

ENVI-F-409

Economie écologique

Séance 5 – 25 Avril 2015

Tom Bauler – tbauler@ulb.ac.be

Supports de cours : <http://tbauler.pbworks.com>



Table des matières

- **Chapitre 1 : La Nature en science économique** - Histoire du traitement de la Nature dans la science économique depuis les auteurs classiques jusqu'à aujourd'hui. Introduction au vocabulaire de base utilisé pour le reste du cours, donc à certaines notions clés (tels que biens publics/communs/privés, défaillances de marché en absence de prix, capital naturel...).
- **Chapitre 2 : La relation entre « bien-être économique » et environnement** - Utilitarisme, développement humain, bien-être... et le rôle de l'environnement. Fonctions d'utilité. Bien-être inter-temporel et le problème de l'actualisation. Conceptions économiques de la durabilité et substitutions des facteurs/capitaux. Fonctions de production. Les biens « communs » : Hardin.
- **Chapitre 3 : Externalités environnementales et leur valuation monétaire** - Conceptualisations d'externalité environnementale ; défaillances de marché (précisions). Coase & Pigou. Méthodologies de valuations monétaires : valuations monétaires indirectes/préférences révélées : travel cost, hedonic prices, protection cost. Valuations monétaires directes/préférences déclarées: contingent valuation. Valuations monétaires par impact pathways : ExternE. Application des valuations dans le domaine des services écosystémiques (TEEB).



Table des matières

- **Chapitre 4 : Coûts-bénéfices et politiques environnementales** - Les principes de l'analyse coûts-bénéfices /efficacité environnementale. L'actualisation dans le cas des ACB. Stern-review 1/2 et les coûts-bénéfices de la politique climatique. Application à un projet d'infrastructure. Application à une politique de conservation (Natura 2000).
- **Chapitre 5 : Le développement (économique) et l'environnement** - Croissance économique et environnement : Kuznets curves. Rebound effects – Jevons Paradox. Au-delà de la croissance : steady-state, décroissance, prospérité. Au-delà du développement : Sen, Nussbaum, Alkyre... .
- **Chapitre 6 : L'économie du climat (ou de la biodiversité), et les marchés du carbone (ou de la biodiversité)** – L'économie du climat. Théorie des marchés de droits d'émissions. Protocole de Kyoto et les marchés de CO2. Le système EU-ETS.
- **Chapitre 7 : Les indicateurs économiques alternatifs** - Le rapport Stiglitz-Sen-Fitoussi : conceptions et défaillances du PIB. Alternatives et problèmes d'indicateurs. Les tableaux/ comptabilité input-output, de matières. Comptabilité des services écosystémiques. Un exemple concret d'alternative : l'ISEW pour la Belgique.



Table des matières

- **Chapitre 8 : « Frontières » de l'économie environnementale** - Instrument économique de politique environnementale : Les paiements pour services écosystémiques. Instrument politico-économique de politique internationale : La dette écologique. Instrument économique de politique environnementale : La taxe carbone et la fiscalité environnementale.
- **Chapitre 9 : « Common Pool Resources »** - Ostrom vs Hardin. Lectures institutionnelle et évolutionniste (i.e. « institutional and evolutionary economics ») de l'exploitation des ressources environnementales.

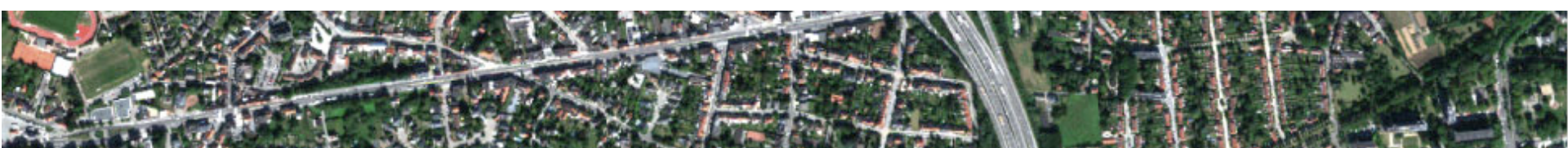


Chapitre 3

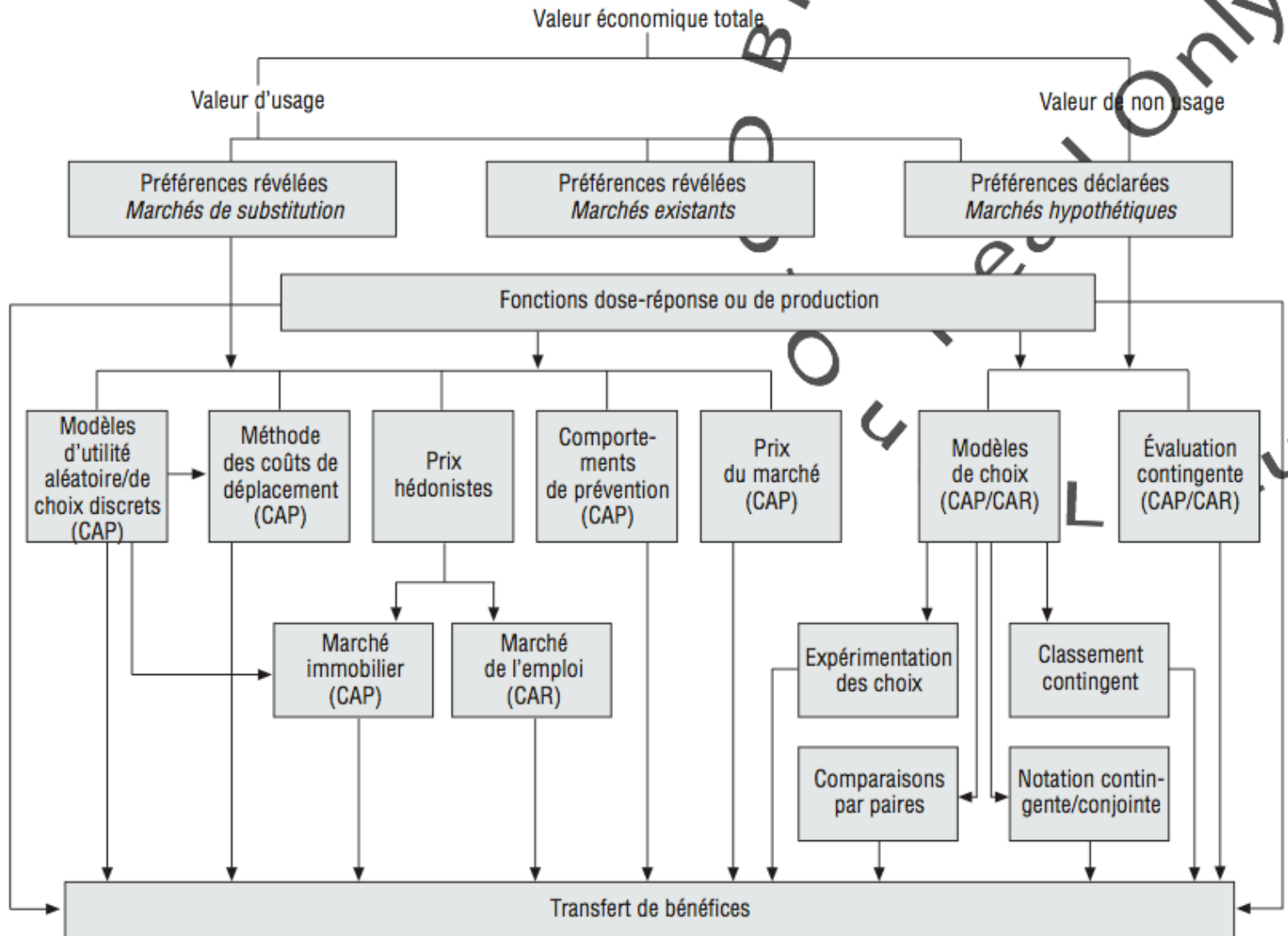
Externalités environnementales et leur valuation monétaire

Conceptualisations d'externalité environnementale ; défaillances de marché (précisions). Coase & Pigou. Méthodologies de valuations monétaires : valuations monétaires indirectes/préférences révélées : travel cost, hedonic prices, protection cost. Valuations monétaires directes/préférences déclarées: contingent valuation. Valuations monétaires par impact pathways : ExternE. Application des valuations dans le domaine des services écosystémiques (TEEB). Marchés de la biodiversité.

- 3.1 Les méthodes de valuation monétaire des externalités environnementales – intro
- 3.2 Approches de valuations monétaires *directes préférences constatées / révélées*
- 3.3 Approches de valuations monétaires *par préférences déclarées*
- 3.4 Approche par « impact pathways » - ExternE
(dite de « dose-réponse »)
- 3.5 Transfert des valeurs**



Valeurs et méthodes de valuation : aperçu

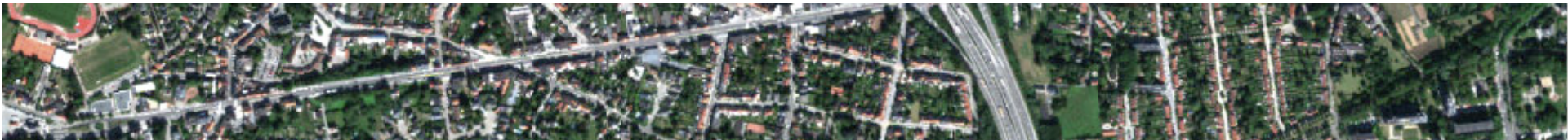


3.5 Transfert des valeurs monétaires



Transfert des valeurs monétaires

- Enjeux majeurs : transférabilité des résultats des études CVM individuelles
- Études (CVM ou autres) individuelles (chères, difficiles, partielles, prennent du temps, expertises rares...) vs. une multitude d'objets de valuation
- Deux familles d'exercices (EN : 'unit value transfer' ou 'benefit transfer') :
 - Transferts 'simples'
 - Transferts 'ajustés' en fonction de la population-cible (p.ex. p/r revenus)
- Exemple : Transferts ajustés via construction d'une fonction → **méta-analyses**
 - Recenser toutes les études CVM (voire aussi d'autres valuations) touchant un domaine +/- précis
 - Construire un modèle avec les variables explicatives communes aux études; souvent le modèle est une simple régression linéaire (plus ou moins d'énergie est investie dans la validation du modèle)
 - Extrapoler vers la population totale, ou surface totale... de l'objet sous valuation
- Exemple : Richardson L., Loomis J. (2009), The total economic value of threatened, endangered and rare species: An updated meta-analysis. *Ecological Economics*.



Reference	Survey date	Species	Gain or loss	Willingness to pay (2006\$)			CVM method	Survey region	Sample size	Response rate	Payment vehicle
				Size of change	Lump sum	Annual					
Bell et al. (2003)	2000	Salmon	Gain	100%	\$138.64	DC	Grays Harbor, WA households	357	49.1%	Annual tax—high income	
					\$91.55					Annual tax—low income	
			Gain	100%	\$141.27		Willapa Bay, WA households	386	61.7%	Annual tax—high income	
					\$90.64					Annual tax—low income	
			Avoid loss	100%	\$57.99		Coos Bay, OR households	424	58.4%	Annual tax—high income	
					\$47.70					Annual tax—low income	
Avoid loss	100%	\$91.99		Tillamook Bay, OR households	347	53.2%	Annual tax—high income				
		\$28.39					Annual tax—low income				
Avoid loss	100%	\$134.00		Yaquina Bay, OR households	357	59.7%	Annual tax—high income				
		\$87.84									
Berrens et al. (1996)	1995	Silvery minnow	Avoid loss	100%	\$37.77	DC	NM residents	726	64.0%	Trust fund	
Bowker and Stoll (1988)	1983	Whooping crane	Avoid loss	100%	\$43.69	DC	TX and US households	316	36.0%	Foundation	
			Avoid loss	100%	\$68.55	DC	Visitors	254	67.0%	Foundation	
Boyle and Bishop (1987)	1984	Bald eagle	Avoid loss	100%	\$21.21	DC	WI households	365	73.0%	Foundation	
		Striped shiner	Avoid loss	100%	\$8.32	DC					
Chambers and Whitehead (2003)	2001	Gray wolf	Avoid loss	100%	\$22.64	DC	Ely and St. Cloud, MN households	352	56.1%	One-time tax	
Cummings et al. (1994)	1994	Squawfish	Avoid loss	100%	\$11.65	OE	NM	723	42.0%	Increase state taxes	
Duffield (1991)	1990	Gray wolf	Reintroduction		\$93.92	DC	Yellowstone National Park visitors	158	30.6%	Lifetime membership	
Duffield (1992)	1991	Gray wolf	Reintroduction		\$162.10	DC	Yellowstone National Park visitors	121	86.0%	Lifetime membership	
Duffield et al. (1993)	1992	Gray wolf	Reintroduction		\$37.43	DC	ID, MT, WY household	189	46.6%	Lifetime membership	
USDOJ (1994)	1993	Gray wolf	Reintroduction		\$28.37	DC	ID, MT, WY household	335	69.6%	Lifetime membership	
USDOJ (1994)	1993	Gray wolf	Reintroduction		\$21.59	DC	ID, MT, WY household	345	69.6%	Lifetime membership	
Duffield and Patterson (1992)	1991	Arctic grayling	Improve 1 of 3 rivers	33%	\$26.47	PC	US visitors	157	27.3%	Trust fund	
Giraud et al. (1999)	1996	Arctic grayling	Avoid loss	33%	\$19.84	PC	US visitors	688	77.1%	Trust fund	
		Mexican spotted owl				\$68.84	DC		US households	54.4%	Trust fund

Hagen et al. (1992)	1990	No. spotted owl	Avoid loss	100%	\$130.19	DC	US households	409	46.0%	Taxes and wood prices
King et al. (1988)	1985	Bighorn sheep	Avoid loss	100%	\$16.99	OE	AZ households	550	59.0%	Foundation
Kotchen and Reiling (2000)	1997	Peregrine falcon	Gain	87.5%	\$32.27	DC	ME residents	206	63.1%	One-time tax
Layton et al. (2001)	1998	Eastern WA and Columbia River Freshwater Fish	Gain	50%	\$210.84	CE	WA households	801	68.0%	Monthly payment
		Eastern WA and Columbia River Migratory Fish	Gain	50%	\$146.57					(converted to annual)
		Western WA and Puget Sound Freshwater Fish	Gain	50%	\$229.31					
		Western WA and Puget Sound Migratory Fish	Gain	50%	\$307.76					
		Western WA and Puget Sound Saltwater Fish	Gain	50%	\$311.31					
Loomis (1996)	1994	Salmon and steelhead	Gain	600%	\$79.53	DC	Clallam County, WA households	284	77.0%	Increase federal tax
		Salmon and steelhead	Gain	600%	\$98.41	DC	WA households	467	68.0%	
		Salmon and steelhead	Gain	600%	\$91.67	DC	US households	423	55.0%	
Loomis and Ekstrand (1997)	1996	Mexican spotted owl	Avoid loss		\$51.52	MB	US households	218	56.0%	
Loomis and Larson (1994)	1991	Gray whale	Gain	50%	\$23.65	OE	CA households	890	54.0%	Protection fund
		Gray whale	Gain	100%	\$26.53	OE	CA households	890	54.0%	
		Gray whale	Gain	50%	\$36.56	OE	CA visitors	1003	71.3%	Protection fund
		Gray whale	Gain	100%	\$43.46	OE	CA visitors	1003	71.3%	
Olsen et al. (1991)	1989	Salmon and steelhead	Gain	100%	\$42.97	OE	Pac. NW households	695	72.0%	Electric bill
			Gain	100%	\$95.86	OE	Pac NW HH option		72.0%	
			Gain	100%	\$121.40	OE	Pac. NW anglers	482	72.0%	
Reaves et al. (1994)	1992	Red-cockaded woodpecker	% chance of survival	99%	\$14.69	OE	SC and US households	225	53.0%	Recovery fund
				99%	\$20.46	DC		223	52.0%	
				99%	\$13.14	PC		234	53.0%	Unspecified
Rubin et al. (1991)	1987	No. Spotted owl	% chance of survival	50%	\$38.61	OE	WA households	249	23.0%	
				75%	\$39.99	OE				



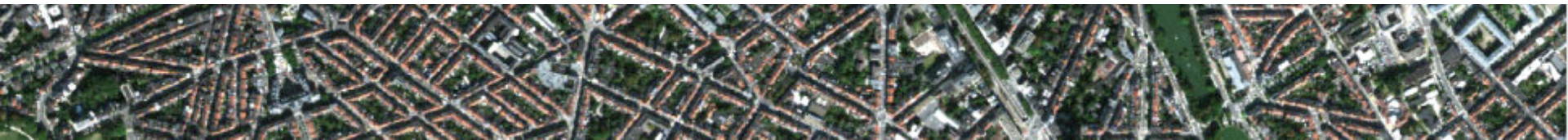
Table 1 (continued)

Reference	Survey date	Species	Gain or loss	Willingness to pay (2006\$)			CVM method	Survey region	Sample size	Response rate	Payment vehicle
				Size of change	Lump sum	Annual					
Stevens et al. (1991)	1989	Wild Turkey	Avoid loss	100%		\$11.38	DC	New England households	339	37.0%	Trust Fund
			Avoid loss	100%		\$15.36	OE	New England households			
		Atlantic salmon	Avoid loss	100%		\$10.00	DC	MA households	169	30.0%	Trust fund
		Atlantic salmon	Avoid loss	100%		\$11.12	OE				
		Bald eagle	Avoid loss	100%		\$45.21	DC	New England households	339	37.0%	Trust fund
Swanson (1993)	1989	Bald eagle	Avoid loss	100%		\$31.85	OE				
		Bald eagle	Increase in populations	300%	\$349.69		DC	WA visitors	747	57.0%	Membership fund
Whitehead (1991, 1992)	1991	Sea turtle		300%	\$244.94		OE	WA visitors			
			Avoid loss	100%		\$19.01	DC	NC households	207	35.0%	Preservation fund

Source : Richardson, Loomis 2009

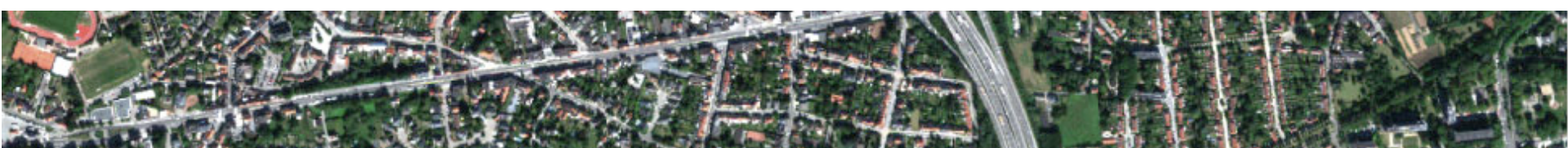
Modèle simple →

$$\begin{aligned}
 WTP = & \beta_0 + \beta_1 \text{CHANGESIZE} + \beta_2 \text{PAYFREQUENCY} \\
 & + \beta_3 \text{CVFORM} + \beta_4 \text{VISITOR} + / - \beta_5 \text{FISH} + \beta_6 \text{MARINE} \\
 & + \beta_7 \text{BIRD} + / - \beta_8 \text{OTHER} - \beta_9 \text{RESPONSERATE} \\
 & + / - \beta_{10} \text{STUDYYEAR}.
 \end{aligned}$$



Transfert des valeurs monétaires

- **Problèmes principaux :**
 - Qualité globale des études prises en compte
 - Le nombre des études similaires considérées
 - L'accès aux données originales des études considérées
 - Différences méthodologiques (p.ex. au niveau des enquêtes) entre études considérées
 - Différents modèles statistiques utilisés vont amener des résultats différents
 - La compatibilité de la nature des valeurs mesurées (use, non-use...)
 - La non-comparabilité des sites d'études (ou leur trop forte spécificité)
 - La stabilité temporelle des valeurs
 - La stabilité spatiale des valeurs trouvées



Chapitre 4 : Coûts-bénéfices et politiques environnementales

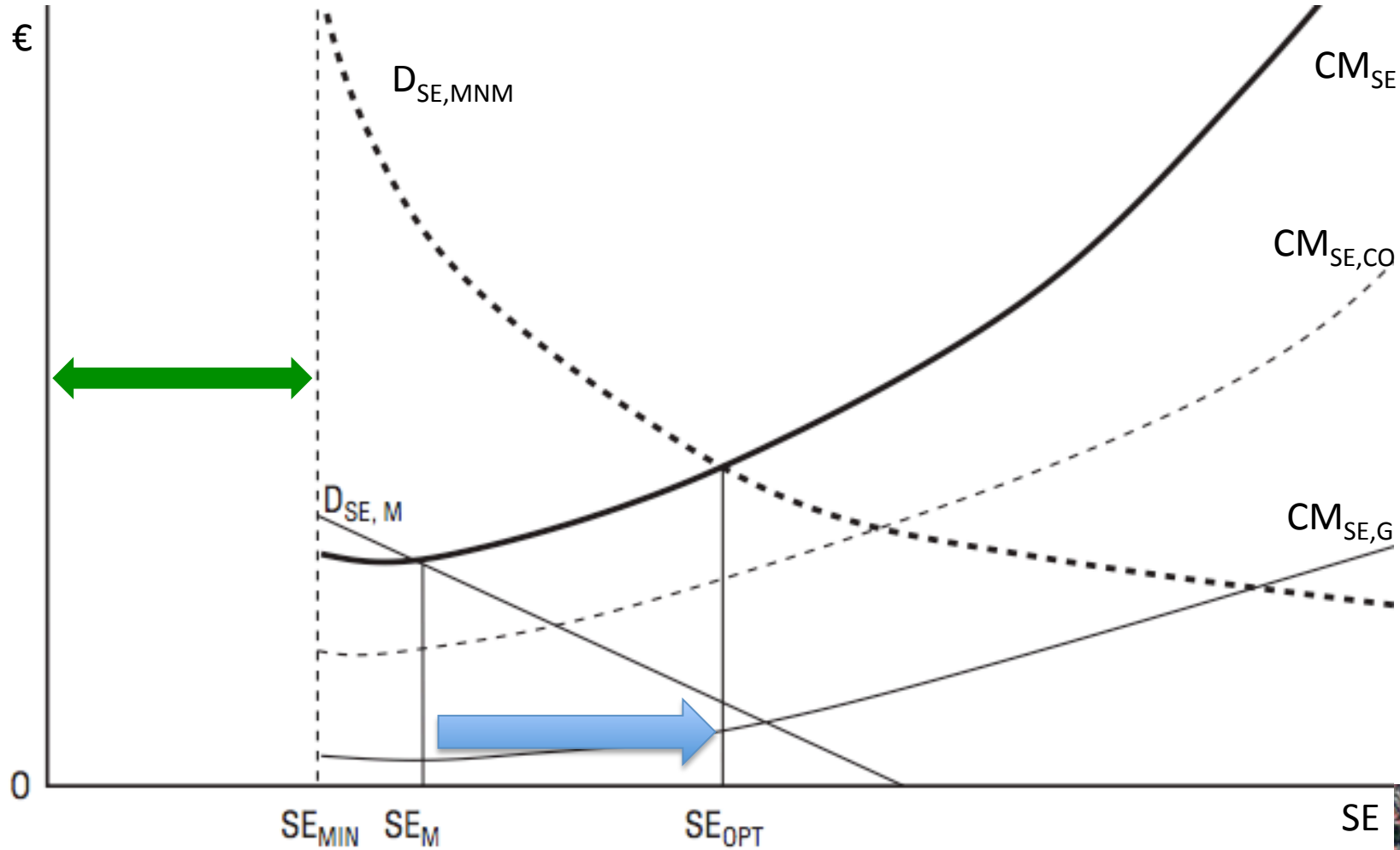
Les principes d'une analyse coûts-bénéfices /efficacité environnementale. Les problèmes concrets de l'actualisation dans le cas des ACB. Stern-review et les coûts-bénéfices de la politique climatique.



Principes d'une ACBe

Demandes et coûts marginaux de services éco-systémiques (adapté de Pearce et al, 2006)

- $D_{SE,MNM}$: Demande marginale des SE marchands et non-marchands
- $CM_{SE,CO}$: Coût d'opportunité marginal de la conservation de SE
- $CM_{SE,G}$: Coût marginal de gestion SE
- CM_{SE} : Coût marginal de la conservation



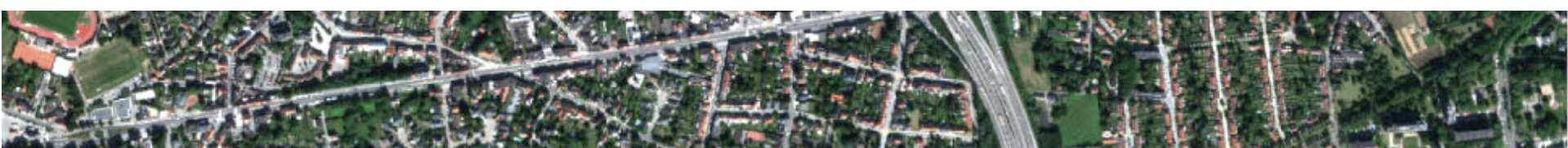
Principes d'une ACBe

- Courbe $D_{SE, MNM}$ montre l'importance de la partie de la valeur et des bénéfices qui ne peuvent être déterminée que par valuation monétaire
- Pour passer du point SE_M (i.e. optimum de services écosystémiques marchands) vers SE_{OPT} (i.e. optimum de services écosystémiques marchands et non-marchands), la valuation monétaire est une étape indispensable
- En-dessous du point SE_{Min} , il est impossible de construire l'allure des courbes : sans un apport minimal de services écosystémiques, l'homme et ses activités économiques n'ont pas de possibilité de survie : la valeur totale ne peut se concevoir, ni même se calculer.



Problèmes liés aux ACBe : actualisation

- **L'actualisation** : élément essentiel d'une ACB environnementale puisque les effets environnementaux d'une action de gestion / conservation aujourd'hui se manifestent majoritairement dans le futur (+/- proche)
- Logique principale : ajuster des coûts et bénéfices futurs par un facteur qui tient compte de l'importance que revêtent ces coûts/bénéfices pour les agents économiques actuels → i.e. pour chaque année ou génération trouver le coefficient particulier à appliquer
- En pratique : $w^t = 1/(1+s)^t$, avec $s =$ taux d'actualisation; w^t est le coefficient d'actualisation à appliquer pour l'année t
- Exemple : $s = 4\%$ $t = 50$, i.e. coefficient d'actualisation pour un gain ou une perte se produisant au courant de la 50^{ième} année → $w^{50} = 0,14$ i.e. le gain ou la perte ne « vaudrait » que 14% de sa valeur actuelle
- Le problème : plus le taux d'actualisation s retenu est élevé et plus t est grand (donc loin dans le temps), moins forte sera la valeur actuelle des gains ou pertes obtenus/subis en t .



Problèmes liés aux ACBe : actualisation

Exemple 1 : bénéfices actualisés d'une mesure de gestion avec 5% de taux d'actualisation

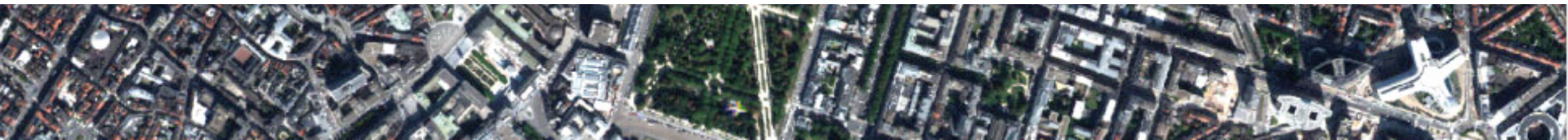
Année	Bénéfices en t	Coefficient d'act.	Valeur actualisée
2011	400.000 €	0,9523	380.920 €
2012	400.000 €	0,907	362.800 €
2013	400.000 €	0,8638	345.520 €
2014	400.000 €	0,8227	329.080 €
2015	400.000 €	0,7835	313.400 €
Total	(2.000.000 €)		1.731.720 €

Exemple 2 : bénéfices actualisés d'une mesure de gestion avec 3% de taux d'actualisation

Année	Bénéfices en t	Coefficient d'act.	Valeur actualisée
2011	400.000 €	0,9708	388.320 €
2012	400.000 €	0,9426	377.040 €
2013	400.000 €	0,9151	366.040 €
2014	400.000 €	0,8888	355.536 €
2015	400.000 €	0,8626	345.040 €
Total	(2.000.000 €)		1.931.976 €

Problèmes liés aux ACBe : actualisation

- 2 « écoles » s'opposent :
 - *Taux d'actualisation = 0* : gains ou pertes environnementaux qui se produisent aux générations futures doivent avoir la même valeur dans le temps; $s=0$, $w^t=1$: chaque génération, chaque année, a le même poids que la génération actuelle → argument moral
 - *Taux d'actualisation > 0* :
 - Aversion du **risque** des agents économiques est une réalité, tout comme **l'impatience**
 - Est-il vrai que nous nous soucions réellement autant des situations qui se passeront dans 1.000 ans que celles que nous vivons aujourd'hui?
 - Mais surtout : plus le taux est proche de 0, plus on donne de l'importance au futur, i.e. à la consommation future. Suppose : un taux d'épargne important et un renoncement important à la consommation aujourd'hui pour disposer de moyens pour consommer dans 2,4,8,20... ans. Implique : renoncement à la consommation actuelle, i.e. plus s proche de 0, plus important sera le nécessaire sacrifice de bien-être aujourd'hui. Mais aussi : chaque génération ultérieure devra réaliser le même sacrifice p/r à sa propre consommation ! → à la marge : arbitrage d'investissements entre Nord/Sud et présent/futur

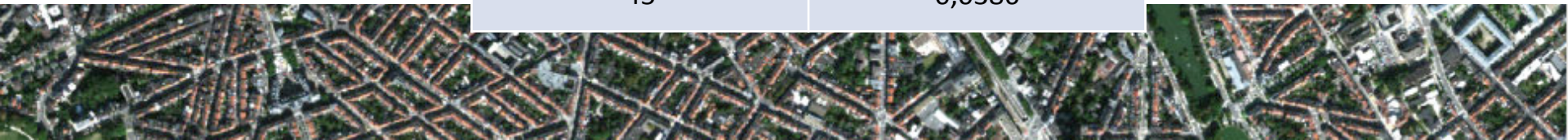


Problèmes liés aux ACBe : actualisation

- On admet donc largement que $s > 0$, mais : si s est **constant** → « tyrannie de la génération actuelle », et une non-consideration de l'incertitude future
- → de plus en plus de demandes pour un s **variable (décroissant) dans le temps**, *i.e.* s_t
- Basé sur des observations empiriques (encore limitées mais concluantes) :

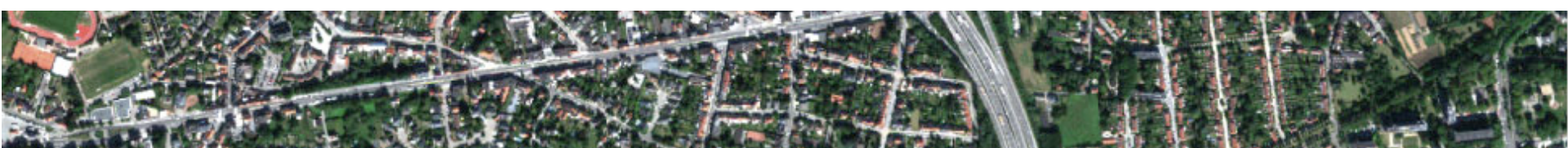
Taux d'actualisation décroissant à travers le temps dans le domaine de la santé publique (Alberini et al., 2007)

Time horizon (years)	Mean discount rate
10	0,1597
20	0,105
30	0,0752
40	0,0395
45	0,0386



Exemple d'une ACBe : « Stern review - *the economics of climate change* »

- Pour illustrer les aléas des ACB environnementales
- Contexte :
 - UK 2005 lancement d'un groupe de travail de 20 personnes au sein du British Government Economics Service sous ordres de Gordon Brown; coordinateur Sir Nicholas STERN, ex-chief economist à la BM, prof. d'économie à la LSE
 - Objectif : rassembler la littérature (state-of-the-art) et réaliser une synthèse relative aux coûts/bénéfices des changements climatiques → d'où : « review »
 - Pas de recherche propre, i.e. Stern review = type GIEC
 - Durée imposée des travaux : 1 an
- Résultat : considéré sur les prochaines 200 années, il devient nettement moins cher à la société d'investir « massivement » tout de suite (pour atténuer les émissions et adapter nos modes de vies aux conséquences des changements climatiques) que de ne rien faire et devoir investir dans le futur à « nettoyer » les effets climatiques
- Massivement = 1% du PIB mondial actuel par an →



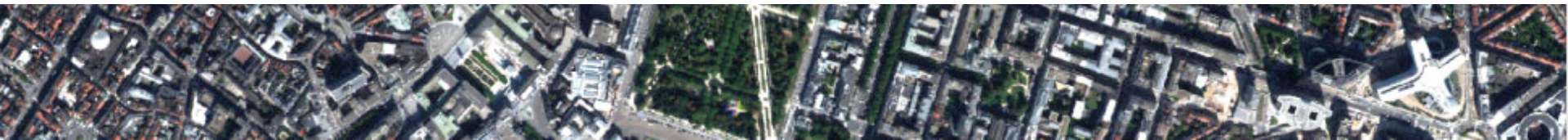
Exemple d'une ACBe : « Stern review - *the economics of climate change* »

- « *Using the results from formal economic models, the Review estimates that if we don't act, the overall costs and risks of climate change will be equivalent to losing at least 5% of global GDP each year, now and forever. If a wider range of risks and impacts is taken into account, the estimates of damage could rise to 20% of GDP or more.* »
- « *In contrast, the costs of action – reducing greenhouse gas emissions to avoid the worst impacts of climate change – can be limited to around 1% of global GDP each year.* » (Stern et al., 2005)
- Depuis 2008 : Stern admet avoir été trop optimiste quant à l'évolution des changements climatiques. Dans différents interviews, il admet aujourd'hui un coût de l'action de plutôt 2% PIB mondial annuel
- Stern Review n'est pas le premier exercice de ce type, ni même le premier qui arrive à ce résultat. Ses apports sont sur un autre niveau : il revendique un ***particularisme des ACB pour l'économie des CC***



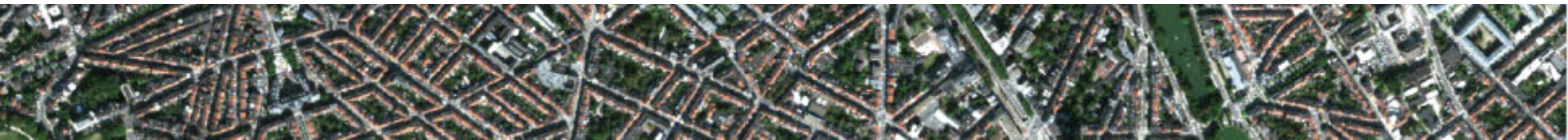
Exemple d'une ACBe : « Stern review - *the economics of climate change* »

- Stern n'est pas un économiste hétérodoxe (!), mais il saisit l'occasion pour tenter de ramener certaines pensées économiques 'alternatives' vers le 'mainstream'
- Argument principal avancé : les CC sont d'un ordre tout à fait différent d'autres phénomènes accompagnant les échanges économiques → certains principes de l'économie orthodoxe ne s'appliquent pas !
- Le sujet impose des choix et arbitrages que certains considèrent comme trop lourds. Critiques sévères émergent rapidement sur deux flancs :
 - Les « néoclassiques » lui reprochent des choix trop audacieux ou, en d'autres termes, trouvent qu'il a laissé percoler trop profondément les choix de valeurs : normativité
 - Les « hétérodoxes » lui reprochent des erreurs manifestes dans sa démarche de hétérodoxe (qui n'est pas la sienne) et lui reprochent qu'il ne la mène pas au bout
- Controverse court encore et oppose...
 - Pour : A. Sen, Stiglitz, Wolfowitz, J. Sachs, Mirless, Solow...
 - Contre : Nordhaus, Dasgupta, R. Tol, M. Weitzman...
 - Refus catégorique : C. Spash, Singer...



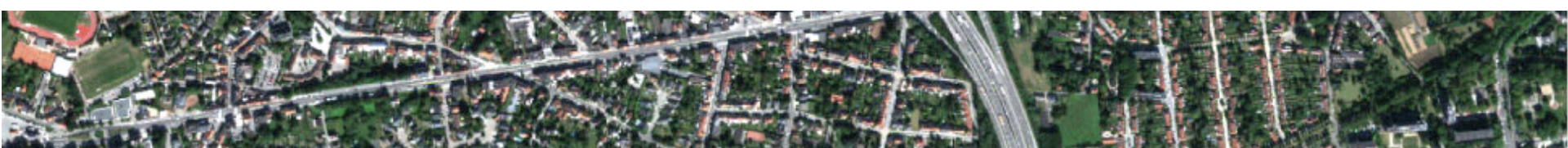
Exemple d'une ACBe : « Stern review - *the economics of climate change* »

- Stern Review innove sur 3 champs (principalement) :
 - *Prise en compte des effets redistributifs* : Stern utilise un facteur de conversion entre catégories de revenu avec une élasticité de 1, i.e. un dommage de 1€ subi par une personne dont revenu est 100€, compte 10fois plus dans “addition” totale qu’un même dommage sur un revenu de 1000€; ou inversement, une politique reste socialement productive même si elle diminue le revenu d’un revenu haut de 10€ tout en augmentant le revenu bas de 1€
 - *Prise en compte des incertitudes et traitement spécial du risque*
 - *Prise en compte des générations futures* → ...



Exemple d'une ACBe : « Stern review - *the economics of climate change* »

- Utilisation d'un taux d'actualisation constant de 1,4%, ce qui est très faible
- Pourquoi 1,4%? → taux d'actualisation a plusieurs composantes :
 - *Taux de préférence temporelle*: dimension 'préférence pour le présent' chez Stern = 0,1% (Nordhaus 3%; Weitzman 2%). Ce qui en retour implique que: taux d'épargne réel de +90% du revenu disponible (empiriquement : 15%). Stern répond : vous avez raison ssi changements climatiques sont considérés être du même ordre que l'achat d'une commodité. Stern prône taux de préférence temporelle de 0, et admet 0,1% pour rendre compte d'une éventualité de 9,5% sur 100ans d'une catastrophe majeure exogène anéantissant l'humanité (météorite p.ex.)
 - *Taux de développement économique*: le futur amène croissance économique, donc croissance de revenus, donc plus riches; par la loi des rendements marginaux décroissants, les unités supplémentaires de biens consommés dans le futur vont amener proportionnellement moins de bien-être que la même unité supplémentaire consommée aujourd'hui → moins logique de vouloir préserver toutes ses capacités à consommer pour le futur → à adapter aux rendements décroissants → taux chez Stern = 1,3%
- Contre-argument (calculs modélisés d'après Weitzman) : Stern induit d'accepter une réduction potentielle de revenu aujourd'hui de 10.000\$ à 4.400\$ pour garantir une réduction des dommages futurs dans 200 ans de 130.000\$ à 129.870\$.



Exemple d' une ACBe :

Stern review : *the economics of climate change*

Economics of climate change damages :

- En ligne avec les modèles IPCC, Stern adopte que sans action, l'augmentation de la température liée aux CC sera de 2 à 3°C avec concentrations CO_{2e} autour de 550ppm → baseline model +/- 2060
- Cette augmentation temp. générera une perte irréversible, annuelle et permanente de la consommation globale per capita de 5% à 20% :
 - si uniquement les pertes brutes sur commerce et production, alors total de 5%
 - Si on ajoute les impacts sanitaires et environnementaux, alors total de 11%
 - Si on intègre les probables boucles de rétroaction positives (renforcement des CC), alors total de 14%
 - Si on prend en compte le coefficient de correction des inégalités, les migrations, les conflits..., alors le total approche les 20%
- Equivaut aux pertes induites par 1929, ou par les 2 WW du 20^{ième} siècle



Exemple d' une ACBe : Stern review : *the economics of climate change*

Economics of climate change damages :

- Problèmes principaux invoqués :
 - Avant l' augmentation des dommages, les modèles montrent un effet global bénéfique à court terme
 - Boucles de rétroaction invoquées semblent refléter une évaluation conservatrice, surtout que des causes uniques auront des effets multiples
 - Quid des effets post-2060 des dommages occasionnés avant 2060 ?
 - Distribution des effets sera fortement inégale spatialement, menant potentiellement à des situations de non-retour dans certaines régions du monde



Exemple d' une ACBe : Stern review : *the economics of climate change*

Seconde étape : Economics of climate change avoidance&prevention :

- Objectif : garder la variation température en-dessous du seuil des 550ppm, i.e. émissions en 2050 de 25% en-dessous des niveaux actuels
- Coûts d'action annuels dans une fourchette entre -3% (effet positif) et +3%, avec moyenne probable autour de +1% PIB global annuel en 2050
- → Le modèle utilisé donne un coût global irréversible (dommages + prévention) de 2% per capita consommation
- Parmi les conditions nécessaires : Peak émissions globales en 2020, et suivi par une diminution de 1% à 3% annuelle.
- Stern se veut réaliste : les 450ppm visés politiquement demanderont un peak émissions en 2010 (!), puis réduction de 7% annuelle pour arriver à un niveau 2050 de 2/3 en-dessous du niveau actuel



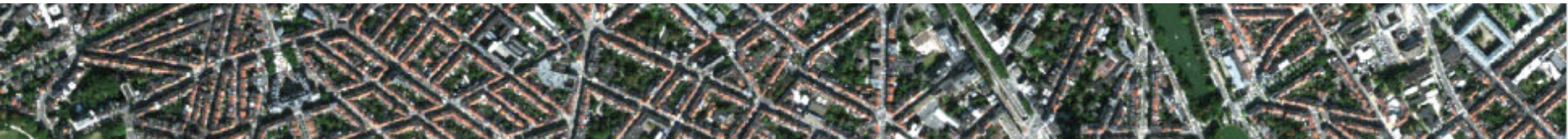
Exemple d' une ACBe : Stern review : *the economics of climate change*

- Conclusion (bizarrement) partagée par beaucoup de critiques :
« ***Stern review may be right for the wrong reasons !*** »
- Surtout les débats autour du taux d' actualisation, et de ses composantes principales, amènent effectivement à des propositions ponctuelles différentes de la part des critiques. Mais: si on agence les recommandations d' adaptation on arrive à des constats relativement proches des choix faits par Stern
- Est-ce que la Stern review est donc « correcte »?
 - Non, car il y a une contradiction formelle importante :
 - Le réflexe de construire une économie des changements climatiques normative est juste: le CC ne peut se mesurer avec les hypothèses économétriques classiques (orthodoxes)
 - La façon dont la Stern review le fait est formellement une application pure de l' orthodoxie économique (ex. manipulation d' un modèle; mesure du bien-être par la croissance...)
 - illustration : Stern adopte taux de croissance PIB de 1,3% annuel moyen sur 200 ans, i.e. la génération 2200 sera 10-12 fois plus riche que nous. Ils risquent 20% max de pertes si nous ne faisons rien, donc au pire seront 8fois plus riche que nous
 - il faut aussi changer d' outils, voire de discipline, face à ces problèmes

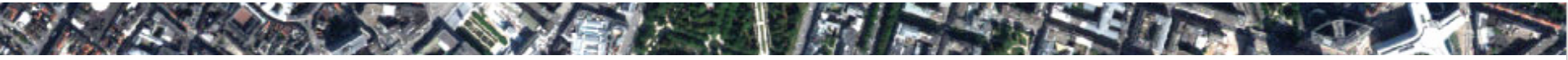
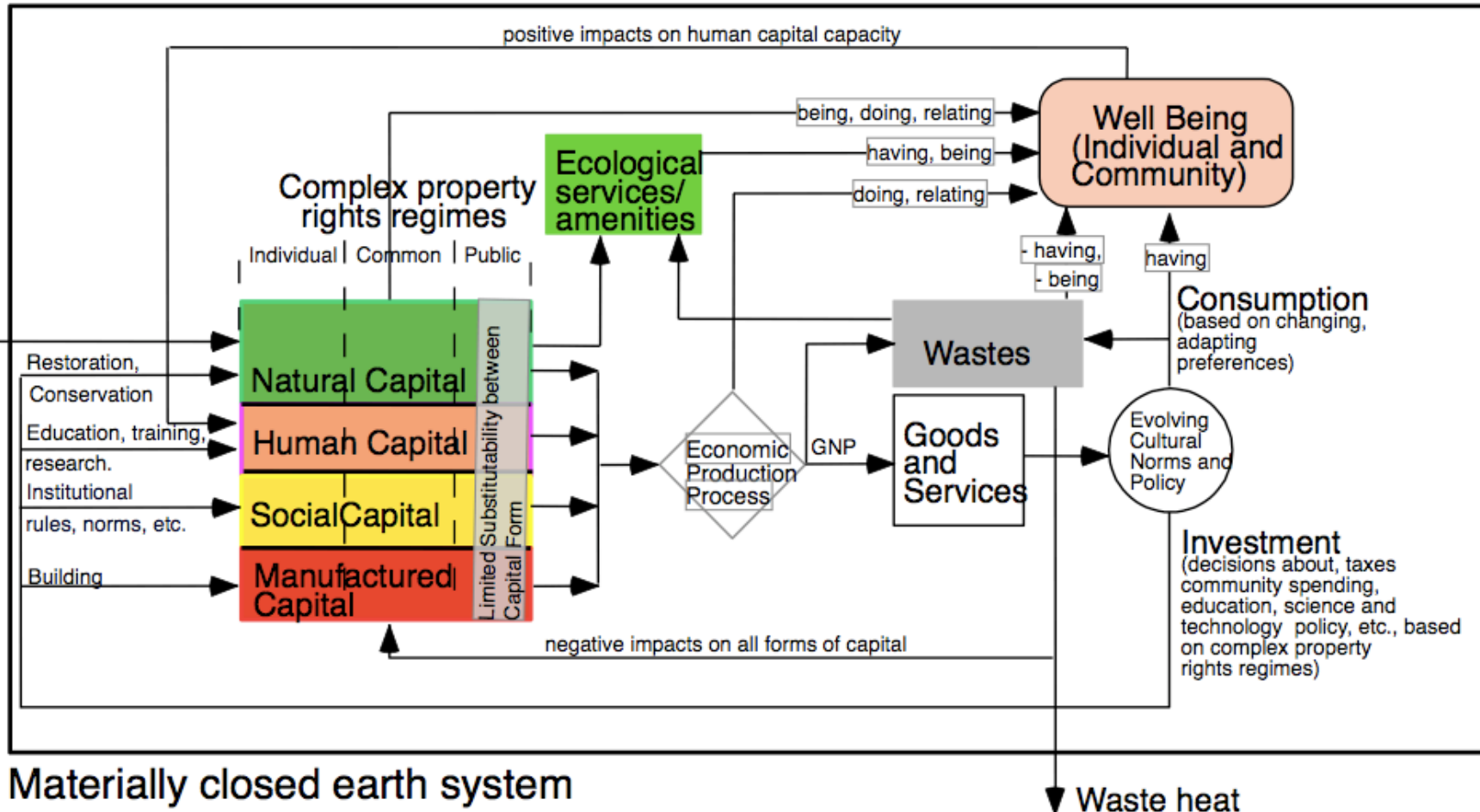


Chapitre 5 : Le développement (économique) et l'environnement

Croissance économique et environnement : Kuznets curves. Rebound effects – Jevons Paradox. Au-delà de la croissance : steady-state, décroissance, prospérité. Au-delà du développement : Sen, Nussbaum, Alkyre... .



Le monde "plein" : conception *ecological economics*





Croissance et environnement : Environmental Kuznets Curve

- 1950 : Simon Kuznets spécule → les inégalités socio-économiques sont corrélées négativement au niveau moyen de PIB/capita d'un pays (malheureusement difficile à vérifier empiriquement)
- 1985-90 : premières régulation environnementales font effets dans les pays de l'OCDE : et si EKC se vérifierait pour les impacts environnementaux? (+) Développement → (+) Environnement
- *World Development Report 1992* rassemble pour la première fois les données pour une série de pollutions (eau potable, sanitaires, particules fines urbaines, SO₂ urbain, CO₂ émissions, déforestation, DBO, E.Coli)
- Depuis : 100aines d'études construisent et déconstruisent les relations
- *??? Est-ce que la croissance économique va induire « automatiquement » une réduction des pollutions??? Peut-on généraliser pour tous les pays, pour toutes les formes de pollutions, pour toutes les échelles... les phénomènes d'amélioration de l'environnement constatés dans les pays de l'OCDE ces 20-30 dernières années???*



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- *Kuznets curve* prend un aspect particulier : pas une corrélation linéaire
- Passage par une hausse de la pollution, un pic, puis une diminution
- Idée principale : *leapfrogging, tunneling through*

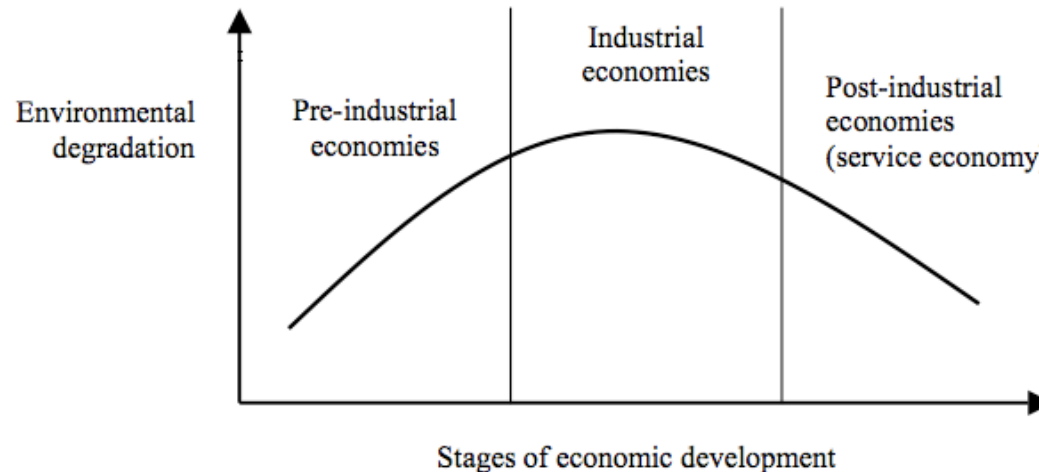


Figure 1: The graphical interpretation of the Environmental Kuznets Curve.

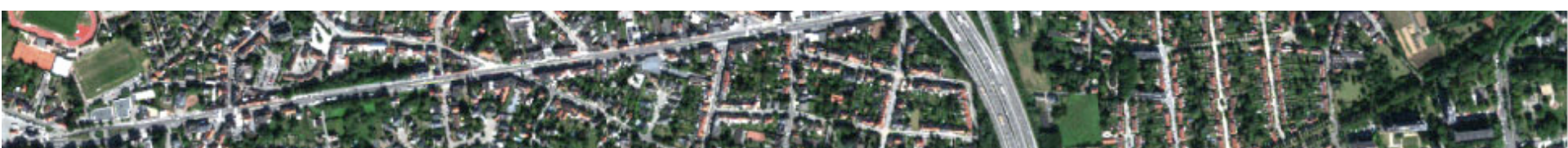
Source: Panayotou (2003)³

³ Panayotou, T. *Economic Growth and the Environment*. Paper prepared for and presented at the Spring Seminar of the UN Economic Commission for Europe, Geneva, March 3, 2003, <<http://www.unece.org/ead/sem/sem2003/papers/panayotou.pdf>>



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

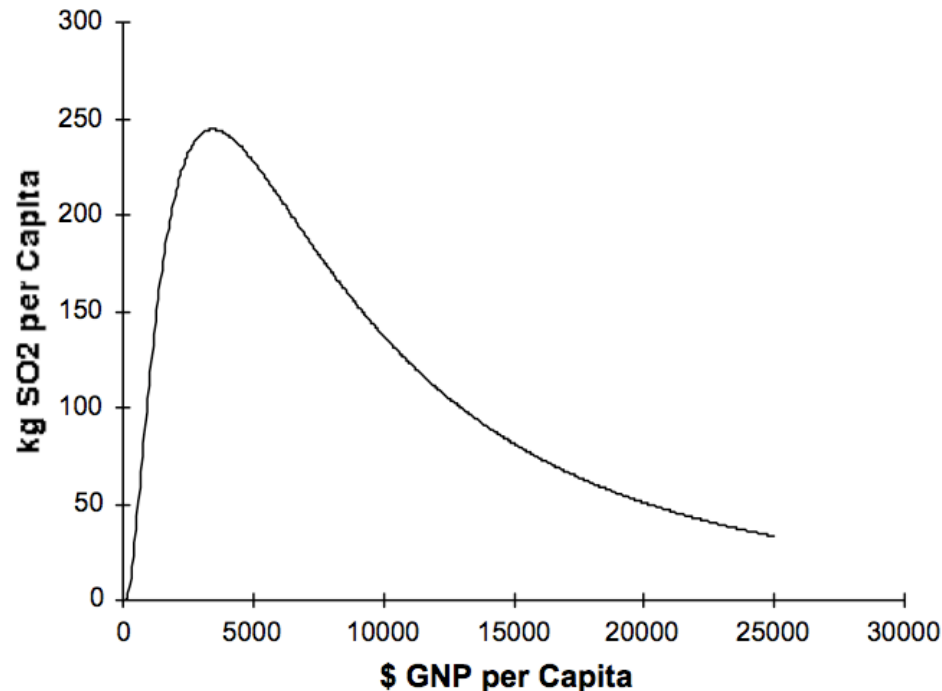
- Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer l'aspect de la EKC:
 - Évidemment que la croissance économique va induire une hausse de consommation de biens et services, donc de leur production, donc d'utilisation de matière première, d'énergie... . Économétriquement on parle de ***l'effet d'échelle***
 - Passage d'une économie industrielle à une économie post-industrielle dont richesse dépend de plus en plus des secteurs tertiaires (i.e. économie des services).
Économétriquement : ***effet de composition*** d'une économie nationale
 - Augmentation des revenus des citoyens augmente la demande pour un environnement de qualité, i.e. la volonté augmente pour payer pour un environnement plus sain, i.e. la capacité financière à investir dans des technologies de dépollution augmente.
Économétriquement : ***élasticité des revenus p/r à la demande pour qualité environnementale*** > 1 , i.e. la qualité environnementale suit les caractéristiques d'un bien de luxe
 - L'industrie manufacturière restant active dans les pays à hauts revenus ne manipule plus des ressources premières, mais opère plutôt dans des secteurs à haute technologie et valeur ajoutée. Économétriquement : ***effet technologique***
- Or : il existerait un seuil à partir duquel les effets de composition et de technologie combinés à l'élasticité/revenu iront contrebalancer l'effet d'échelle



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- !! → Corrélation négative pour SO₂ et particules fines; puis en 1993, corrélation négative trouvée aussi pour déforestation et No_x !!

Figure 1: Environmental Kuznets Curve for Sulfur Emissions



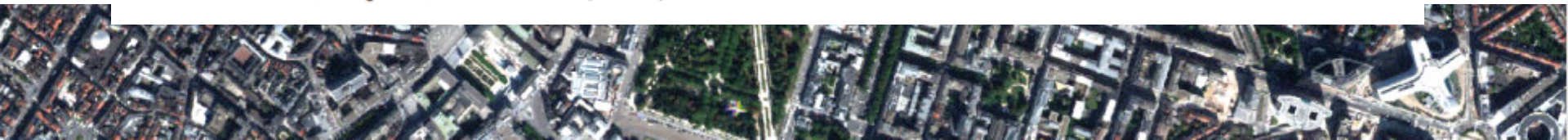
Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Seuils EKC p/r au PIB per capita

Pollutant	EKC Turning Point	
	1985 US\$	2003 US\$
Carbon Dioxide	\$ 22,500 – \$ 34,700	\$ 37,000 – \$ 57,000
Carbon Monoxide	9,900 – 10,100	16,300 – 16,600
Nitrates	15,600 – 25,000	25,600 – 41,000
Nitrogen Oxide (industrial)	14,700 – 15,100	24,800 – 25,500
Nitrogen Oxide (transport)	15,100 – 17,600	25,500 – 29,700
Sulfur dioxide	5,700 – 6,900	9,600 – 11,600
Sulfur dioxide (transport)	9,400 – 9,800	15,800 – 16,500
Suspended particulates (nontransport)	7,300 – 8,100	12,300 – 13,600
Suspended particulates (transport)	15,000 – 18,000	25,300 – 30,400

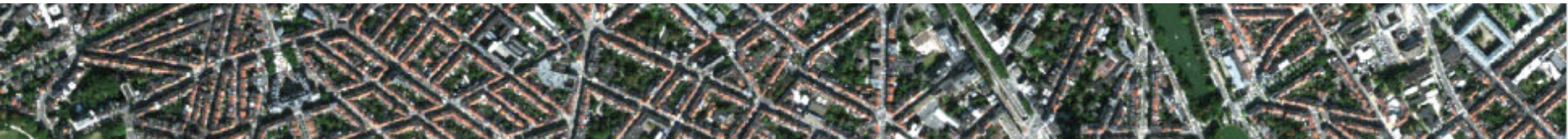
Note: The values in 2003 U.S. dollars are estimated by multiplying by 1.69. One 1985 US\$ would be worth about \$1.69 in 2003.

Source: Cole, Rayner, and Bates (1997).



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Réalisation des EKC, plus particulièrement via l'effet de composition, dépend de 2 conditions qui permettent que la pollution soit partiellement déplacée vers d'autres endroits/pays/régions :
- Réalisation de l'hypothèse du déplacement de la pollution (*displacement hypothesis*)
 - La structure de production va changer (effet de composition), mais pas nécessairement la structure de consommation. Les biens polluants doivent donc être produits ailleurs. Migration des industries polluantes vers les pays/régions à niveau de richesse plus bas, i.e. à revenus plus bas, i.e. à élasticités/revenu p/r à l'environnement plus bas. Problème : que si tous les pays ont atteint le seuil EKC? Vers où exporter la pollution?
- Réalisation de l'hypothèse des paradis de pollution (*pollution haven hypothesis*)
 - Délocaliser les productions polluantes dans des pays à bas niveau de réglementation environnementale pour réduire les coûts de production
- Attention : si intuitivement, on tend à croire que ces conditions se réalisent dans les économies réelles, économétriquement/empiriquement l'existence de ces 2 conditions est encore peu certaine (ex. shipwrecking en Inde)



Études ayant confirmé ou infirmé EKC :
 pollutions de l'air (1)
 Source : Webber. Allen

Table 1: Air Pollutants

Case Study	Author(s)	Shape	Turning Point(s) [\$ per capita (1985)]
Nitrogen Oxides	Seldon and Song (1994)	Inverted-U	\$21,800
	Panayotou (1993)	Inverted-U ^X	\$5,500
	Cole <i>et al.</i> (1997)	Inverted-U	\$14,700
	Carson <i>et al.</i> (1997)	Linear with negative slope ^X	N/A
Carbon Monoxide	Seldon and Song (1994)	No Significant Shape	N/A
	Cole <i>et al.</i> (1997)	Inverted-U	\$9,900
	Carson <i>et al.</i> (1997)	Linear with negative slope ^X	N/A
Carbon Dioxide	Shafik and Bandyopadhyay (1992)	Linear with positive slope	N/A
	World Bank (1992)	Linear with positive slope	N/A
	Shafik (1994)	Linear with positive slope	N/A
	Moomaw and Tullis (1994)	Inverted-U (for France)	\$10,763
	Tucker (1995)	Increases at a decreasing rate	N/A
	Holtz-Eakin and Seldon (1995)	Inverted-U	\$35,428 (1986 \$US)
	Sengupta (1996)	Cubic	\$8,740 and \$15,300.
	Cole <i>et al.</i> (1997)	Inverted-U	\$25,100
	Roberts and Grimes (1997)	Inverted-U, though increasingly curvilinear	\$8,000
	Moomaw and Unruh (1997)	Cubic	\$12,800
	Unruh and Moomaw (1998)	Inverted-U (for many individual countries) ^X	Range from \$8,884 (Austria) to \$15,425 (USA)
	Agras and Chapman (1999)	No significant shape ^D	N/A
	Galeotti and Lanza (1999)	Inverted-U ^{DPM}	\$15,073 and \$21,757 (1990 PPP)
Sulphur Dioxide	Grossman and Krueger (1991)	Inverted-U	\$4,000-\$5,000
	Shafik and Bandyopadhyay (1992)	Inverted-U	\$3,670
	Panayotou (1993)	Inverted-U ^X	\$2,894
	Shafik (1994)	Inverted-U	\$3,670
	Seldon and Song (1994)	Inverted-U	\$8,916
	Panayotou (1993)	Inverted-U ^X	\$5,000
	Grossman and Krueger (1995)	Inverted-U	\$4,053
	Panayotou (1997)	Inverted-U (negatively sloped once the income effect is decomposed into constituent scale, structure and abatement) ^X	Just under \$5,000
	Cole <i>et al.</i> (1997)	Inverted-U	\$6,900
	Carson <i>et al.</i> (1997)	Linear with negative slope ^X	N/A
	Torras and Boyce (1998)	Cubic (excluding inequality)	\$3890 and \$15425
	Torras and Boyce (1998)	Cubic (including inequality)	\$3360 and \$14034
	Stern <i>et al.</i> (1998)	Inverted-U	\$78,703
	Kaufmann <i>et al.</i> (1998)	Inverted-U between economic activity and atmospheric concentration of SO ₂	\$12,346
Kaufmann <i>et al.</i> (1998)	Quadratic between GDP per capita and atmospheric concentration of SO ₂	\$12,500	



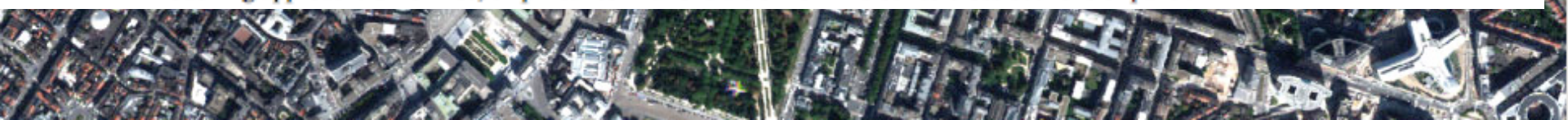
Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Études ayant confirmé ou infirmé EKC : pollutions de l'air (2)

Source : Webber, Allen

Suspended Particulate Matter	Grossman and Krueger (1991)	Linear with negative slope	N/A
	Shafik and Bandyopadhyay (1992)	Inverted-U	\$3,280
	Seldon and Song (1994)	Inverted-U	\$9,600
	Shafik (1994)	Inverted-U	\$3,280
	Grossman and Krueger (1995)	Cubic	\$10,000-\$15,000
	Panayotou (1993)	Inverted-U ^X	\$4,500
	Cole <i>et al.</i> (1997)	Inverted-U	\$7,300
	Carson <i>et al.</i> (1997)	Linear with negative slope ^X	N/A
	Vincent (1997)	Cubic	Never has a negative slope
Smoke	Grossman and Krueger (1995)	Inverted-U	
	Torras and Boyce (1998)	Cubic (excluding inequality)	\$4350 and \$10510
Air Toxins	Torras and Boyce (1998)	No significance shape (including inequality)	N/A
	Carson <i>et al.</i> (1997)	Linear with negative slope	N/A
Heavy Particles	Grossman and Krueger (1995)	Linear with Negative Slope	N/A
	Torras and Boyce (1998)	Linear with positive slope (excluding inequality)	N/A
	Torras and Boyce (1998)	No significant relationship (including inequality)	N/A
CFCs	Cole <i>et al.</i> (1997)	Inverted-U (log quadratic function) ^X	\$12,600
Dark Matter	Grossman and Krueger (1991)	Inverted-U	
VOC	Carson <i>et al.</i> (1997)	Linear with negative slope ^X	N/A
Greenhouse Gasses	Carson <i>et al.</i> (1997)	Linear with negative slope ^X	N/A

Notes: X after shape implies cross-sectional estimations. LF implies the use of an econometric method that permits non-linear feedback in a dynamical system. DPM implies the use of a dynamic price model. D implies dynamic modelling approach. Otherwise, empirical estimations are either time-series-cross-sections or panel.



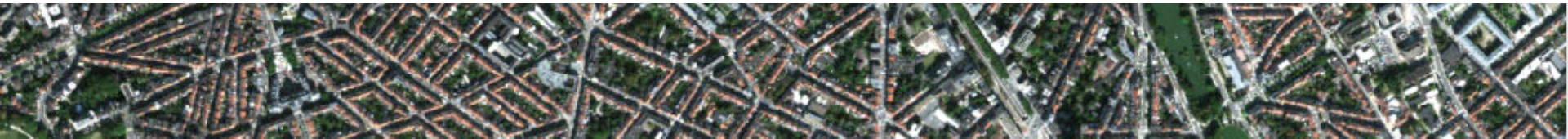
Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Études ayant confirmé ou infirmé EKC : déforestation

Source : Webber, Allen

Table 3: Deforestation

Author(s)	Shape	Turning Point(s) [\$ per capita (1985)]
Shafik and Bandyopadhyay (1992)	No Significant Shape	N/A
Panayotou (1993)	Inverted-U ^x	\$823
Cropper and Griffiths (1994)	Inverted-U	\$4,760 (Africa) \$5,420 (Latin America)
Antle and Heidebrink (1995)	Inverted-U	\$2,049
Koop and Tole (1999)	No significant shape	N/A



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Études ayant confirmé ou infirmé EKC : pollutions de l'eau

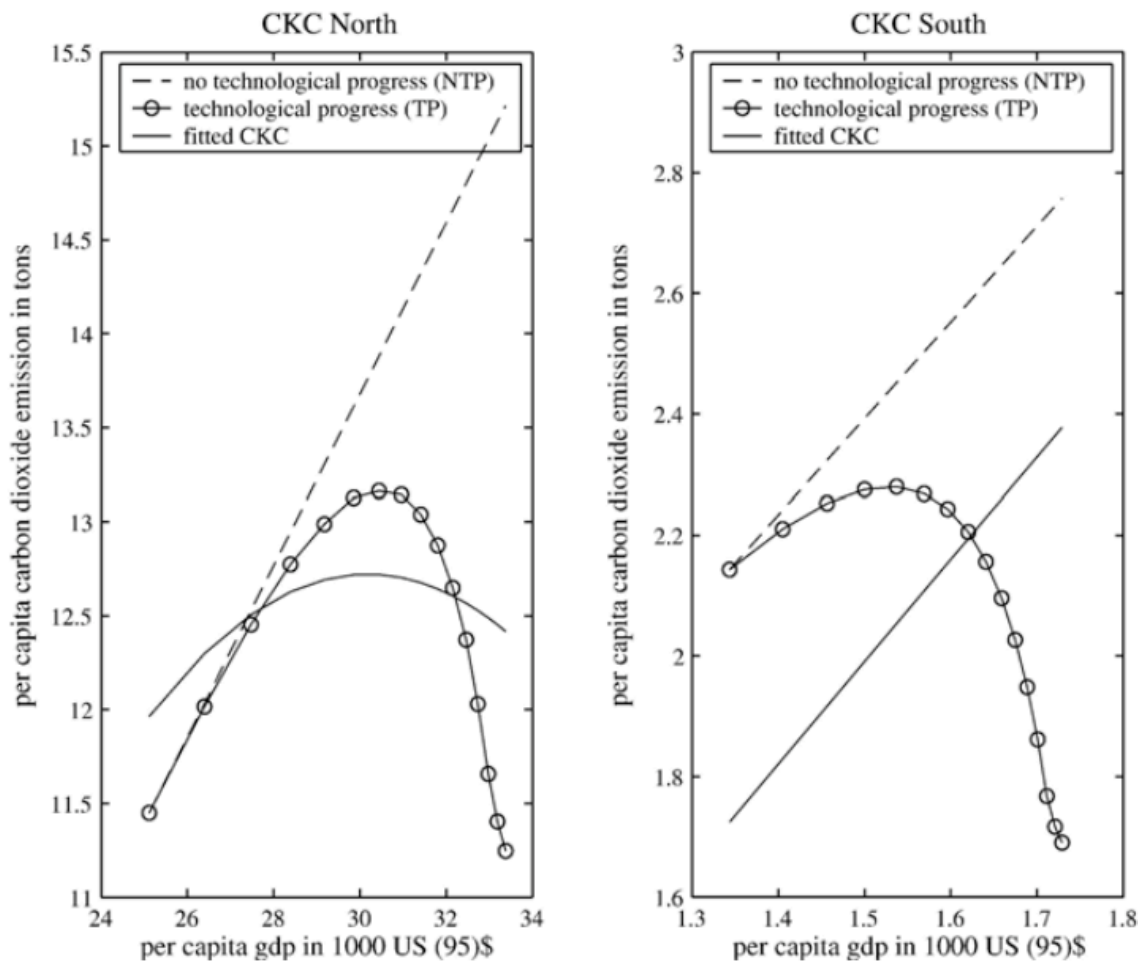
Table 2: Water Pollutants

Case Study	Author(s)	Shape	Turning Point(s) [\$ per capita (1985)]
Dissolved Oxygen in Rivers	Shafik and Bandyopadhyay (1992)	Linear with positive slope	N/A
	Torras and Boyce (1998)	Monotonic increase (excluding inequality)	N/A
	Torras and Boyce (1998)	Cubic (including inequality)	\$19,865 and \$5,085
Access to Clean (safe) Water	Shafik and Bandyopadhyay (1992)	Linear with positive slope	N/A
	Shafik (1994)	Linear with negative slope	N/A
	Torras and Boyce (1998)	Cubic (excluding inequality)	\$11,255 and \$14,925
	Torras and Boyce (1998)	Cubic (including inequality)	\$6900 and \$20,215
pH	Vincent (1997)	Linear with positive slope	N/A
Ammoniacal Nitrogen in Water	Vincent (1997)	No trend in aggregate; Linear with positive slope at state level	N/A
Chemical Oxygen Demand	Vincent (1997)	Quadratic	Not given
	Grossman and Krueger (1995)	Inverted-U	\$7,853
Bio-chemical Oxygen Demand	Vincent (1997)	Falls rapidly with middle-income and then flattens out	N/A
	Grossman and Krueger (1995)	Inverted-U	\$7,623
Industrial Water Pollution	Hettige <i>et al.</i> (2000)	Rises rapidly through middle-income and then flattens out ^x	N/A
Faecal Coliforms ⁴	Shafik and Bandyopadhyay (1992)	Cubic	\$1,375 and \$11,400
	Shafik (1994)	Cubic	\$1,375 and \$11,400
	Grossman and Krueger (1995)	Inverted-U	\$7,955
	Torras and Boyce (1998)	Linear with positive slope (excluding inequality)	N/A
	Torras and Boyce (1998)	No significant trend (including inequality)	N/A
Total Coliforms	Grossman and Krueger (1995)	Cubic	
Cadmium	Grossman and Krueger (1995)	Constant	N/A
Lead	Grossman and Krueger (1995)	Linear with negative slope	N/A
Nitrates	Grossman and Krueger (1995)	Inverted-U	\$10,524
	Cole <i>et al.</i> (1997)	Inverted-U	\$15,600
Arsenic	Grossman and Krueger (1995)	Inverted-U	\$4,900
Urban Sanitation	Shafik and Bandyopadhyay (1992)	Linear with positive slope	N/A
	Shafik (1994)	Linear with negative slope	N/A
Access to Sanitation	Torras and Boyce (1998)	Cubic (excluding inequality)	\$10,957 and \$16,852
	Torras and Boyce (1998)	Linear with positive slope (including inequality)	N/A



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- EKC pour les émissions de CO₂? Simulations montrent que le pic se trouverait qqpart à 30000\$ (1995), pour les pays développés, et 1600\$ (1995) pour les PVD.



Source : Müller-Fürstenberger et Wagner, 2007



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Mais les EKC pour la **consommation d'énergie au niveau mondial** (la principale source des émissions CO₂) ne se vérifient pas...

T. Luzzati, M. Orsini

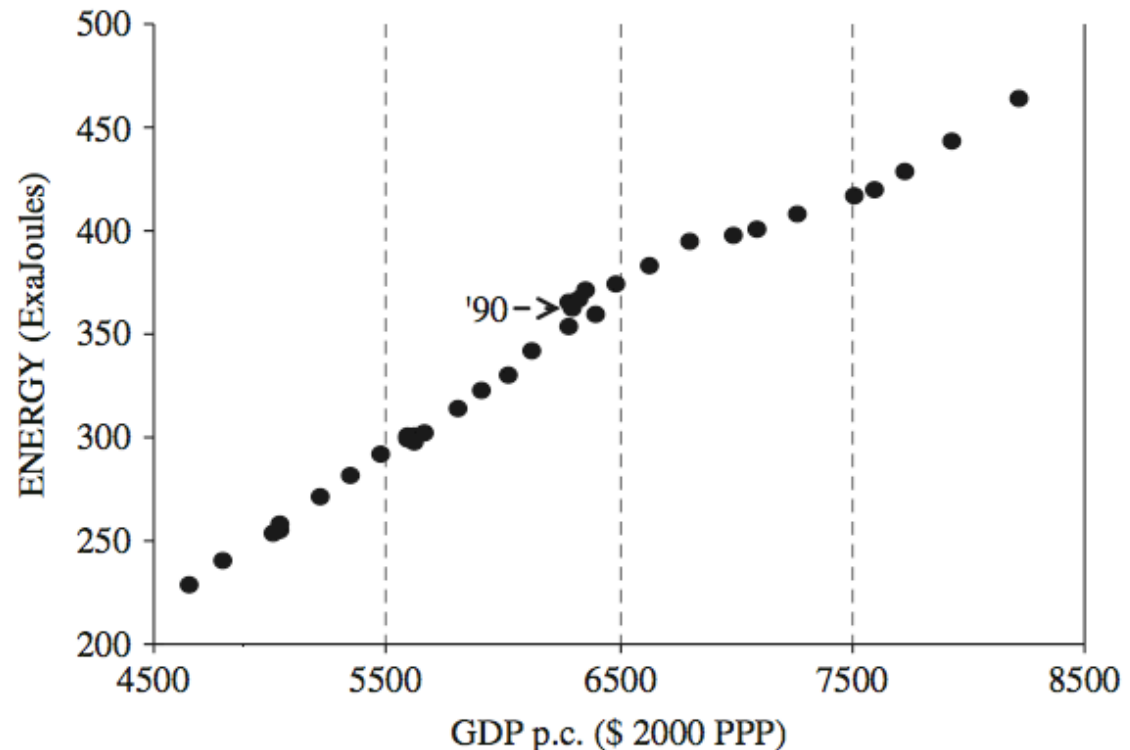


Fig. 5. Energy vs. GDP p.c. for the World.



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Ni pour la *consommation d'énergie au niveau de pays individuellement*

T. Luzzati, M. Orsini / Energy (■■■■) ■■■-■■■

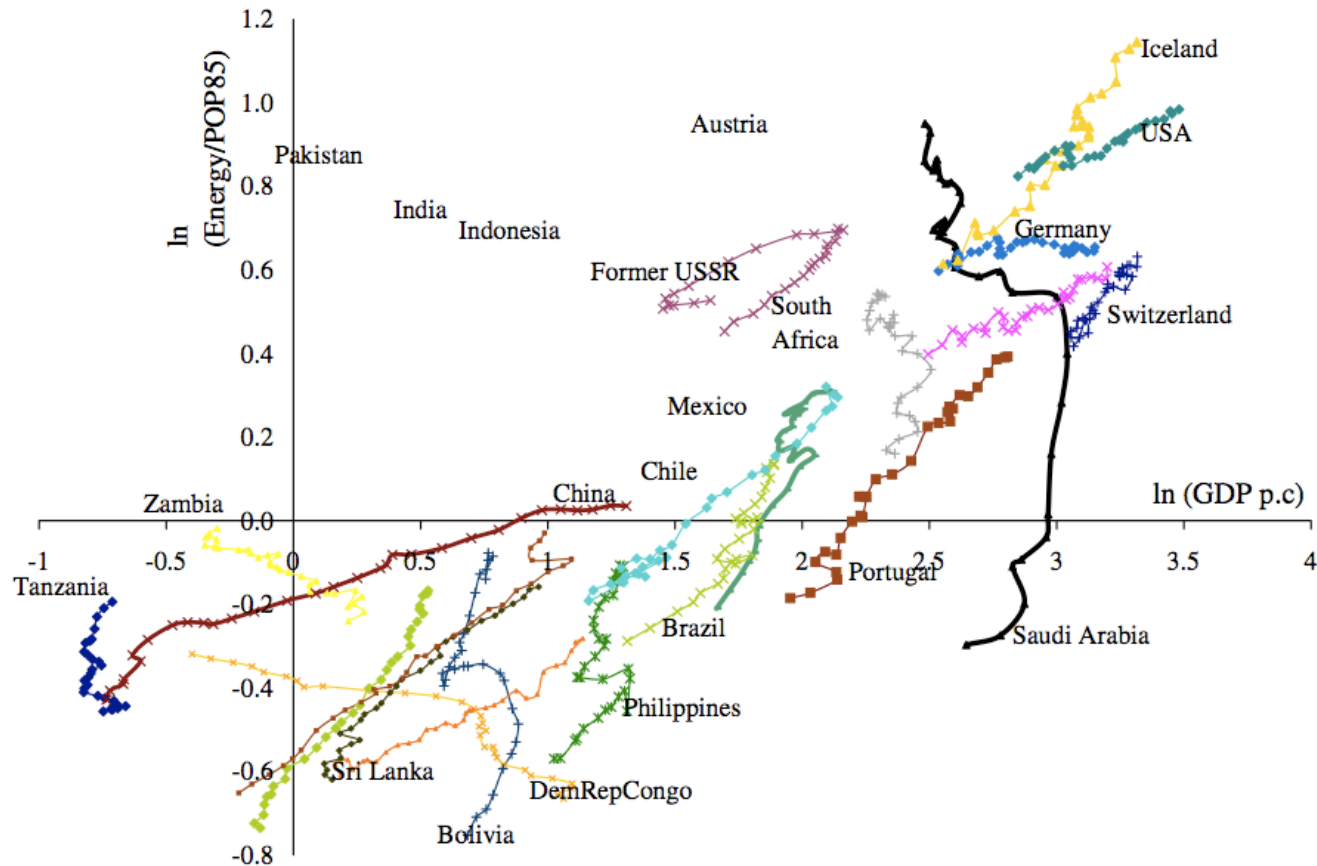


Fig. A.3. A sample of patterns.



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- EKC par rapport à l'empreinte écologique ?

- Caviglia-Harris et al. (2009) : aucune évidence d'une EKC pour des impacts environnementaux totaux en utilisant l'empreinte écologique comme indicateur

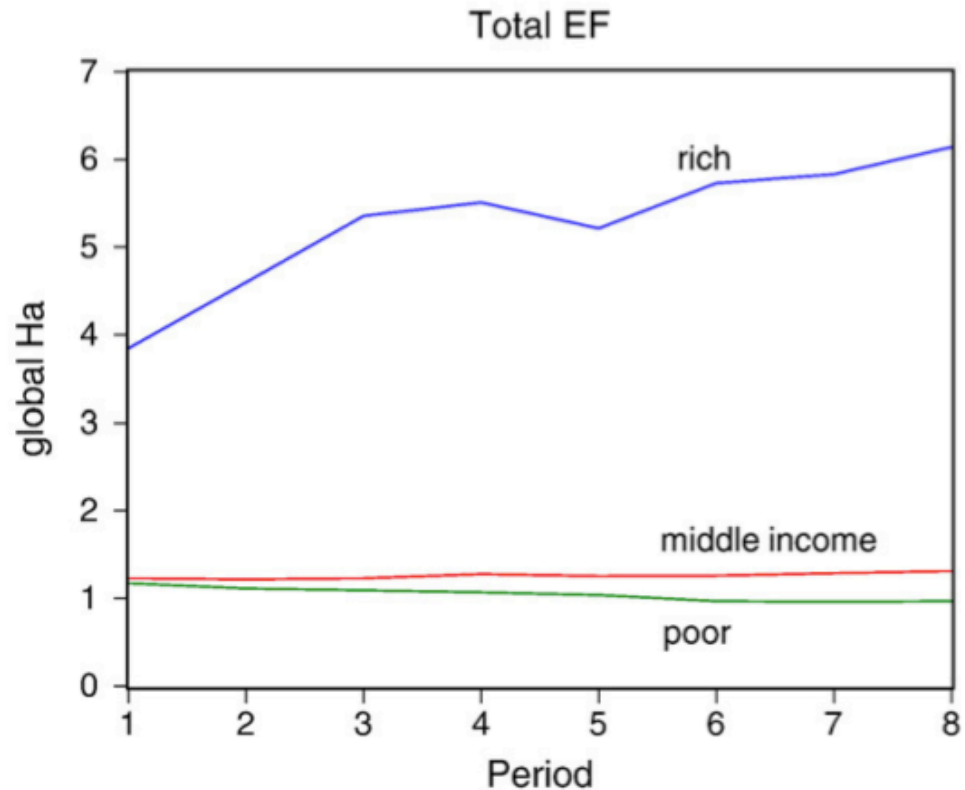


Fig. 2– Total footprint by income group. Note: The periods are 5 years in length, beginning with period 1 which spans the years 1961 to 1965, and continuing in this manner ends with period 8, which spans the years 1996 to 2000.



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- EKC par rapport à l'empreinte écologique ?

- Caviglia-Harris et al. (2009) : si on enlève le déterminant principal de l'empreinte, i.e. l'énergie, on trouve une courbe descendante pour tous les pays qui fait état des gains d'efficience réalisés depuis 1960

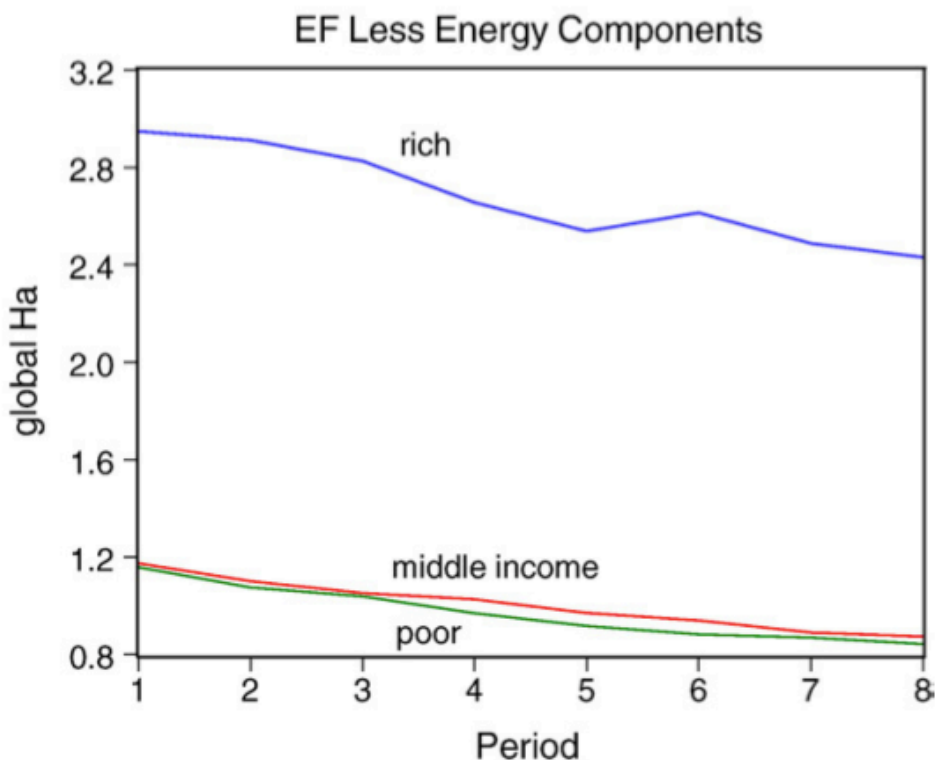


Fig. 3 – Total footprint net of energy consumption by income group. Note: The periods are 5 years in length, beginning with period 1 which spans the years 1961 to 1965, and continuing in this manner ends with period 8, which spans the years 1996 to 2000.



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- EKC par rapport à l'empreinte écologique ?
- Caviglia-Harris et al. (2009) hypothétique : il faut réduire l'impact « énergie » sur l'empreinte environnementale d'au moins 50% pour trouver une relation qui suit une forme de type EKC
- Justifierait donc poursuite et la très forte intensification de la réduction de l'utilisation d'énergie

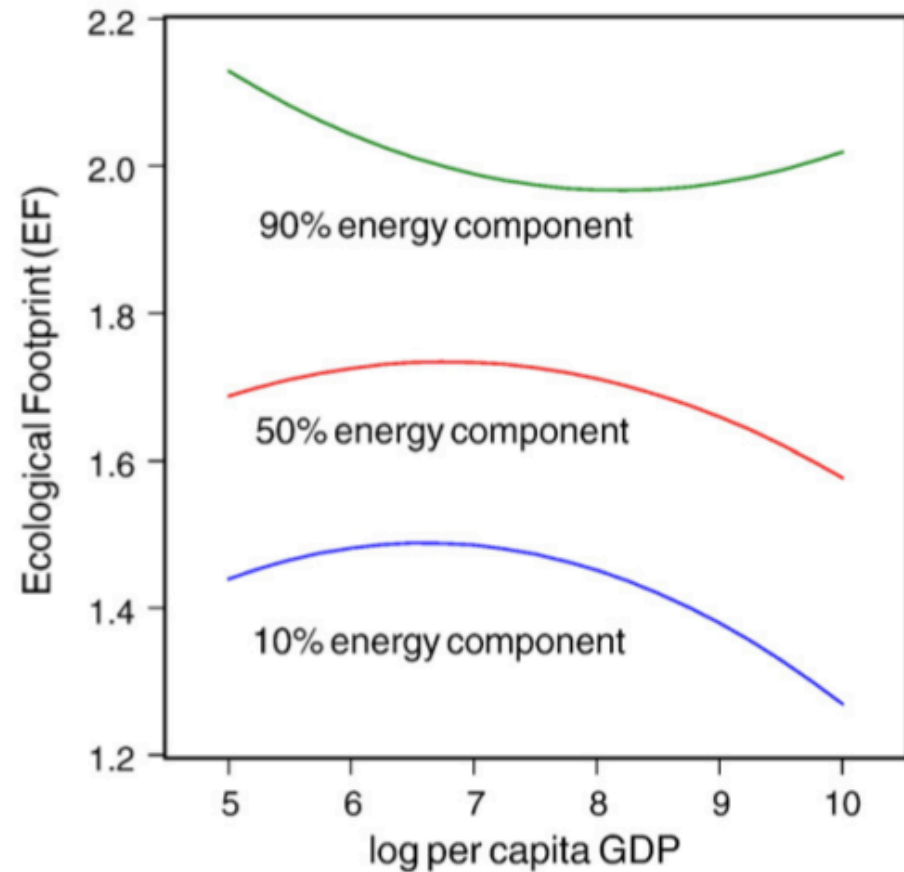


Fig. 4– Estimated relationship between the EF and log per capita output.



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Hypothèse nouvelle : EKC pour la biodiversité, aspects théoriques des EKC?

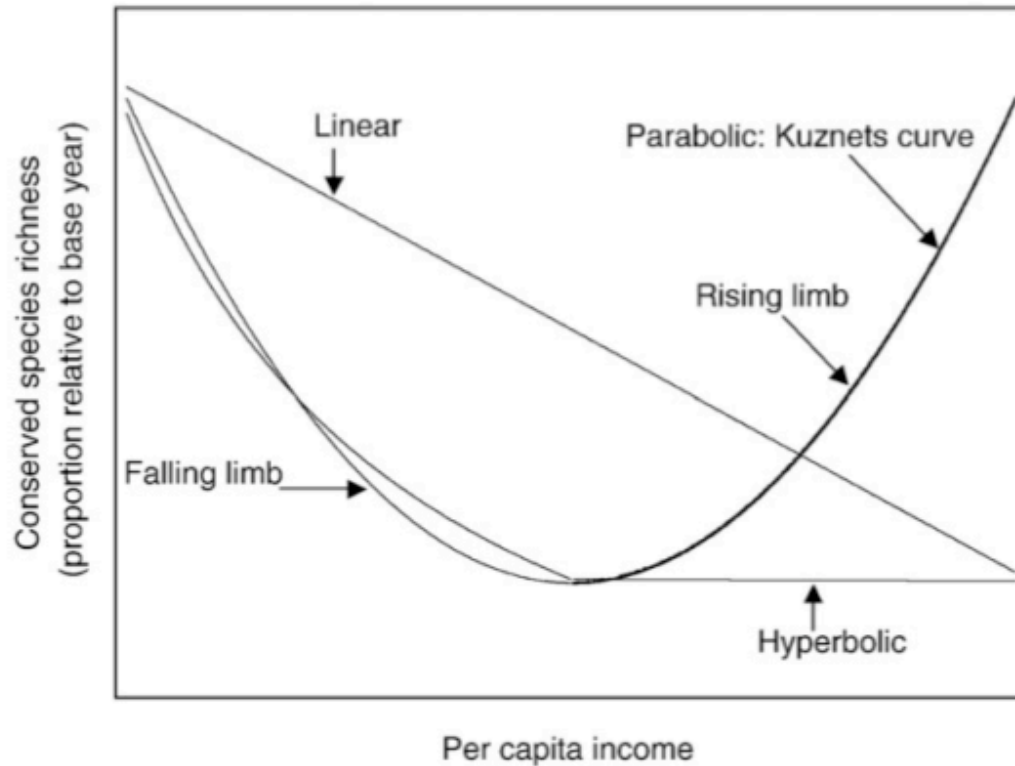


Fig. 1. Three hypothetical forms of the relationship between per capita income and proportion of species conserved within a given country (after Fig. 1 in Dietz and Adger, 2003). Falling and rising limb portions of the parabolic environmental Kuznets curve (EKC) are indicated.

Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Le paradoxe : est-ce vraiment déterminant en termes de qualité environnementale de constater des courbes en U-inversées?

- Admettons l'exactitude des EKC
- 2 cas de figure possibles: U-inversée avec (b) ou sans (a) impact environnemental minimal

→ Prenons le cas simplifié de 2 pays à stades de développement économique divers ('riche' et 'pauvre')

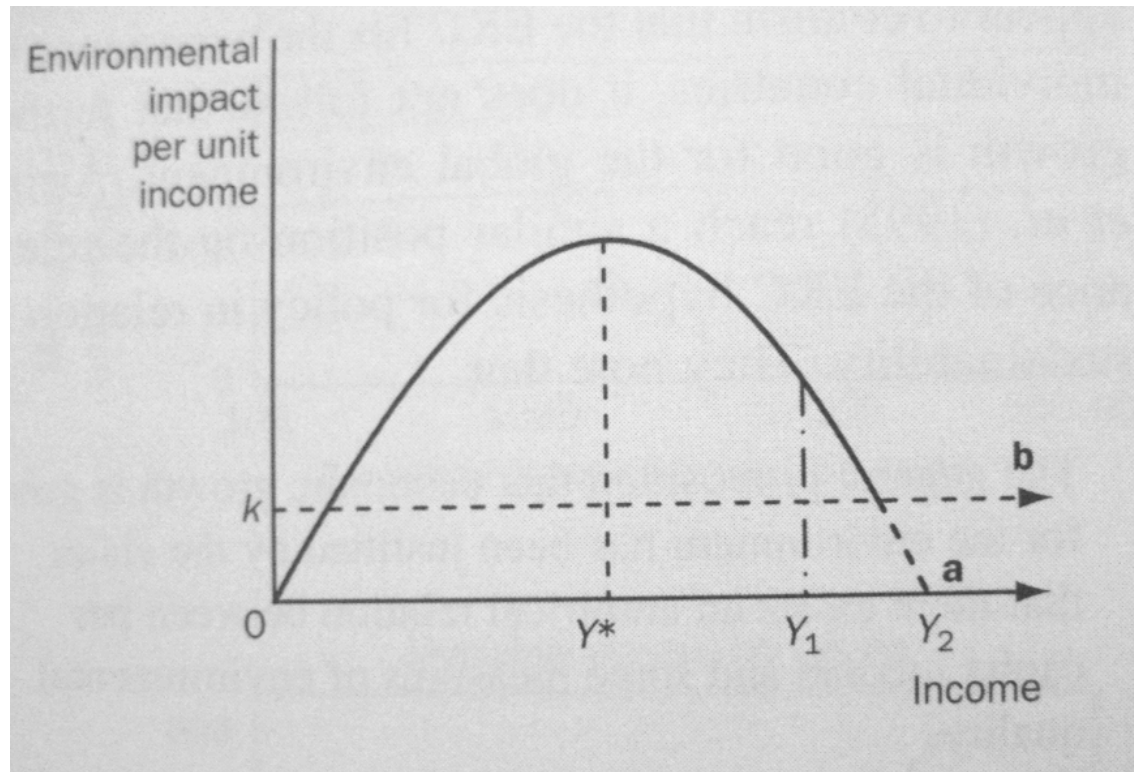
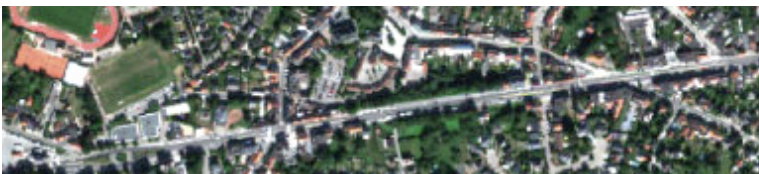
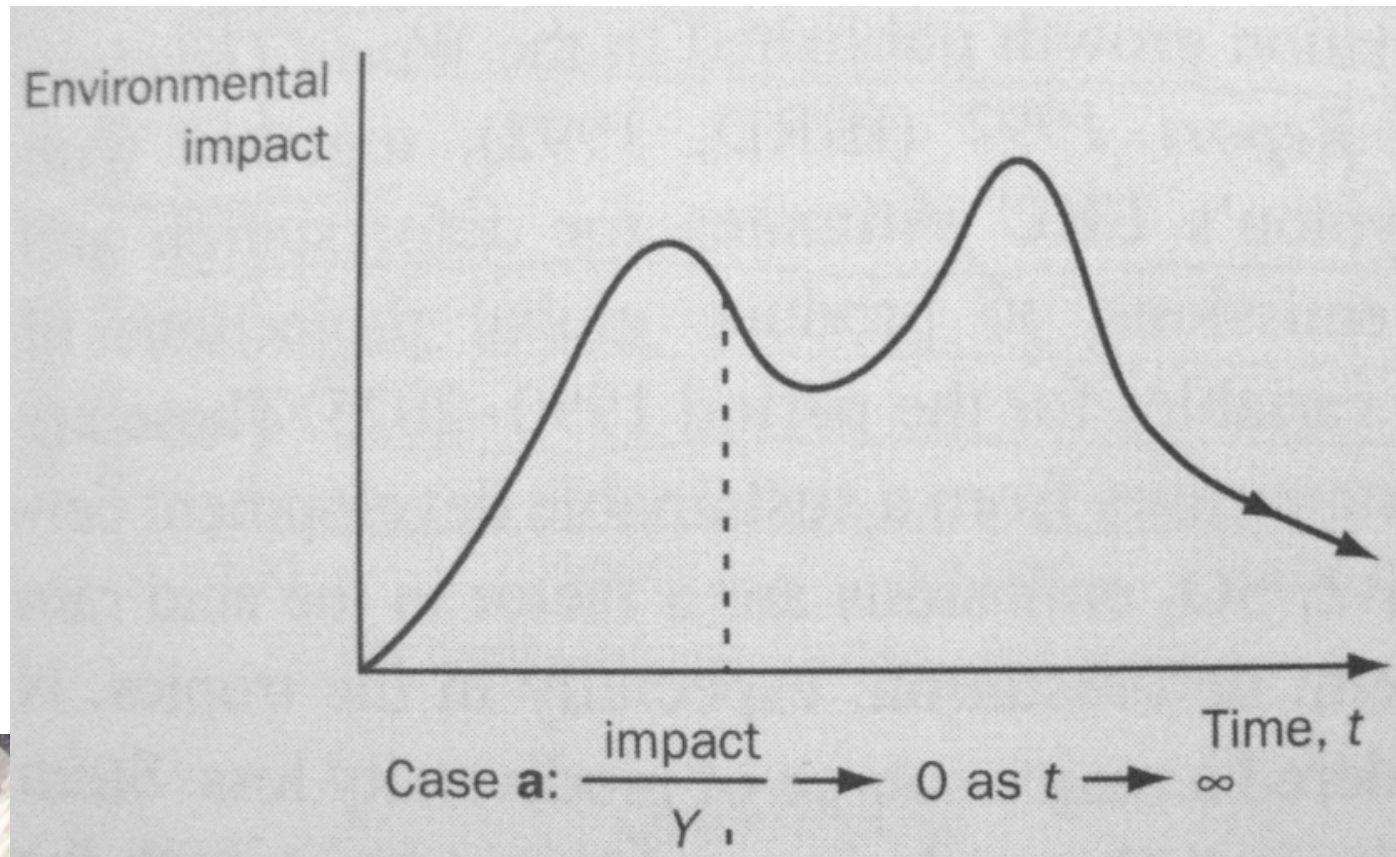


Figure 2.11 Two possible shapes of the environmental Kuznets curve in the very long run
Source: Adapted from Common (1995)



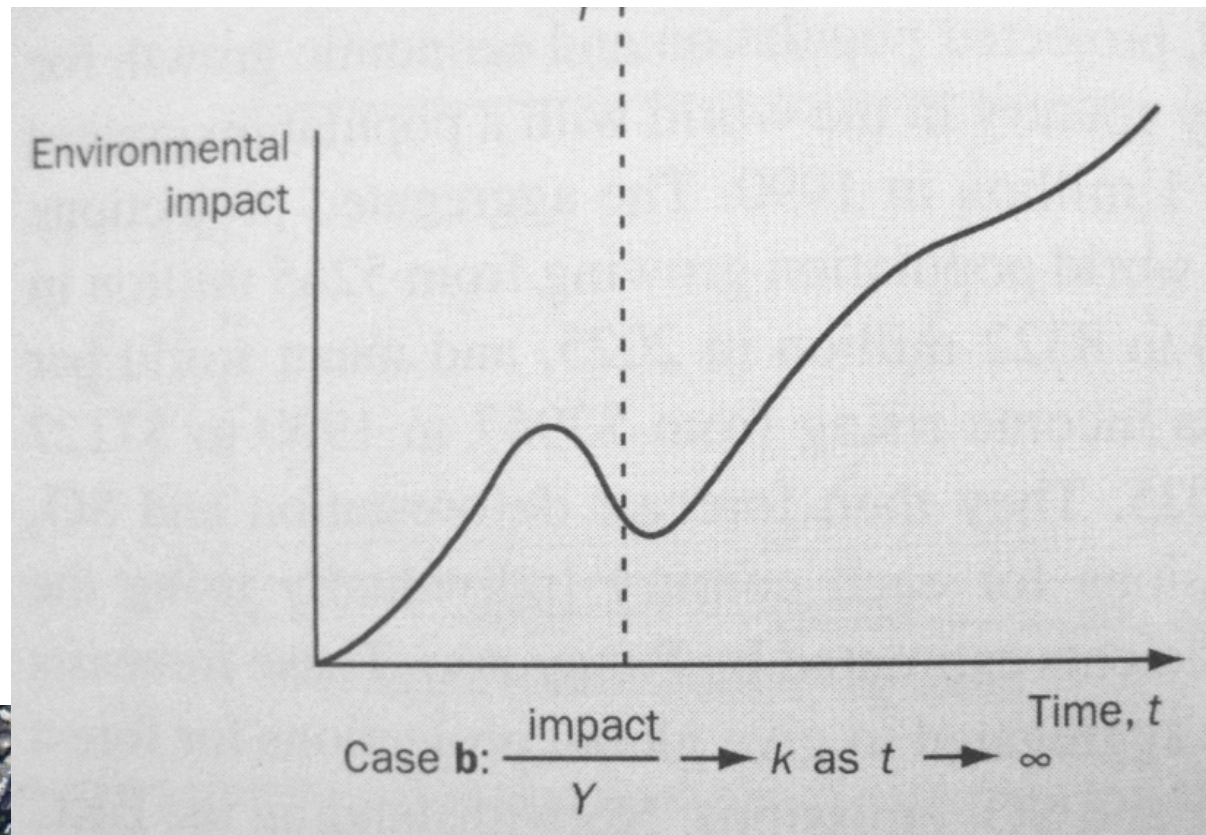
Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Le cas (a) sans impact environnemental minimal pour chaque pays
- Impact total global tend vers 0, en effet, donc EKC se vérifie au niveau global en suivant les EKC au niveau des pays individuels



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- Le cas (b) avec impact environnemental minimal pour chaque pays
- Impact total global tend vers l'infini; EKC ne se vérifie pas au niveau global même si les EKC au niveau des pays individuels seraient vérifiables



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

En y incluant les émissions « importées », i.e. émissions réalisées pour produire des produits importés...

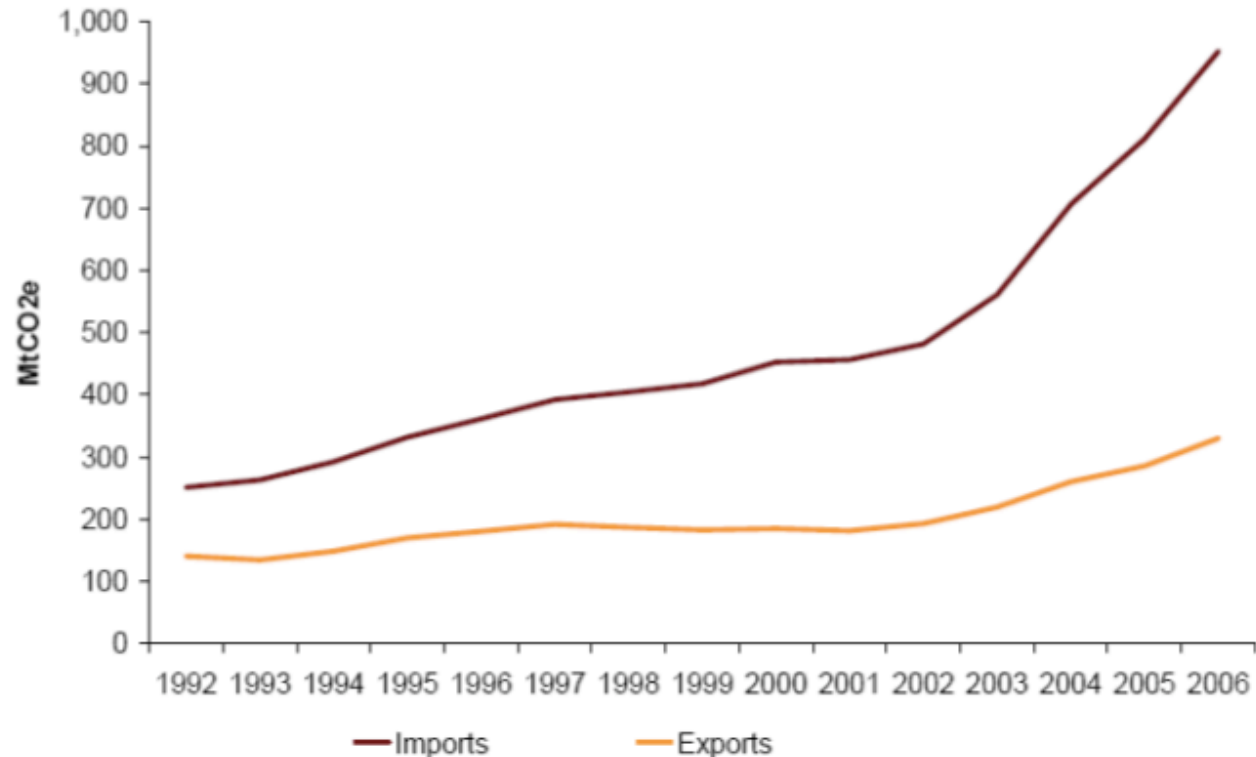


Figure 2: Greenhouse gases associated with UK imports and exports, 1992–2006

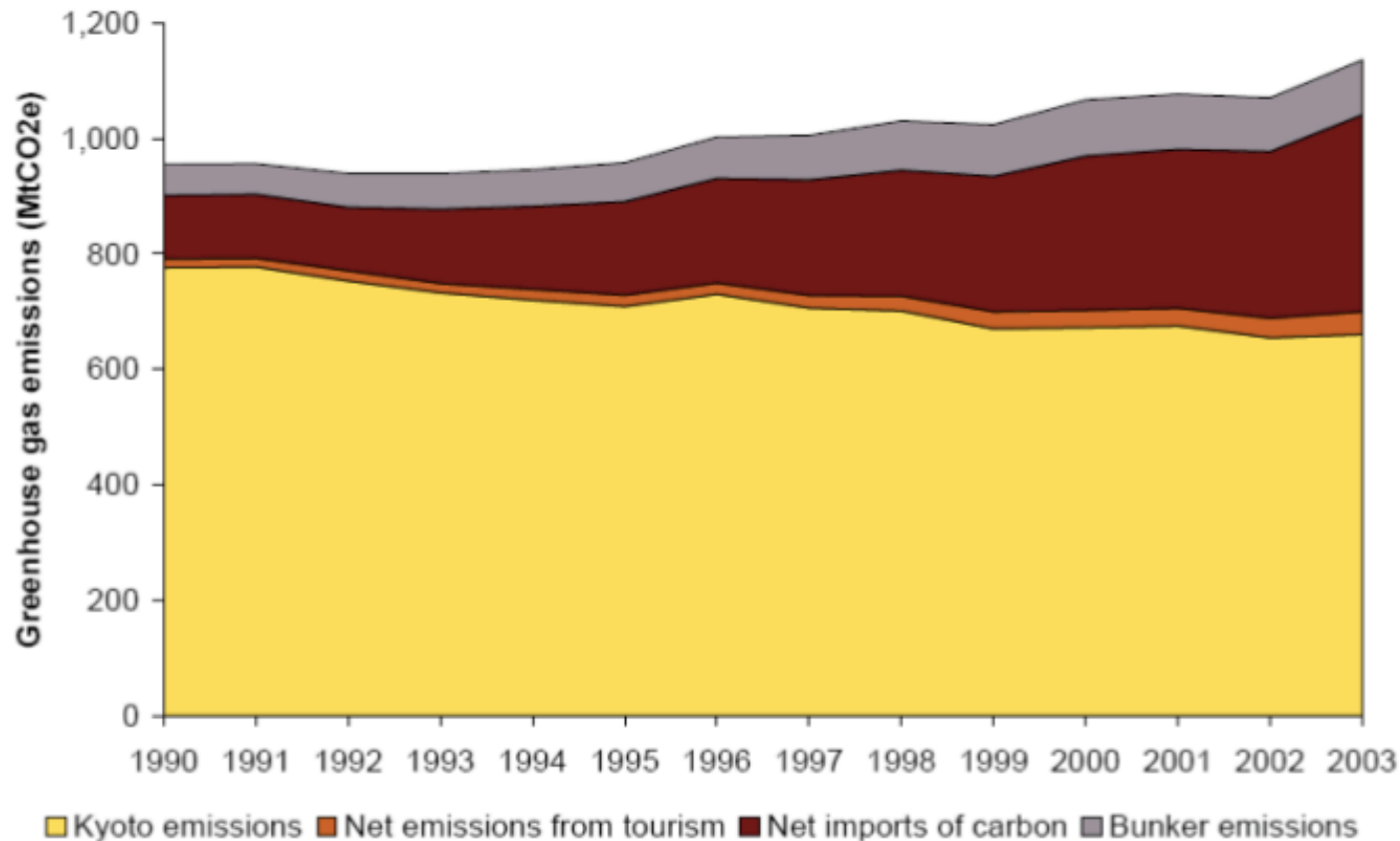
Source: Ekins 2008

Source: Helm et al. 2007, Figure 8, p.20



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

On observe les limites des effets de déplacement pour des problématiques environnementales globales, tel que les GHG



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- EKC est vérifiable pour certaines pollutions/problèmes, plus particulièrement pour des pollutions atmosphériques locales, i.e. SO_2 , NO_x , particules fines, CO
- EKC n'est pas permanente, et induira à terme une seconde phase d'augmentation des pollutions (N-shape). Impossible de maintenir constante l'augmentation de l'efficacité; i.e. *relinking* croissance et pollutions
- EKC ne se vérifie pas systématiquement pour tous les pays. Effet inégalités socio-économiques, notamment dans les pays d'Amérique latine/sud
- EKC peut ne pas être un chemin de développement « durable », i.e. le pic de pollution (seuil) peut être trop haut et impliquer des ruptures définitives
- La 3^{ème} phase des EKC (i.e. diminutions) ne se vérifie que pour des pollutions qui ont été soumises à une régulation environnementale stricte



Croissance et environnement – Environmental Kuznets Curve

- **Question principale 1** : comment répondre effectivement aux défis environnementaux ? Soit par end-of-pipe, ecological modernisation, recherche d'efficacité, innovations technologiques... et des approches liées à l'appareil productif; soit par une refonte structurelle de la relation entre consommation et production? En d'autres termes : plans de relance verte, « green growth » ou décroissance?
- **Question principale 2** : quelle voie les pays en développement ou en transition doivent utiliser? Peuvent-ils suivre l'exemple des pays OCDE, i.e. « attendre » que le cercle vertueux combinatoire de conscience environnementale, développement de leur appareil productif, exportation des industries polluantes et mise en place de régulation environnementale s'enclenche? Est-ce que le *leapfrogging* et le *tunneling through* sont possibles et surtout sont-ils une solution à terme?
- **Question principale 3** : quel est le rôle que joue la richesse (i.e. PIB) dans la construction d'un projet de société durable, c'est-à-dire au-delà de l'environnemental?

