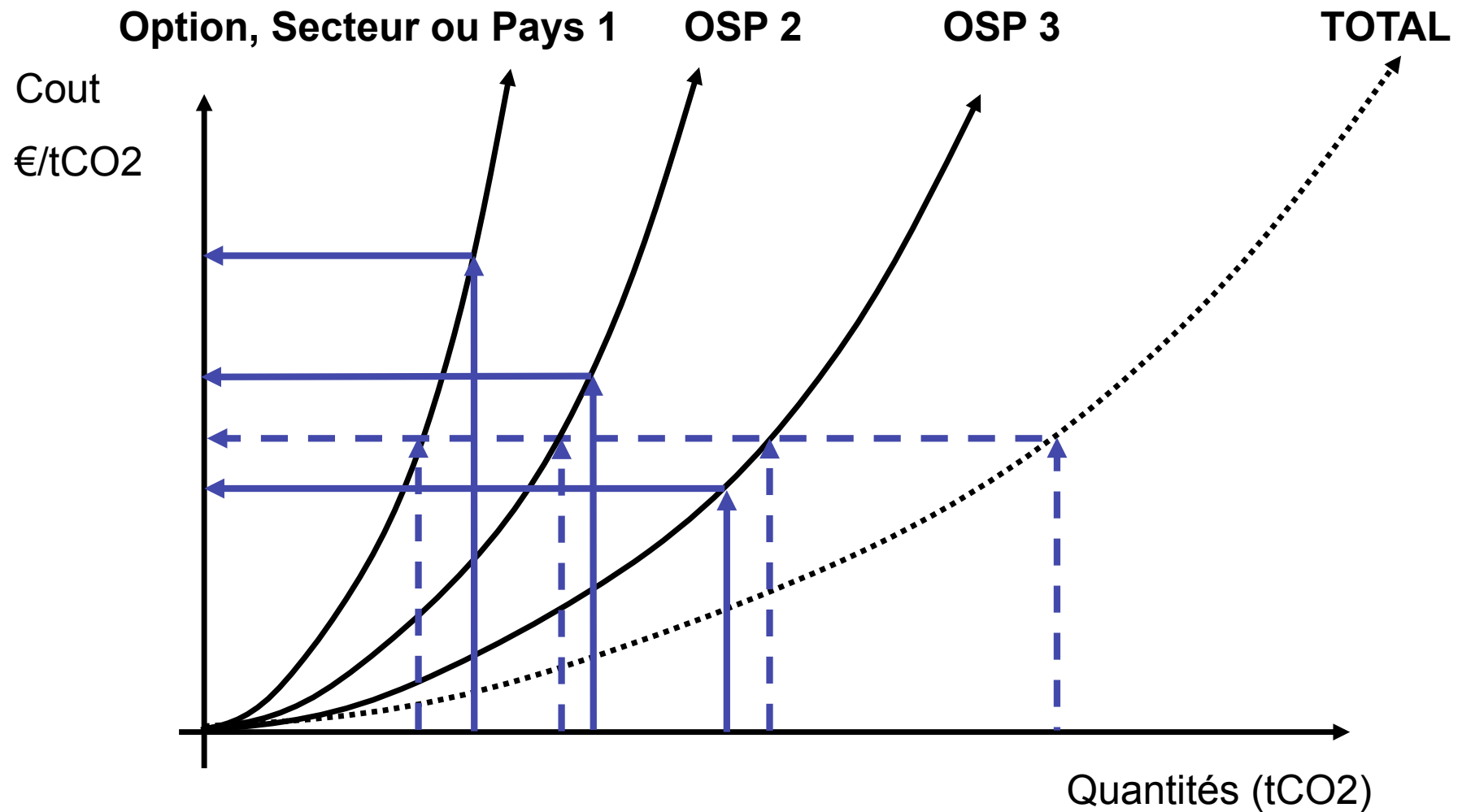


L'économie du long terme: croissance, rattrapage, dépassement ? (The Economist, 2004)

- .. R. Fogel et le rattrapage de productivité:
 $7\,000 \$ \times 1,06^{40} = 72\,000 \$$ $30\,000 \$ \times 1,015^{40} = 54\,000 \$$
- .. M. Aglietta: démographie, cycle de l'épargne et flux financiers internationaux

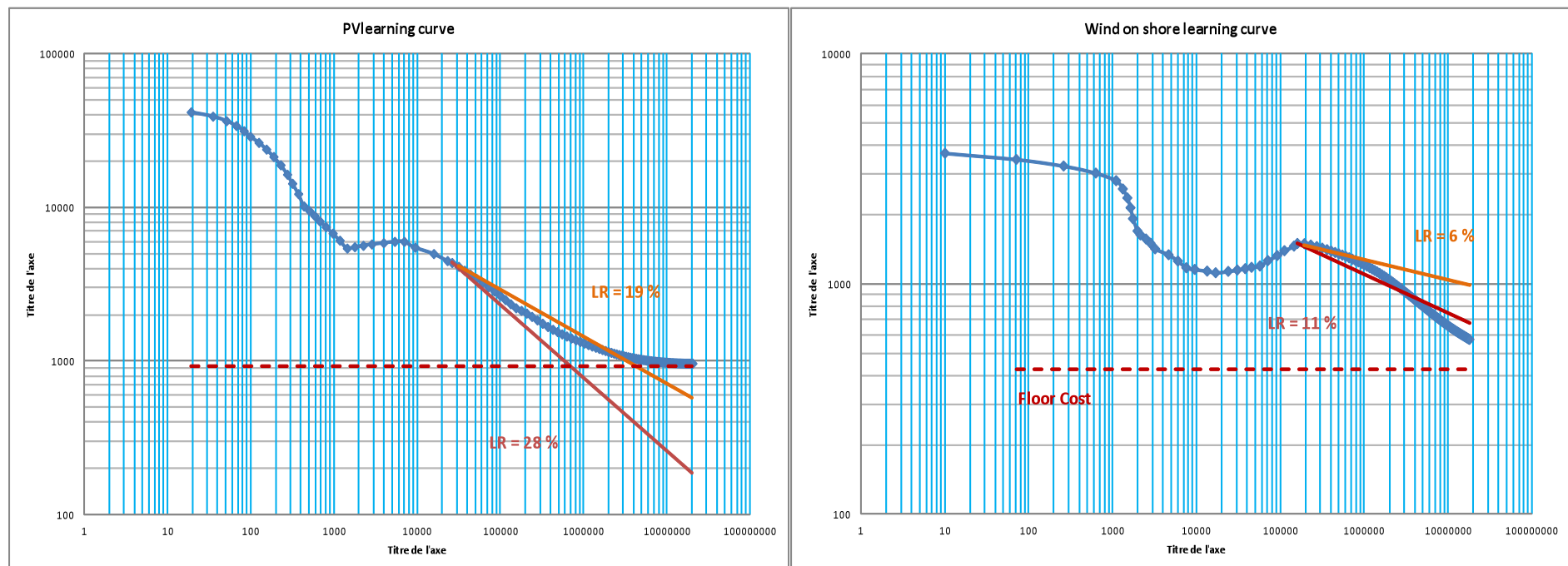


L'égalisation des coûts marginaux de réduction ou le Graal des économistes...



Endogénéisation des dynamiques technologiques et courbes d'apprentissage

- La « courbe d'apprentissage » relie le coût d'une technologie et ses capacités installées (ou les quantités produites); c'est l'effet « *learning by doing* »
- Mais il faut encore identifier les limites aux progrès technologique

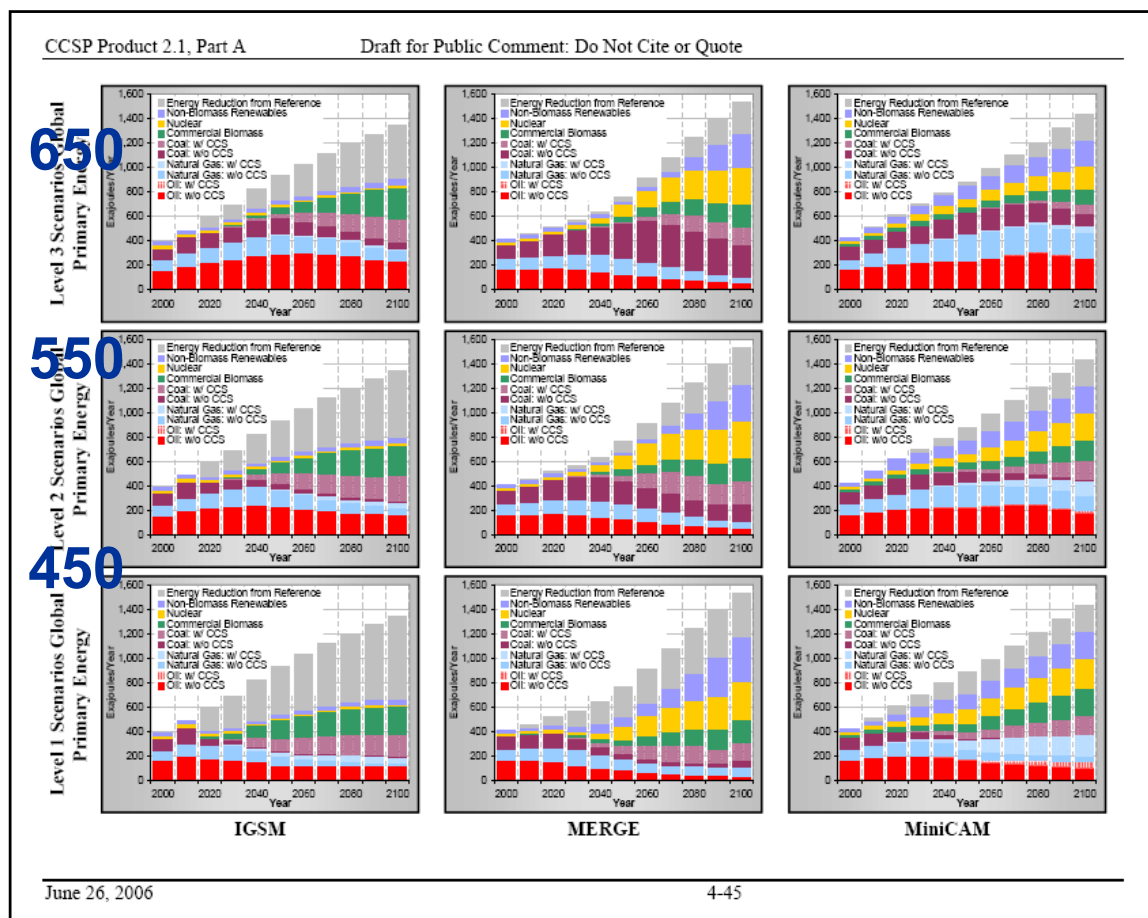
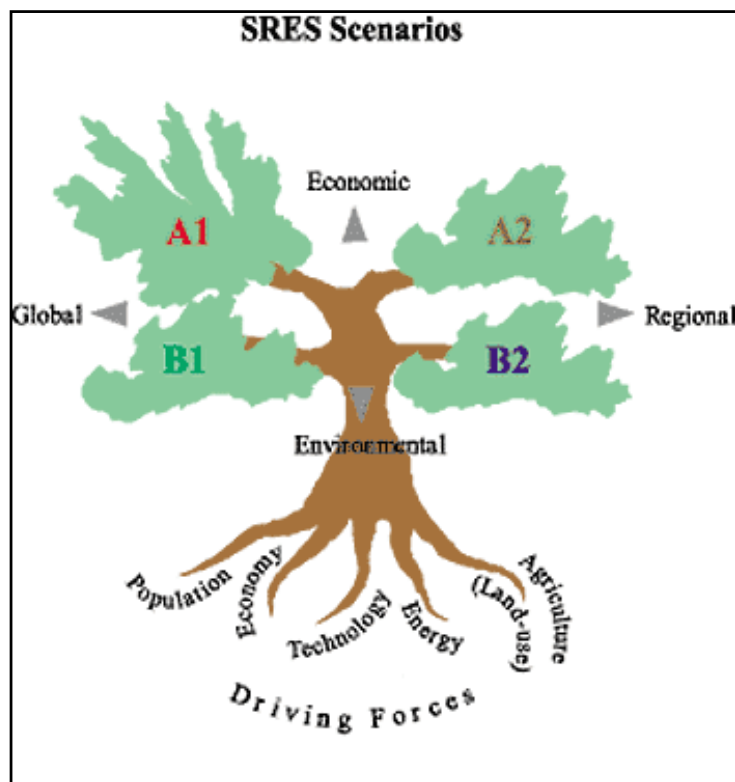


Deux traditions pour les scénarios

.. Référence multiples ou Projection de base + Contraintes

GIEC-SRES (2001-2007)

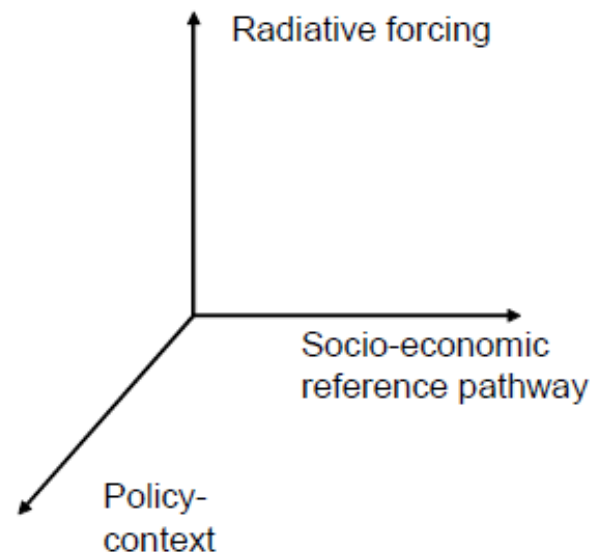
US-CCSP (2007)



La nouvelle génération des scénarios dans le 5^{ème} rapport

RCP

Representative Concentration Pathways



SSP - Shared
Socio-economic
Pathways

SPA

Shared climate Policy Assumptions

La nouvelle génération des scénarios dans le 5^{ème} rapport

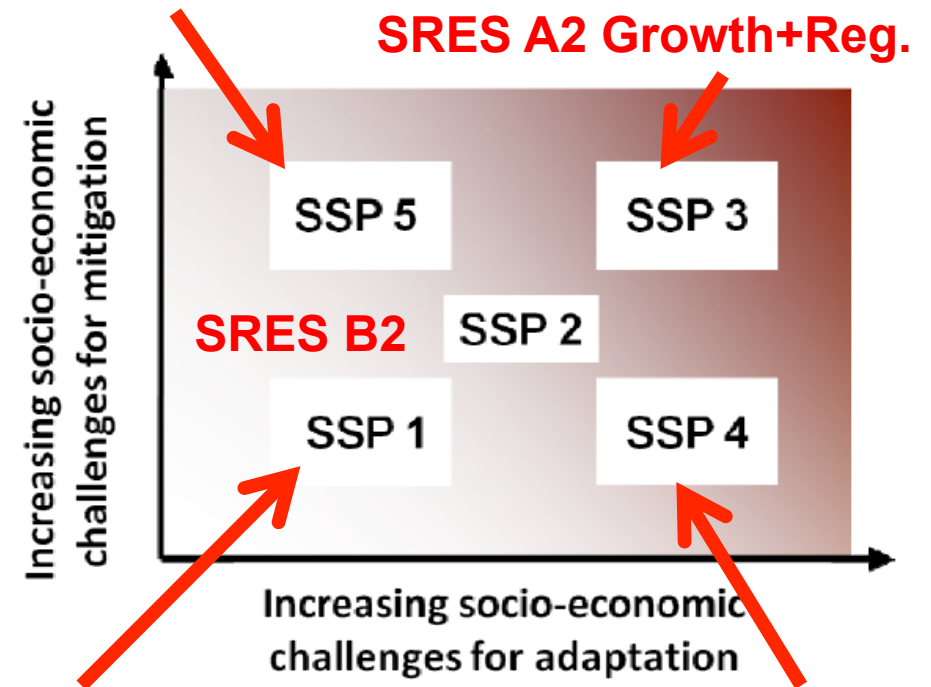
AR5 RCP & SSP:

- **Demographics**
 - Population total and age structure
 - Urban vs. rural populations, and urban forms
- **Economic Development**
 - Global and regional GDP, or trends in productivity
 - Regional, national, and sub-national distribution of GDP, including economic catch-up by developing countries
 - Sectoral structure of national economies. In particular, share of agriculture, and agricultural land productivity
 - Share of population in extreme poverty
 - Nature of international trade
- **Welfare**
 - Human development
 - Educational attainment
 - Health
- **Ecological factors**
- **Resources**
 - Fossil fuel resources and renewable energy potentials
 - Other key resources, such as phosphates, fresh water etc.
- **Institutions and Governance**
 - Existence, type and effectiveness of national/regional/global institutions in particular sectors
- **Technological development**
 - Type (e.g. slow, rapid, transformational) and direction (e.g. environmental, efficiency, productivity improving) of technological progress
 - Diffusion of innovation in particular sectors, e.g. energy supply, distribution and demand, industry, transport, agriculture
- **Broader societal factors**
 - Attitudes to environment/sustainability/equity
 - Globalization of life styles (including diets)
- **Policies**
 - Non-climate policies could also be an important dimension of SSPs. These include development policies, technology policies, urban planning and transportation policies, energy security policies, and environmental policies to protect air, soil and water quality, for example. It is possible that SSPs could be specified partly in terms of policy objectives, such as strong welfare-improving goals, rather than specific policy targets or measures.

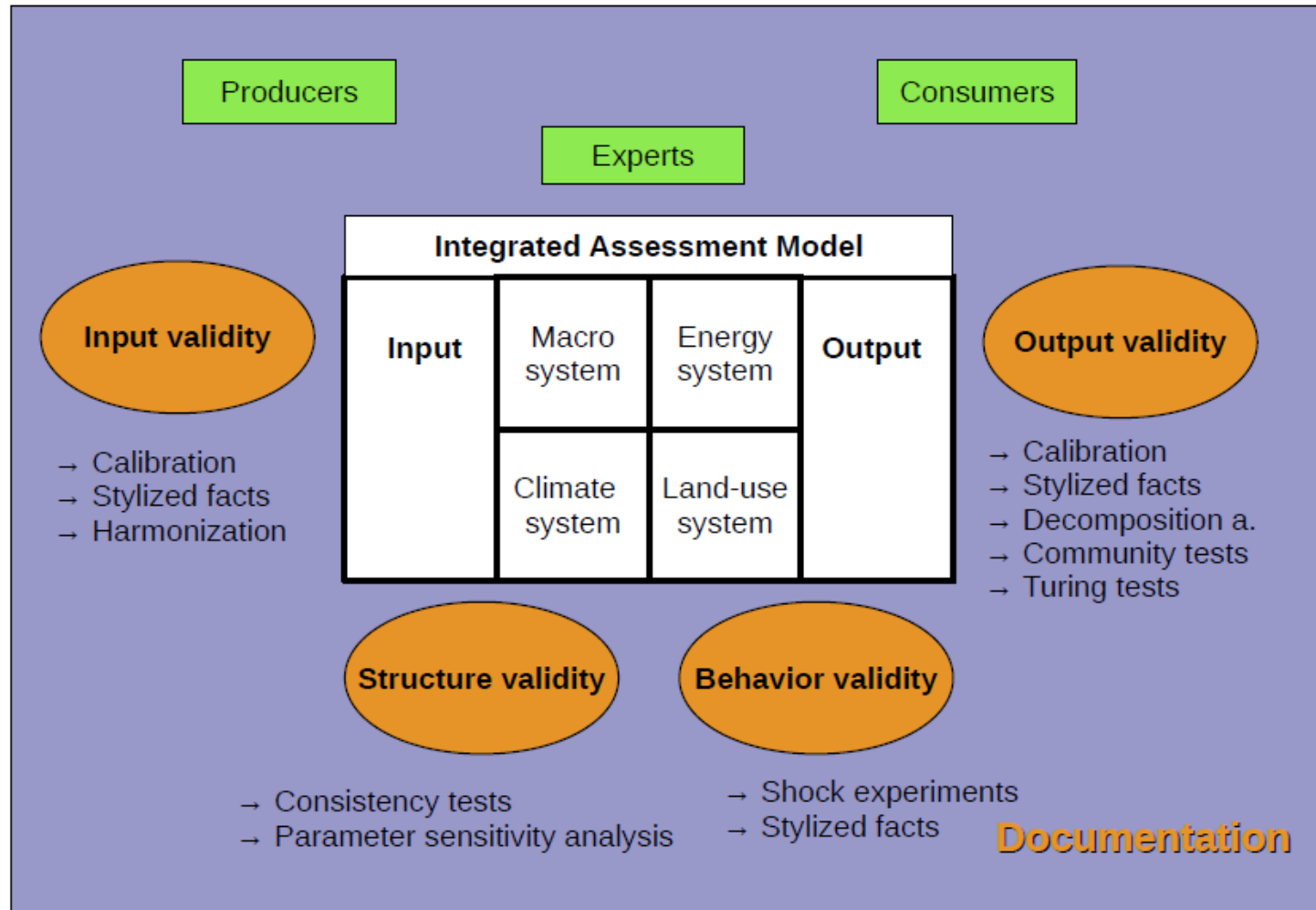
Shared Socio-economic Pathways

SRES A1 Growth+Glob.+FI

SRES A2 Growth+Reg.



FP7 AMPERE: Validation



Source: Jana Schwanitz PIK, AMPERE Venice meeting, 23-25 May 2012

Dynamiques socio-environnementales

■ Points critiques / points aveugles

- Analyse Cout-Avantages ou Analyse Cout-Efficacité ?***
- Quels coûts ? Analyse monétaire ou multicritères***
- La querelle des incitations***
- Les points aveugles***



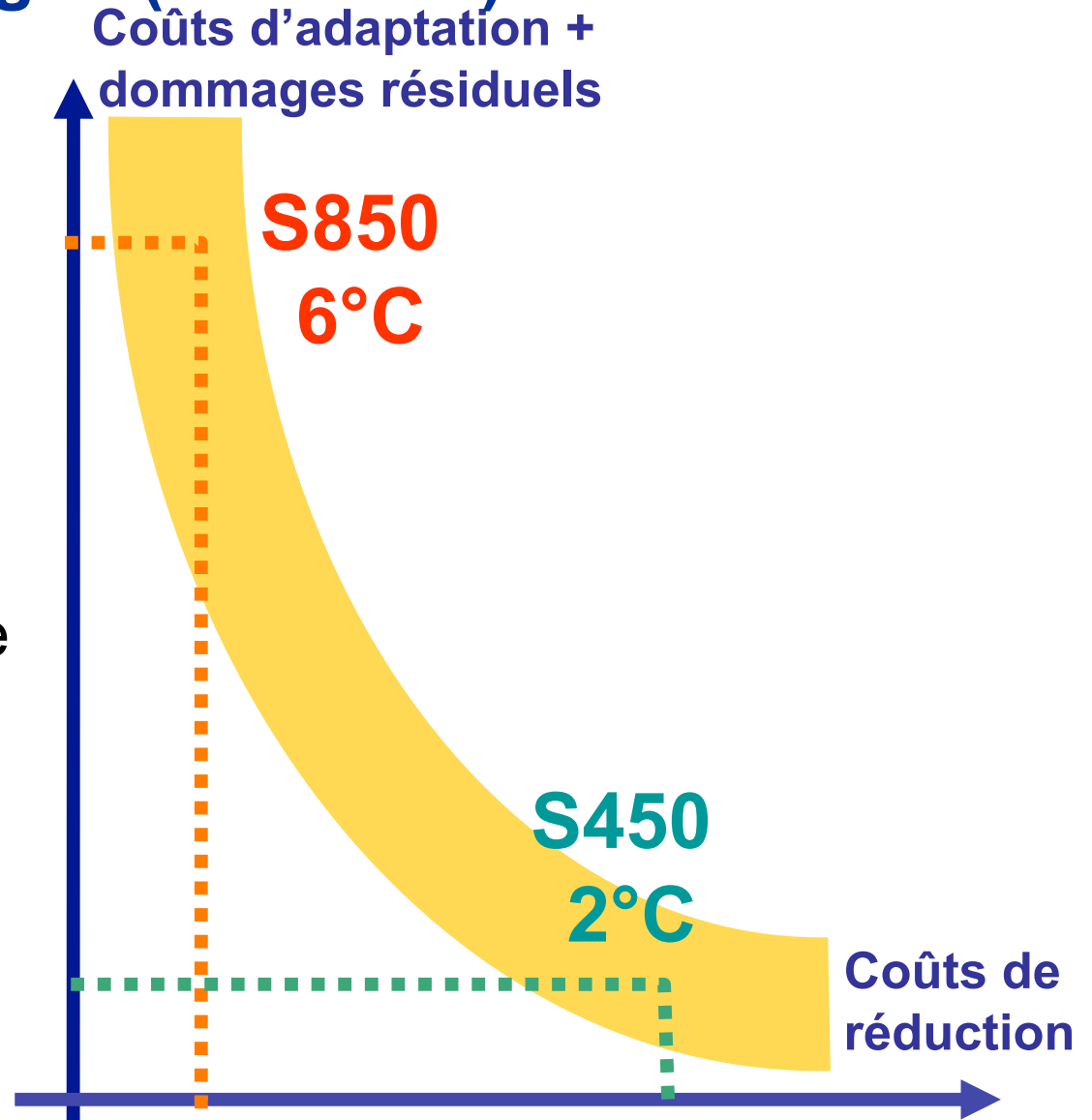
Les économistes se préoccupent trop des coûts, pas assez des avantages (J. Jouzel)

.. Toute politique climatique est un arbitrage entre:

- coûts de réduction
- et coûts d'adaptation et dommages résiduels

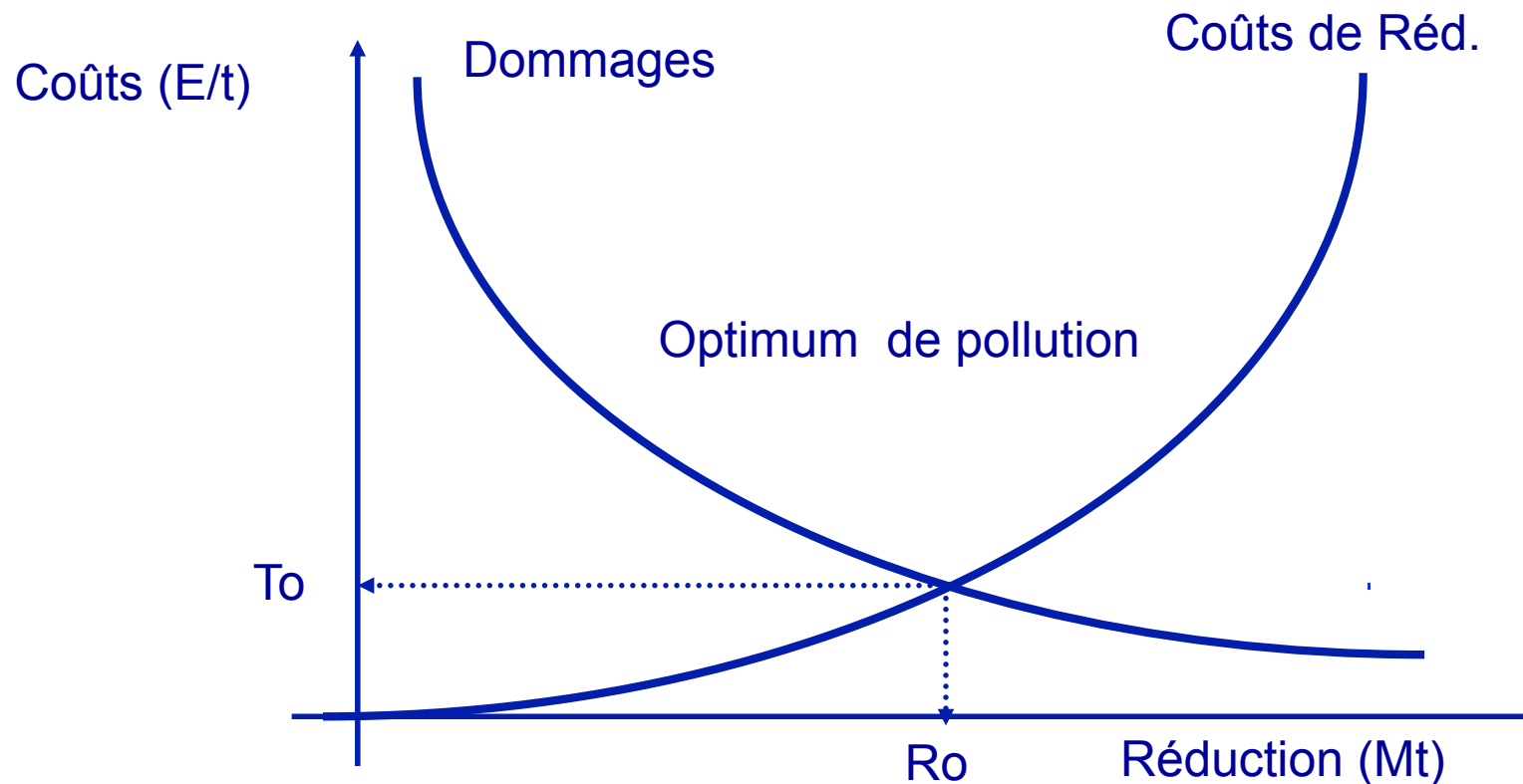
.. Le rapport Stern marque l'importance des coûts de la “non-action”

.. Mais la valorisation précise des dommages reste aujourd'hui hors d'atteinte ...



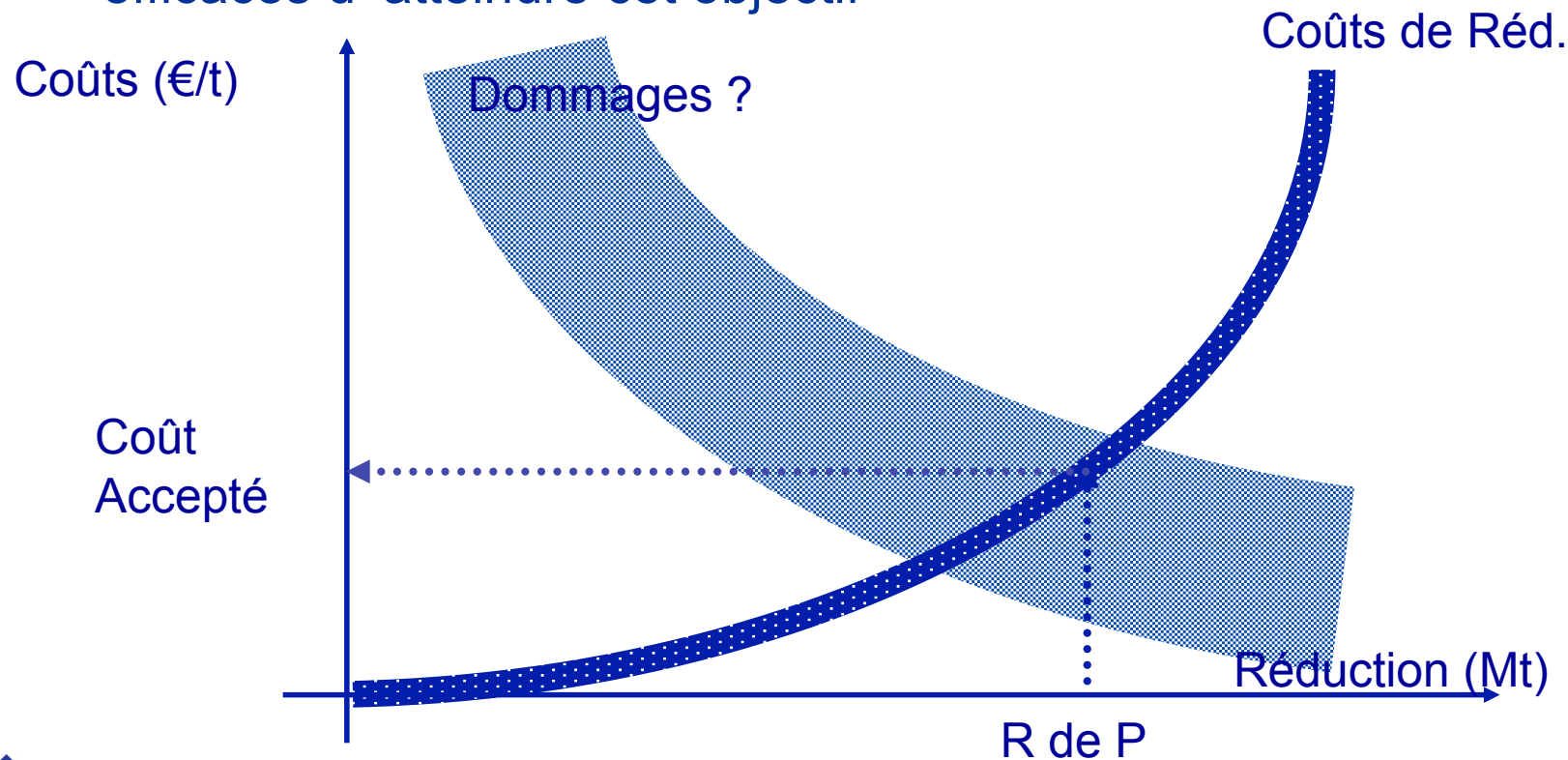
L'ACA ou l'économiste au poste de commande ...

- ◆ L'analyse coût-avantage identifie les coûts de réduction et les coûts des dommages ... puis les compare afin de déterminer l'« optimum de pollution »: ex. approche W. Nordhaus pour une taxe carbone internationale harmonisée de bas niveau



L'ACE, un rôle plus modeste pour l'économiste

- ◆ Dans l'analyse coût-efficacité le politique, informé par le scientifique détermine le niveau de précaution compte-tenu des queues de distribution de probabilité sur le Facteur de Sensibilité Climatique (M. Weitzman 2007)
- ◆ L'économiste doit alors simplement rechercher les moyens les plus efficaces d'atteindre cet objectif



Dynamiques socio-environnementales

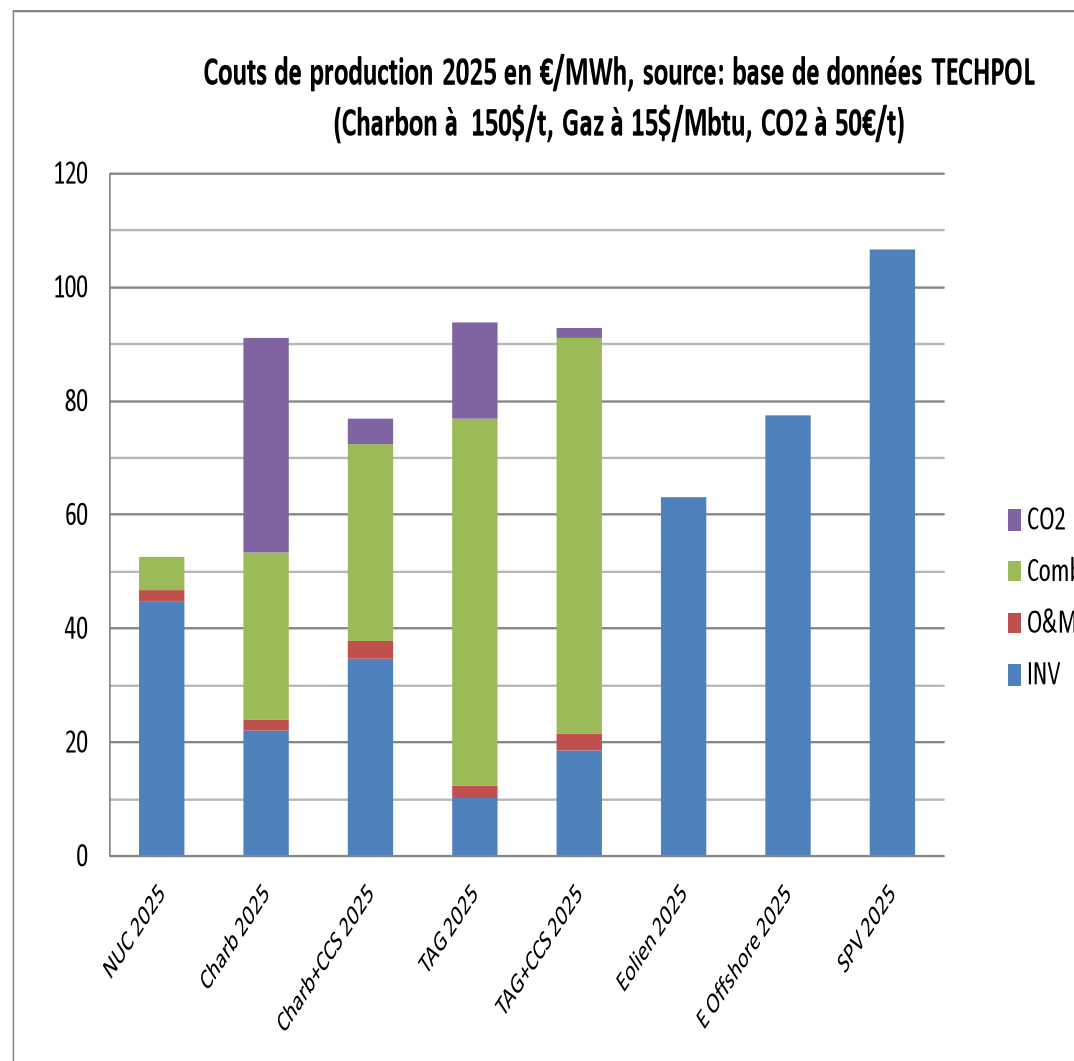
■ Points critiques / points aveugles

- Analyse Cout-Avantages ou Analyse Cout-Efficacité ?*
- Quels coûts ? Réduction à la monnaie ou analyse multicritères*
- La querelle des incitations*
- Les points aveugles*

Les trois dimensions des coûts économiques

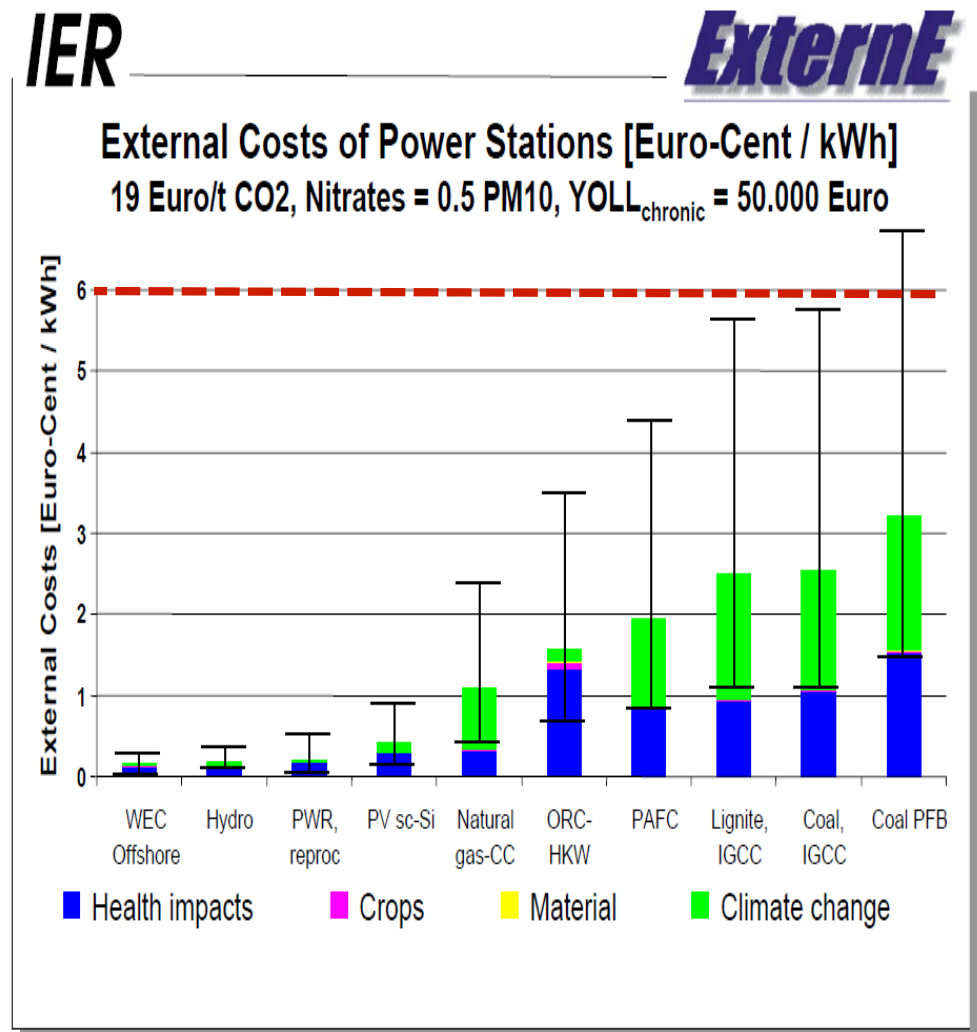
Les coûts économiques, par exemple pour la production d'électricité, renvoient à trois dimensions:

1. Le coût des équipements (CAPEX)
2. Le coût des combustibles (charbon, gaz)
3. Le coût du carbone émis



Coûts environnementaux: l'approche *ExternE*

- .. Mais les coûts externes environnementaux doivent être aussi pris en compte (études *ExternE*)
- .. Ce sont surtout les coûts de la pollution pour la santé humaine (en YOLL = années de vie perdues) et les coûts du changement climatique (en €/tCO₂)
- .. Pour les options fossiles, ils représentent de l'ordre de la moitié des coûts économiques



Réduction à l'évaluation monétaire ou analyse multicritère ?

- .. L'approche néo-classique de l'économie de la soutenabilité réduit le problème à celui de la maximisation intertemporelle de l'Utilité Sociale Actualisée, mesurée en monnaie
- .. Le débat sur le critère du PIB ou sur les indicateurs du bien-être conduit plutôt à une « culture du tableau de bord » (Ignacy Sachs, et plus récemment Commission Sen-Stiglitz)
- .. La définition des politiques de développement durable impose une approche multicritère de l'évaluation publique, avec une analyse bénéfices/risques de chaque technologie

Dynamiques socio-environnementales

■ Points critiques / points aveugles

- Analyse Cout-Avantages ou Analyse Cout-Efficacité ?*
- Quels coûts ? Analyse monétaire ou multicritères*
- La querelle des incitations*
- Les points aveugles*

Le « triangle de base » de l'économie de l'environnement

Pigou (1920)
Sol: taxes / puiss. publ.
Pb: évaluation des coûts

Baumol & Oates (1971)
Standard and Charges

Weitzman (1974)
Régul. / Px ou Quant ?

Dales (1968)
Régul / Q + marché droits

Commande & Contrôle
Sol: normes et stdds.
Pb: efficacité éco.

Coase (1960)
Sol: droits de propr. + négoc.
Pb: coûts de transaction



Efficacité, efficience, équité, faisabilité

- L'évaluation des instruments d'incitation impose elle-même une approche multicritères (source IPCC AR4)

Table 13.1: National environmental policy instruments and evaluative criteria ^a

Instrument	Criteria			
	Environmental effectiveness	Cost-effectiveness	Meets distributional considerations	Institutional feasibility
Regulations and standards	Emissions level set directly, though subject to exceptions. Depends on deferrals and compliance.	Depends on design; uniform application often leads to higher overall compliance costs.	Depends on level playing field. Small/new actors may be disadvantaged.	Depends on technical capacity; popular with regulators in countries with weakly functioning markets.
Taxes and charges	Depends on ability to set tax at a level that induces behavioural change.	Better with broad application; higher administrative costs where institutions are weak.	Regressive; can be ameliorated with revenue recycling.	Often politically unpopular; may be difficult to enforce with underdeveloped institutions.
Tradable permits	Depends on emissions cap, participation and compliance.	Decreases with limited participation and fewer sectors.	Depends on initial permit allocation. May pose difficulties for small emitters.	Requires well functioning markets and complementary institutions.
Voluntary agreements	Depends on programme design, including clear targets, a baseline scenario, third party involvement in design and review and monitoring provisions.	Depends on flexibility and extent of government incentives, rewards and penalties.	Benefits accrue only to participants.	Often politically popular; requires significant number of administrative staff.
Subsidies and other incentives	Depends on programme design; less certain than regulations/standards.	Depends on level and programme design; can be market distorting.	Benefits selected participants, possibly some that do not need it.	Popular with recipients; potential resistance from vested interests. Can be difficult to phase out.
Research and development	Depends on consistent funding; when technologies are developed and policies for diffusion. May have high benefits in the long term.	Depends on programme design and the degree of risk.	Benefits initially selected participants; potentially easy for funds to be misallocated.	Requires many separate decisions. Depends on research capacity and long-term funding.
Information policies	Depends on how consumers use the information; most effective in combination with other policies.	Potentially low cost, but depends on programme design.	May be less effective for groups (e.g. low-income) that lack access to information.	Depends on cooperation from special interest groups.

Dynamiques socio-environnementales

■ Points critiques / points aveugles

- Analyse Cout-Avantages ou Analyse Cout-Efficacité*
- Quels coûts ? Analyse monétaire ou multicritères*
- La querelle des incitations*
- Les points aveugles*



Analyse et modélisation du progrès technique

- .. Les scénarios de contrainte carbone vont mobiliser différents types de changement technique et d'innovation:
 1. *incrémentale* de procédé ou produit
 2. *radicale* (e.g. pile à combustible)
 3. *de système* (ex. 3S = Supergrids-Smartgrids-Stockage)
- .. Les scénarios de type Facteur 4, vont en outre supposer des changements dans les *infrastructures* et les *politiques d'aménagement*, les *comportements* et les *styles de vie*
- .. Un des défis pour la modélisation est l'intégration des représentations par les courbes d'apprentissage et la prise en compte des comportements d'adoption et d'usage

Emergence de systèmes énergétiques territorialisés

- Transport: innovations techniques et de comportement
 - nouveaux équipements (Véhicules Zéro-Emission, petits véhicules urbains)
 - aménagements urbains et usages des sols (contre l'étalement)
 - promotion de nouveaux comportements (covoiturage, auto-partage)
- Bâtiment: objectifs Grenelle, quelle mise en œuvre
 - gestion de l'innovation
 - Combinaison solution technique / comportement de l'habitant
- Urbanisme: intégration Transports-Usage des sols-Bâtiments



Propos d'étape

- .. Les défis traditionnels de la modélisation économique (modèles E3) sont ceux:
 - de la représentation des dynamiques macro-économiques et ses problèmes non résolus...
 - du positionnement entre « réduction monétaire » et approches multicritères pour l'évaluation et les systèmes d'incitation
- .. Les nouveaux défis dus à la problématique du changement global sont ceux:
 - extensifs, d'une avancée vers les modèles d'évaluation intégrée (modèles IAM)
 - intensifs, d'une représentation du changement technique plus complète (*innovation incrémentale, radicale, de système*) et plus ouverte sur les autres sciences sociales (*sociologie, psychologie... urbanisme et aménagement*)