

Au-delà de Kyoto: objectifs et instruments des politiques climatiques

du global au local et retour au global ...

Patrick Criqui

LEPII, CNRS-UPMF

LEPII: research on Energy, Resources, Environment and Negotiations

Axe 1: International Energy Markets and Industries

1. Fundamentals of the oil gas and coal markets (demand, supply and prices)

Axe 2: Economic Analysis of Climate Policies

1. Economic instruments for environmental policies (Carbon

Axe 3: Energy Technologies for Sustainable Development

1. Energy R&D policies and technology performances

2.

The POLES world energy model :

Reference

(liberalisation,

Markets under environmental constraints

Constraints

negotiation for the

(concentration stab

ITC

technologies:

Niche markets,
Learning by Doing,
Increasing Return to

Environmentally induced technical change

Au delà de Kyoto, objectifs et instruments

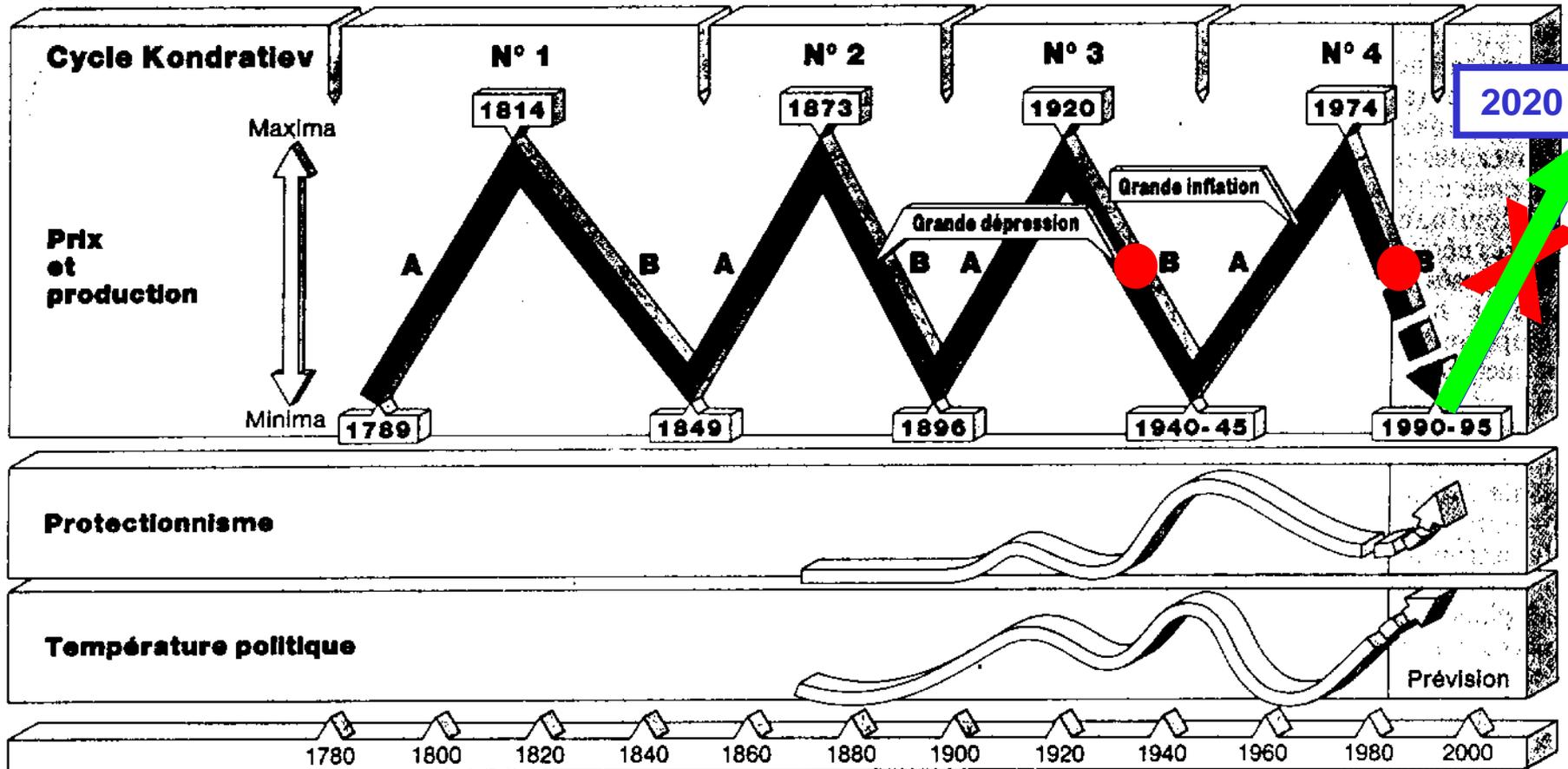
- ◆ **Les trois crises: économie, ressources, climat**
- ◆ **Objectifs d'émission et technologies**
- ◆ **Enjeux du développement urbain durable**
- ◆ **Politiques climatiques locales et instruments**

« Cycles Longs de l'Économie » selon Kondratieff – Schumpeter et révolutions industrielles

(L'Expansion 1982)

La respiration de l'Histoire

Patrick Lefrançois



En deux cents ans, l'économie mondiale a décrit trois cycles d'un demi-siècle chacun, dits « de Kondratieff ». Si elle se trouve bien dans la phase descendante (B) d'un quatrième, la croissance restera déprimée, le chômage ne cessera de monter et les tensions de s'accumuler.

World Trade and its disequilibria

Le Monde
Mardi 22 mai 2007

BOUSSOLE

Une inversion des équilibres financiers entre le Nord et le Sud

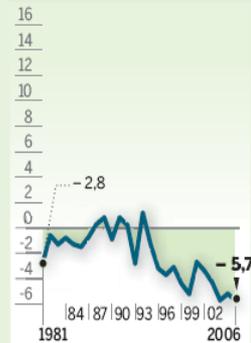
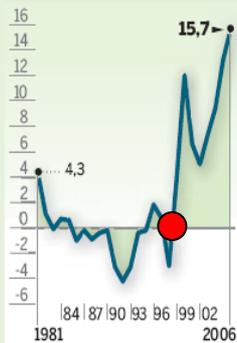
► BALANCE DES PAIEMENTS COURANTS, en pourcentage du PIB

BRÉSIL, INDE, CHINE

OPEP + CEI

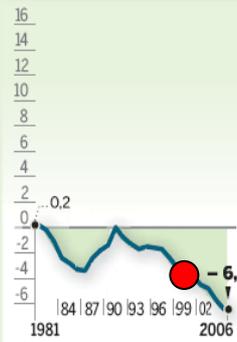
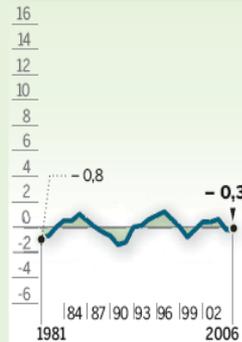
EUROPE DE L'EST + TURQUIE

RESTE DES ÉMÉRGENTS

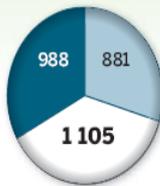
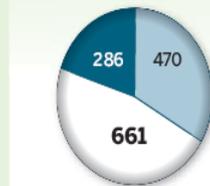


EUROPE DES 15

ÉTATS-UNIS



► RÉSERVE DE CHANGE DES PAYS ASIATIQUES, en milliards de dollars

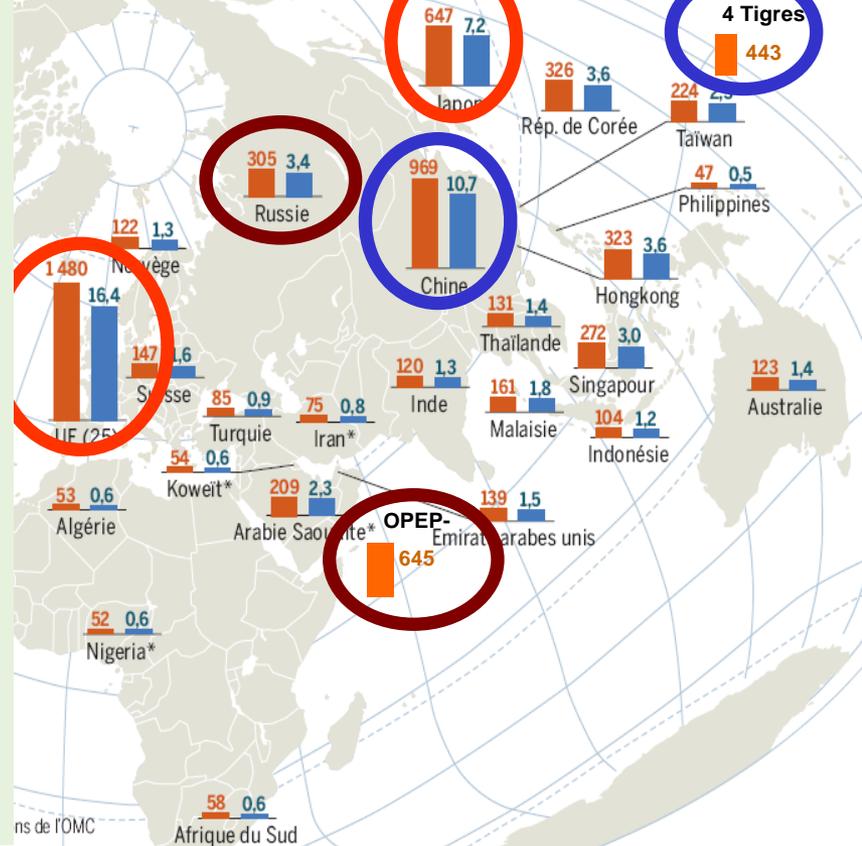


Source : Coface

3 trimestre

dominer les échanges internationaux

PRIS LES ÉCHANGES INTRA-UE (25) : PRINCIPAUX EXPORTATEURS EN 2006



4 Dragons
1145

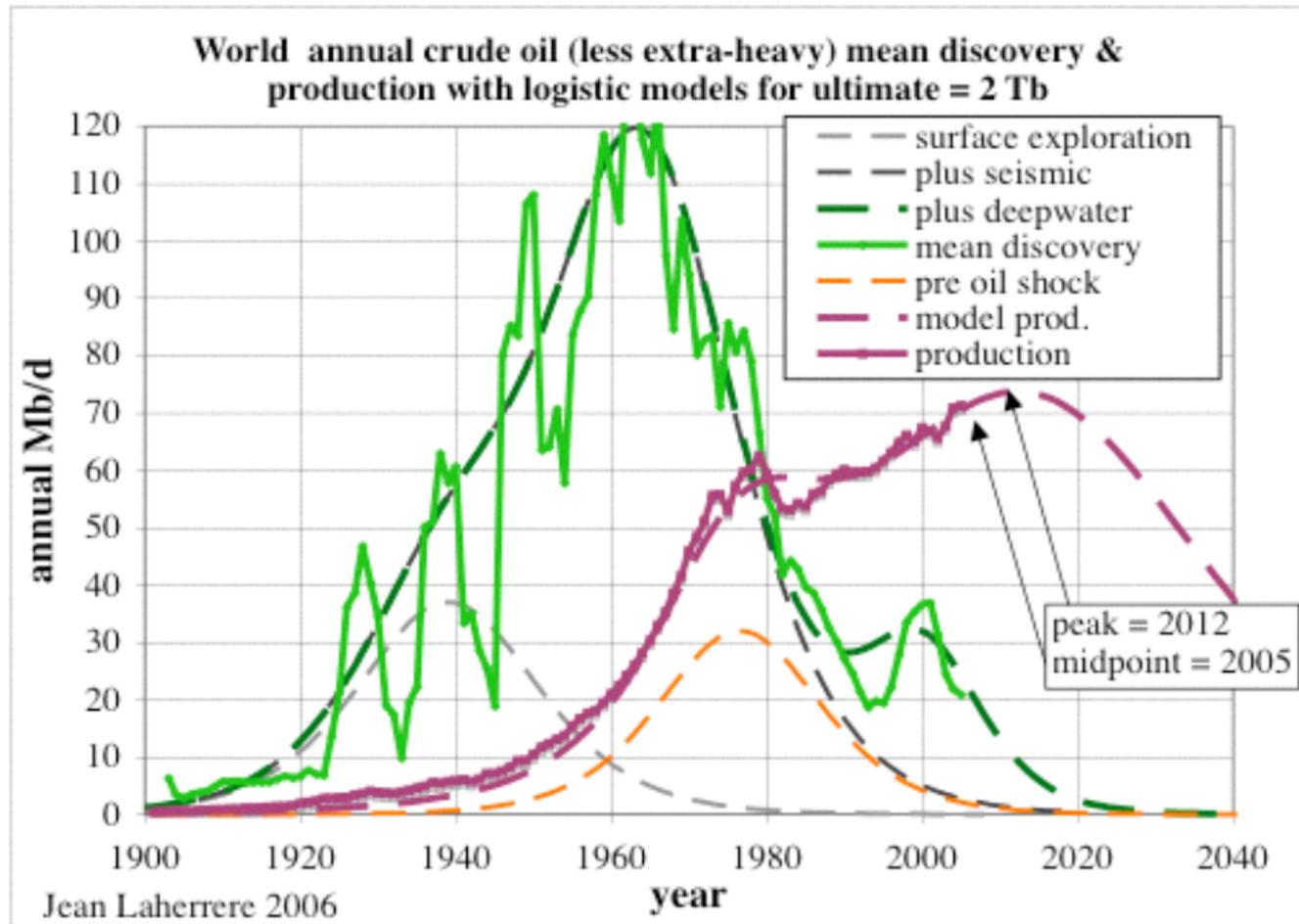
4 Tigres
443

Source : FMI, Crédit agricole SA

Source : FOMC

Le déclin des découvertes: pétrole (Source Laherrère, ASP0)

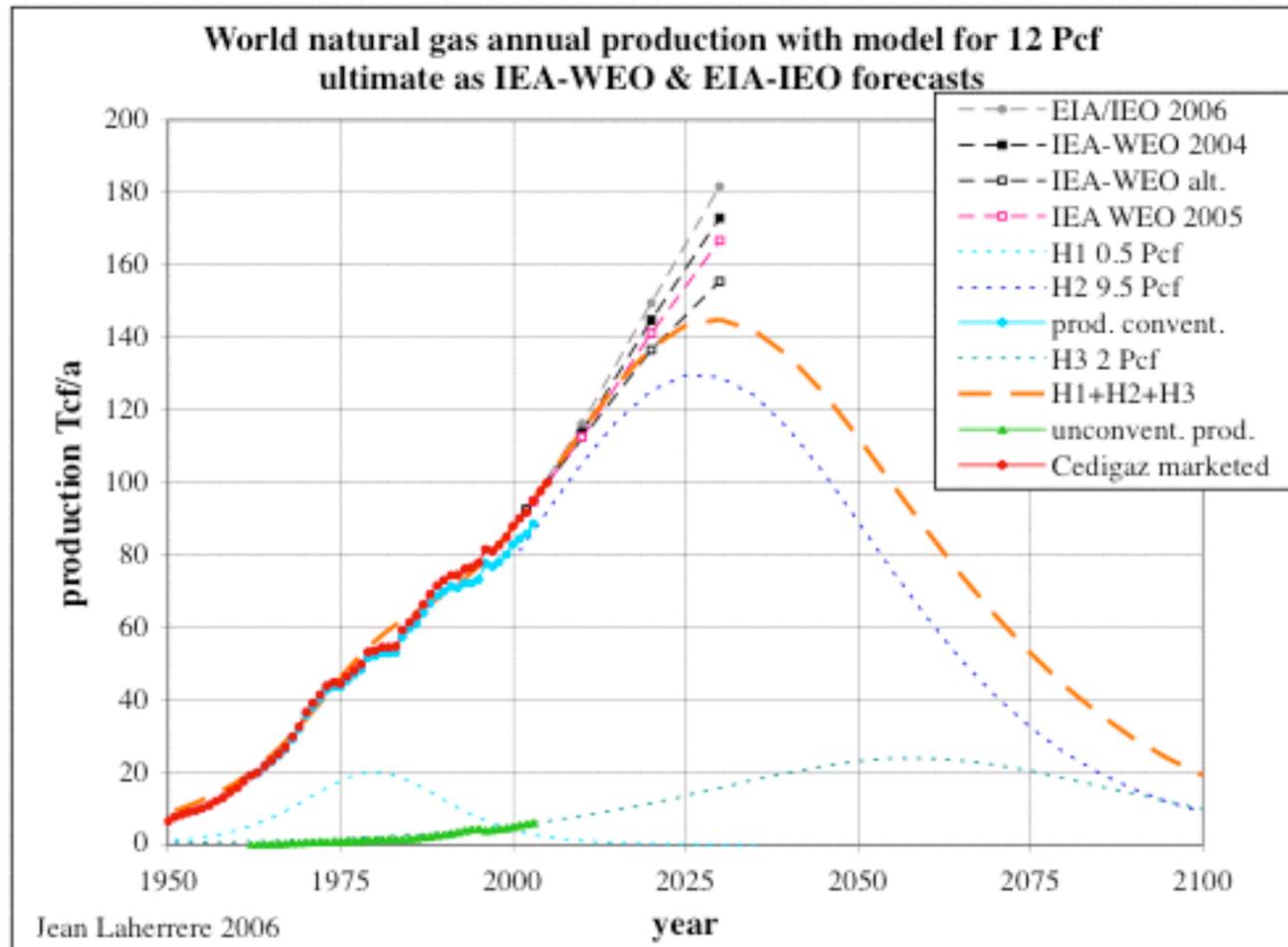
Figure 16: World annual crude less extra-heavy oil mean discovery and production with logistic model for $U = 2000$ Gb (no demand or investment constraint)



<http://www.hubbertpeak.com/laherrere/>

Le déclin des découvertes: gaz (Source Laherrère, ASP0)

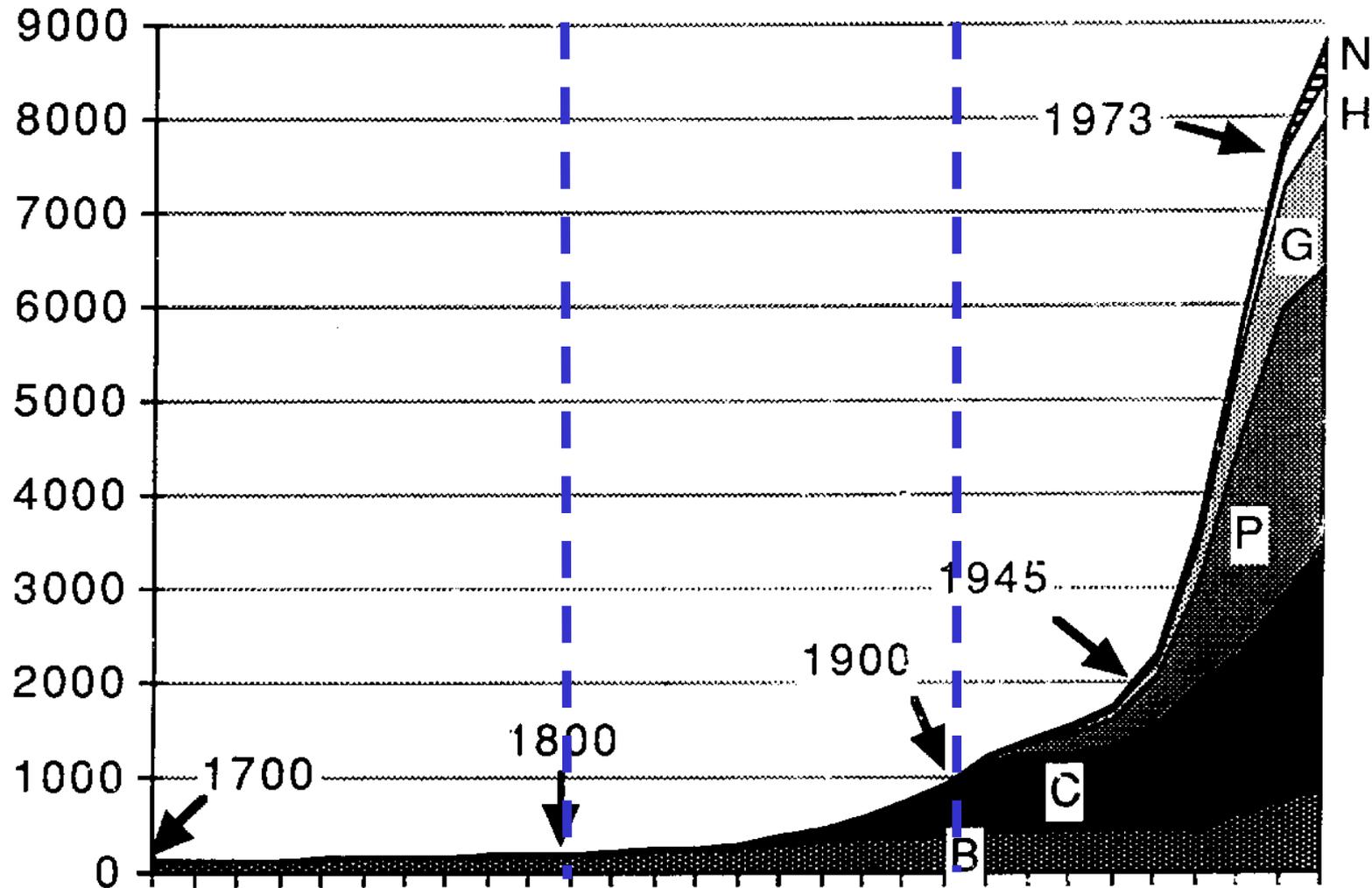
Figure 26: World annual gas discovery & production as forecasts



<http://www.hubbertypeak.com/laherrere/>

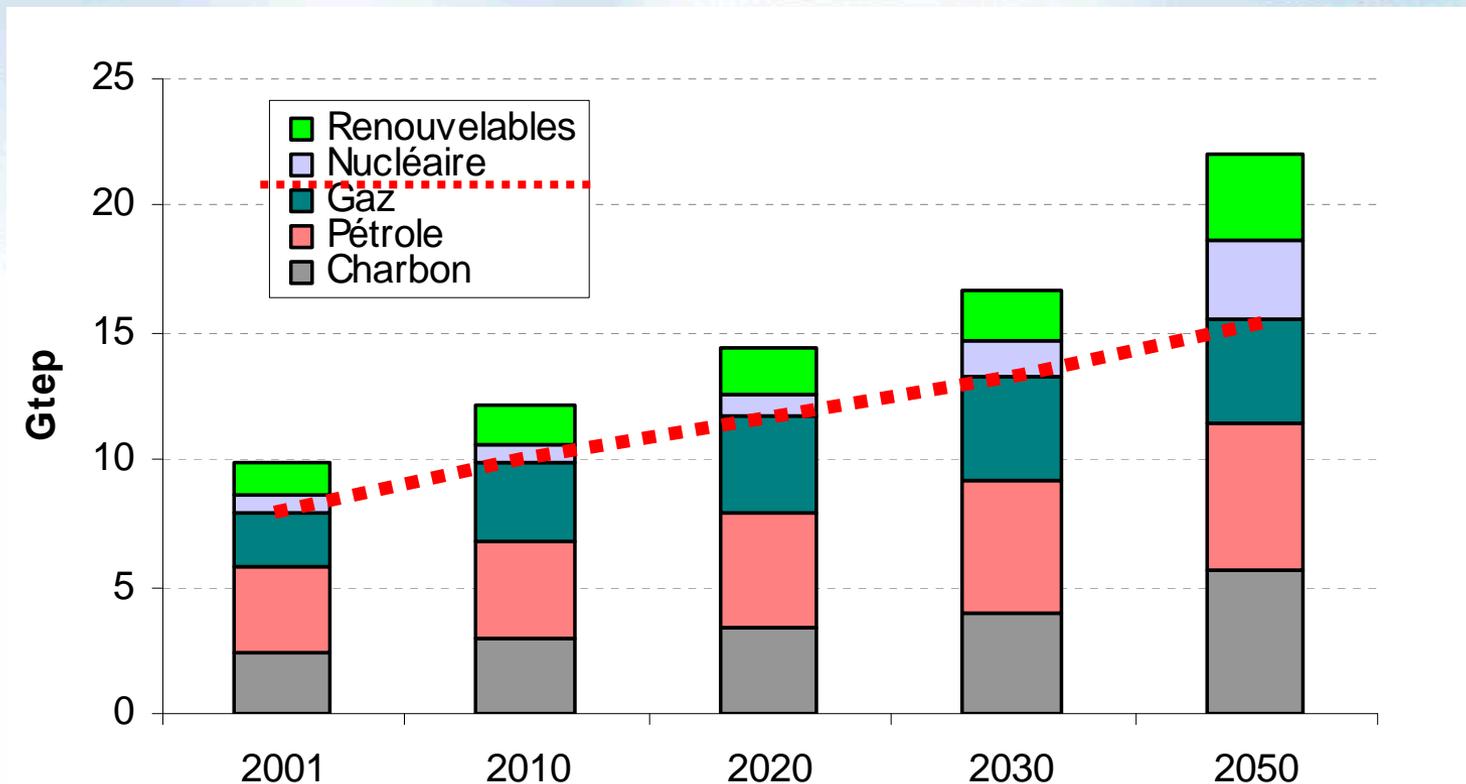
Consommation mondiale d'énergie 1800-1995 (Mtep)

Jean-Marie Martin, IEPE 1990

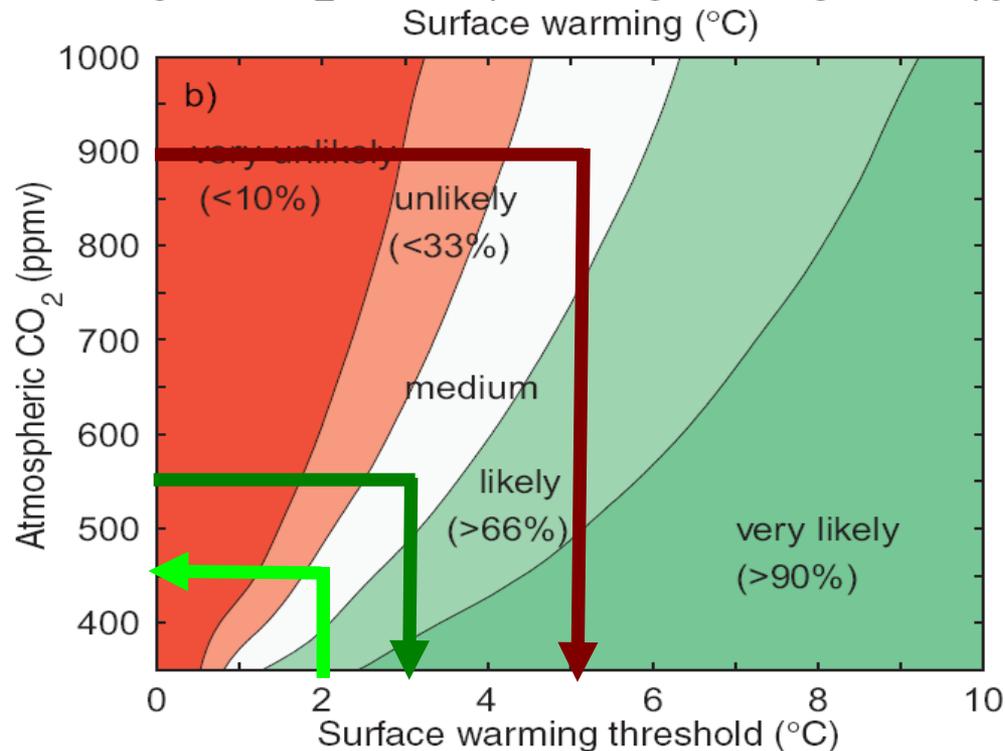


Projection énergétique 2050 (modèle POLES₂₀₀₅)

- ◆ La consommation mondiale est multipliée par 2,2
- ◆ Le pic pétrolier puis gazier entraînent le “grand retour” du charbon
- ◆ ... malgré un développement très significatif des renouvelables et du nucléaire



La révision des impacts climatiques dans IPCC AR4



Supplementary Figure S10.4. a) Equilibrium surface warming for seven different EMICs and different stabilization levels of atmospheric CO₂ or the equivalent radiative forcing, b) a probabilistic picture based on the same scenarios, showing probability of remaining below a certain warming threshold for a given CO₂-equivalent stabilization concentration, derived from Bern2.5D EMIC with variable ocean heat uptake and using several PDFs of climate sensitivity (modified from Knutti et al. (2005)).

POLES scenarios in the *low stab ADAM* scenarios:

- ◆ Three scenarios to 2100: Baseline, 550 ppm CO₂e, 400 ppm
- ◆ ... As simulated by the 4 ADAM models:
 - E3MG = Cambridge Economics
 - MERGE = PSI-Zurich
 - REMIND = PIK-Potsdam
 - POLES = LEPII-Grenoble

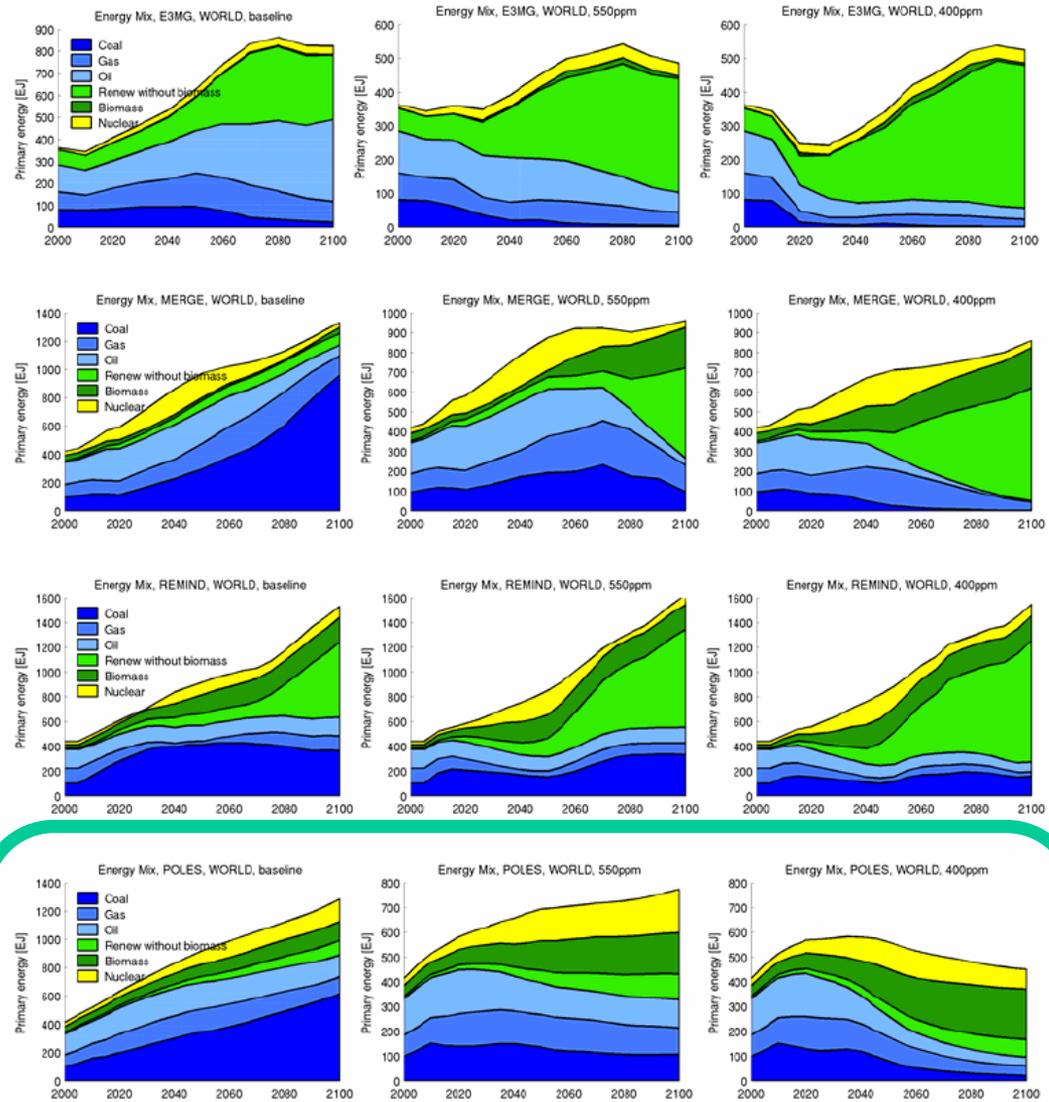


Figure 17: Energy mix for baseline, 550ppm and 400ppm (from left to right) for the different models (from top to bottom: E3MG, MERGE, REMIND, POLES).

Au delà de Kyoto, objectifs et instruments

- ◆ Les trois crises: économie, ressources, climat
- ◆ Objectifs d'émission et technologies
- ◆ Enjeux du développement urbain durable
- ◆ Politiques climatiques locales et instruments

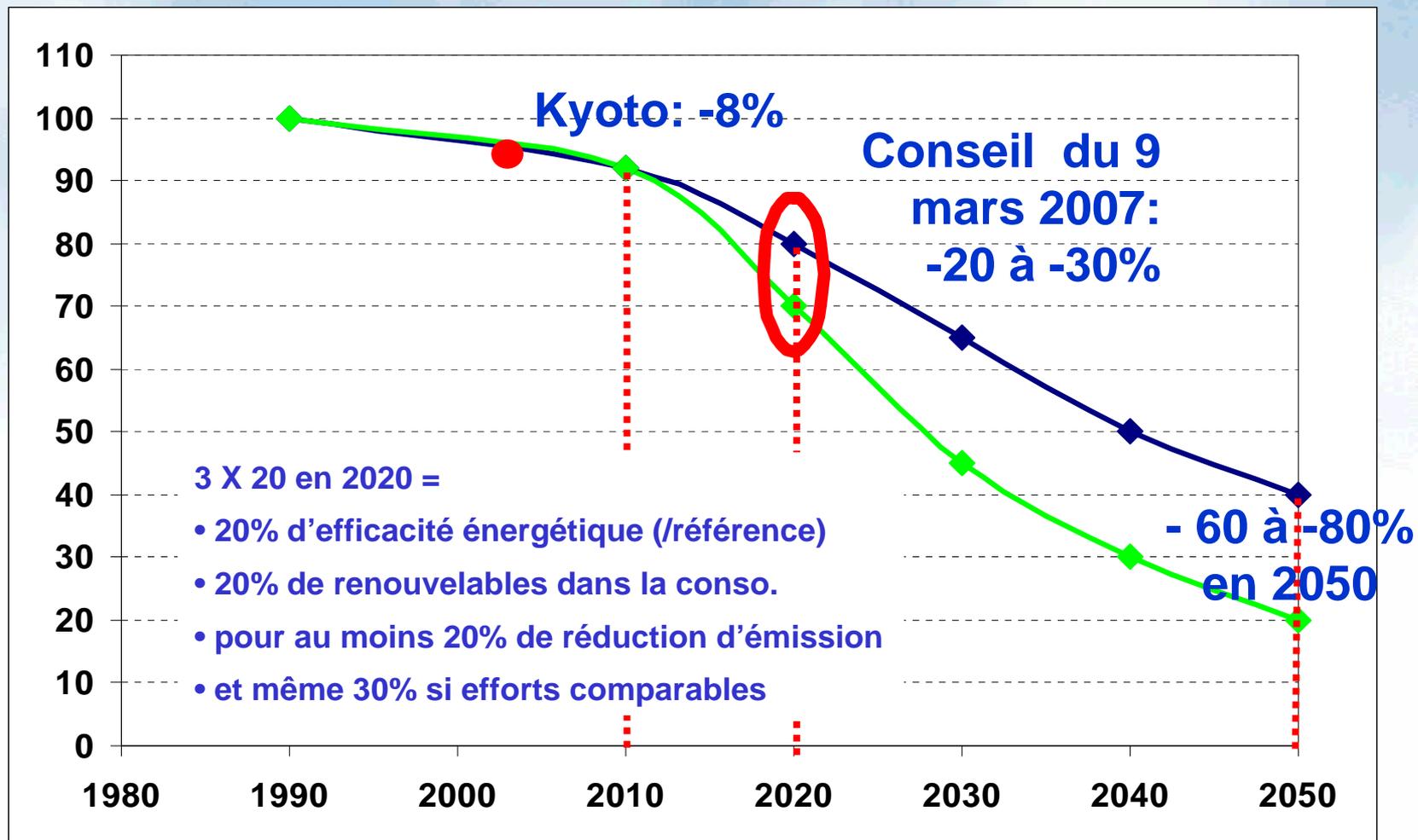
Objectifs climatiques et réduction des émissions

- ◆ L'objectif de limitation de l'augmentation attendue de la température moyenne (pas plus de 2°C selon l'UE) imposera un effort significatif de réduction des émissions

Etude Greenhouse Reduction Pathways, 2003 LEPII pour DG-ENV

Profil d'émission	Augmentation temp. / pré-ind. (pour sensibilité climatique médiane)	Objectifs 2050 comparés aux émiss. 1990	
		Annexe I	Non Annexe I
S650e S550 CO2	+ 2.5°C / pre-ind. + 1.9 °C / 2000	/ Facteur 2	X 2 pays émergents X 5 pays moins avancés
S550e S450 CO2	+ 1.6°C / pre-ind. + 1.0 °C / 2000	/ Facteur 4	X 1 pays émergents X 3 pays moins avancés

Les trajectoires pour l'Europe, en ligne avec le F4



Bali et les propositions au congrès US (MIT, 2007)

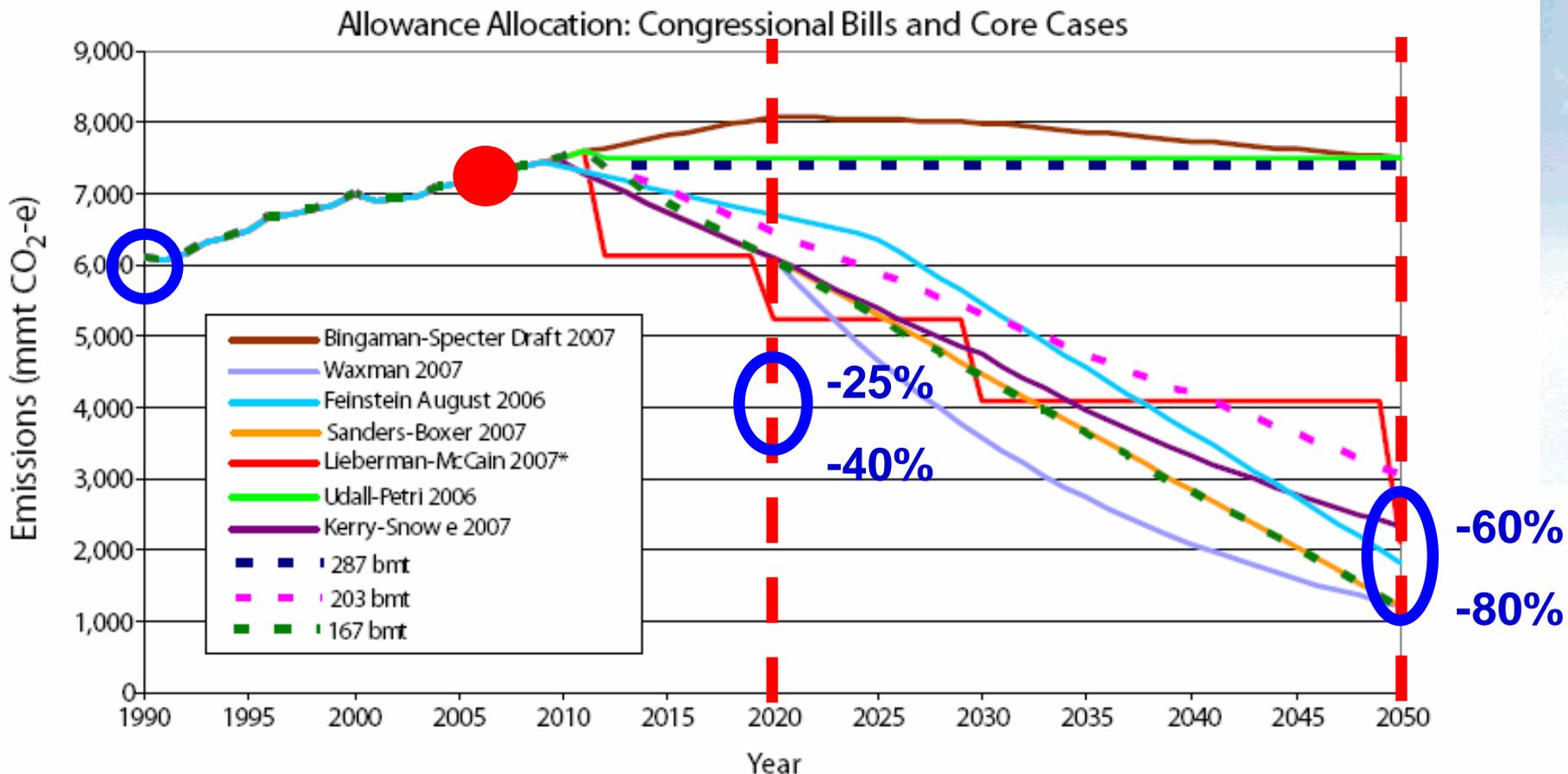


Figure 1. Scenarios of allowance allocation of Congressional Bills and core cases over time.
 [Note: for Lieberman-McCain, this is the allowance path for covered sectors only.]

Le portefeuille des solutions technologiques

The Technology Approach



Hydrogen



Deep cuts in emissions require new technologies SOON

No single technology can do it all



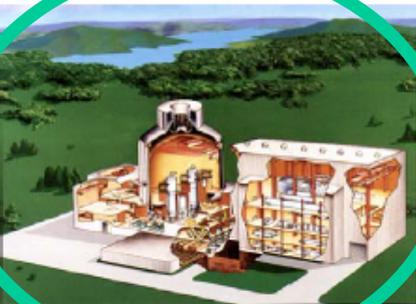
Renewable Energy Technologies



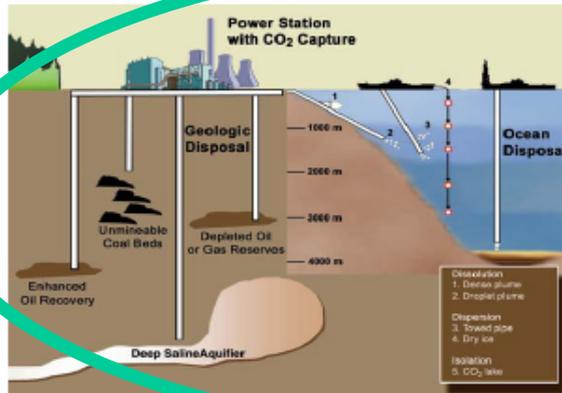
Zero Net Emission Buildings



Bio-refinery and Power



P. Nuclear Power Generation IV



Carbon (CO₂) Sequestration

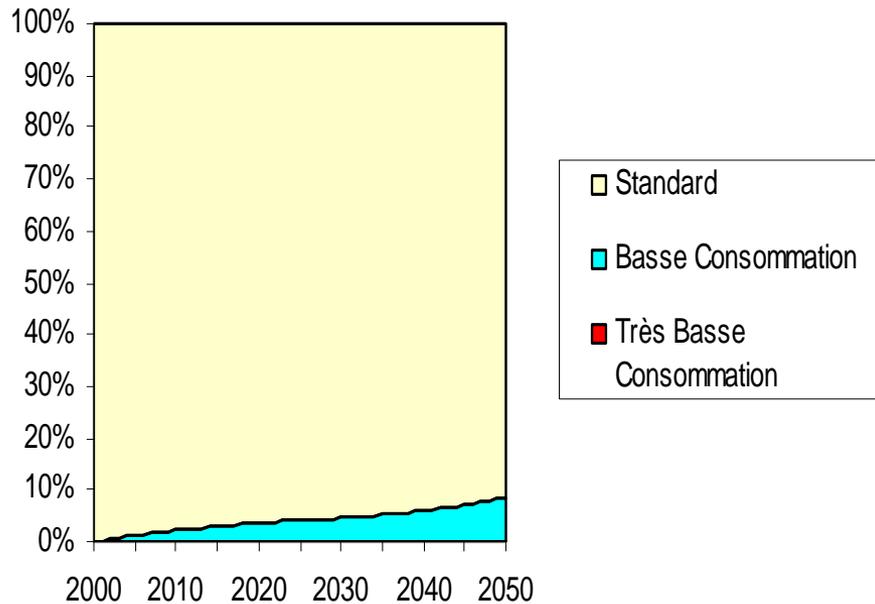


Vision 21: Zero-Emission Power Plant

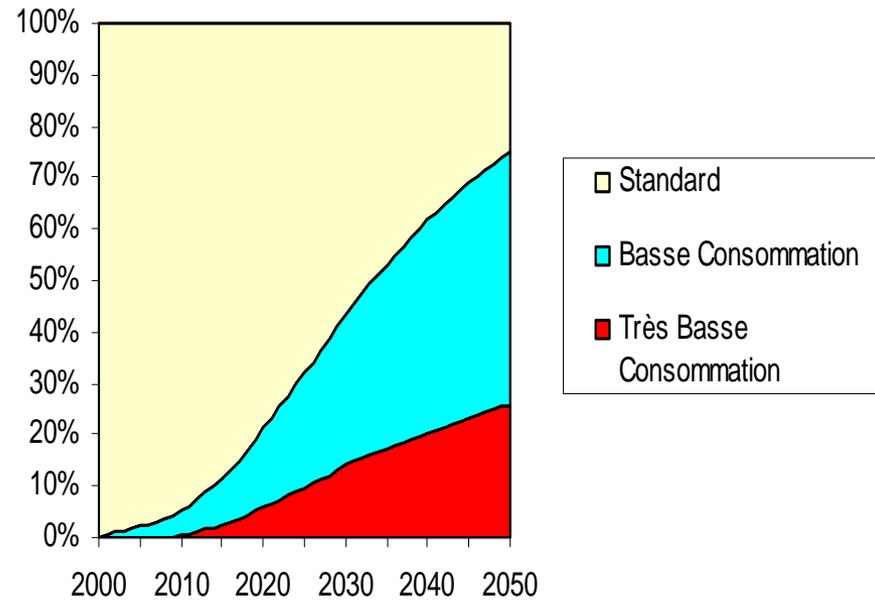
Diffusion des Bâtiments Basse Energie dans le Facteur 4

- ◆ Le Facteur 4 impose la diffusion des bâtiments à énergie zéro ou positive ...
- ◆ ainsi qu'une réhabilitation thermique profonde de l'existant

Référence



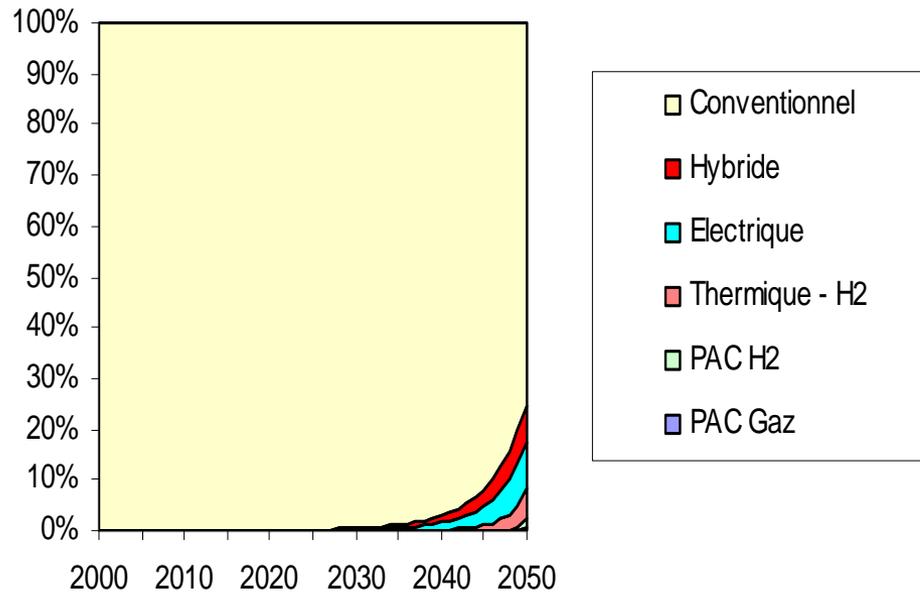
Facteur 4



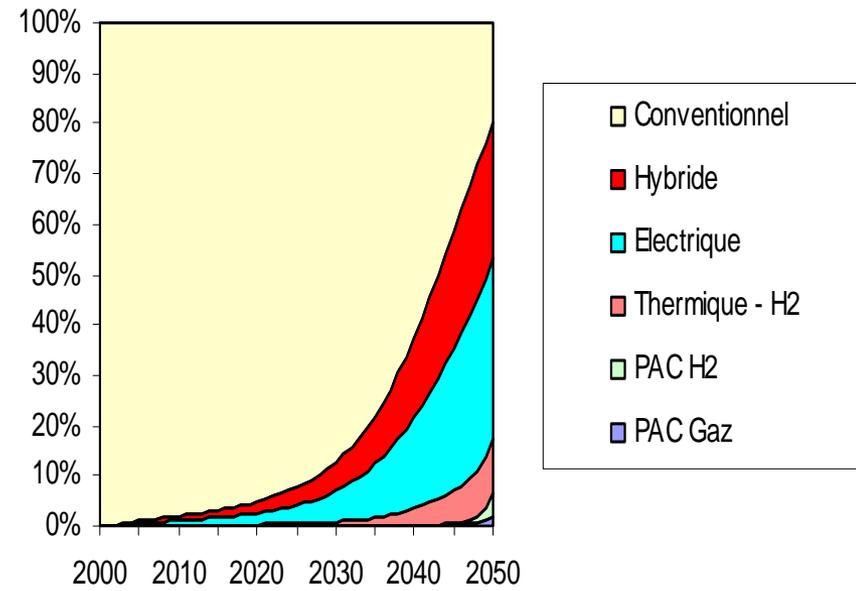
Diffusion des Véhicules Basse Energie dans le Facteur 4

- ◆ Le développement des véhicules Très Basses Emissions devient un enjeu industriel ...
- ◆ mais ne préjuge pas des changements d'infrastructures et de comportement

Référence

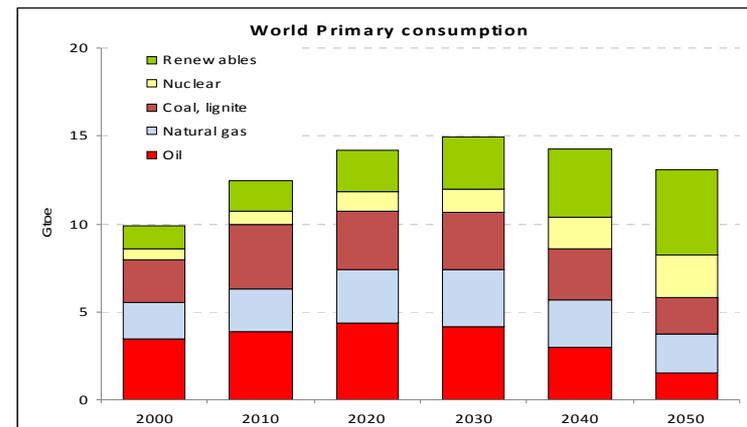
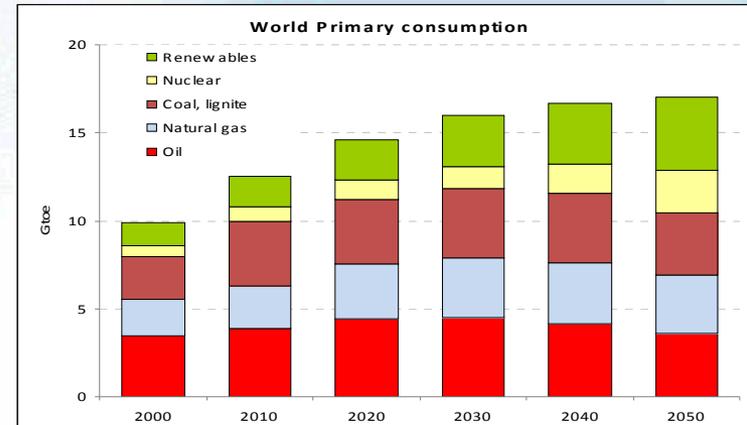
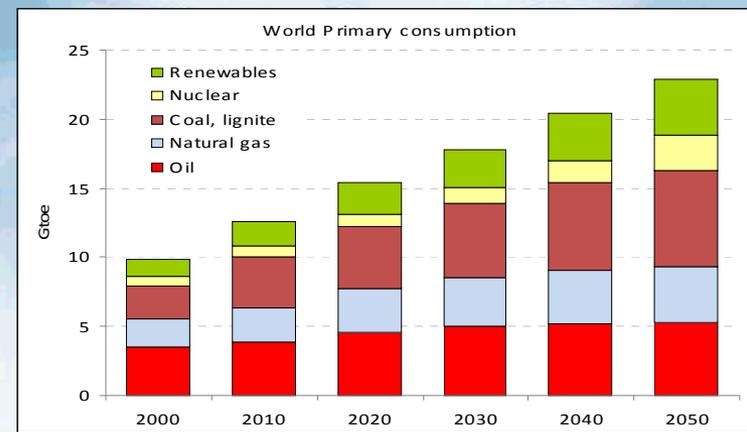


Facteur 4



Trois bilans mondiaux

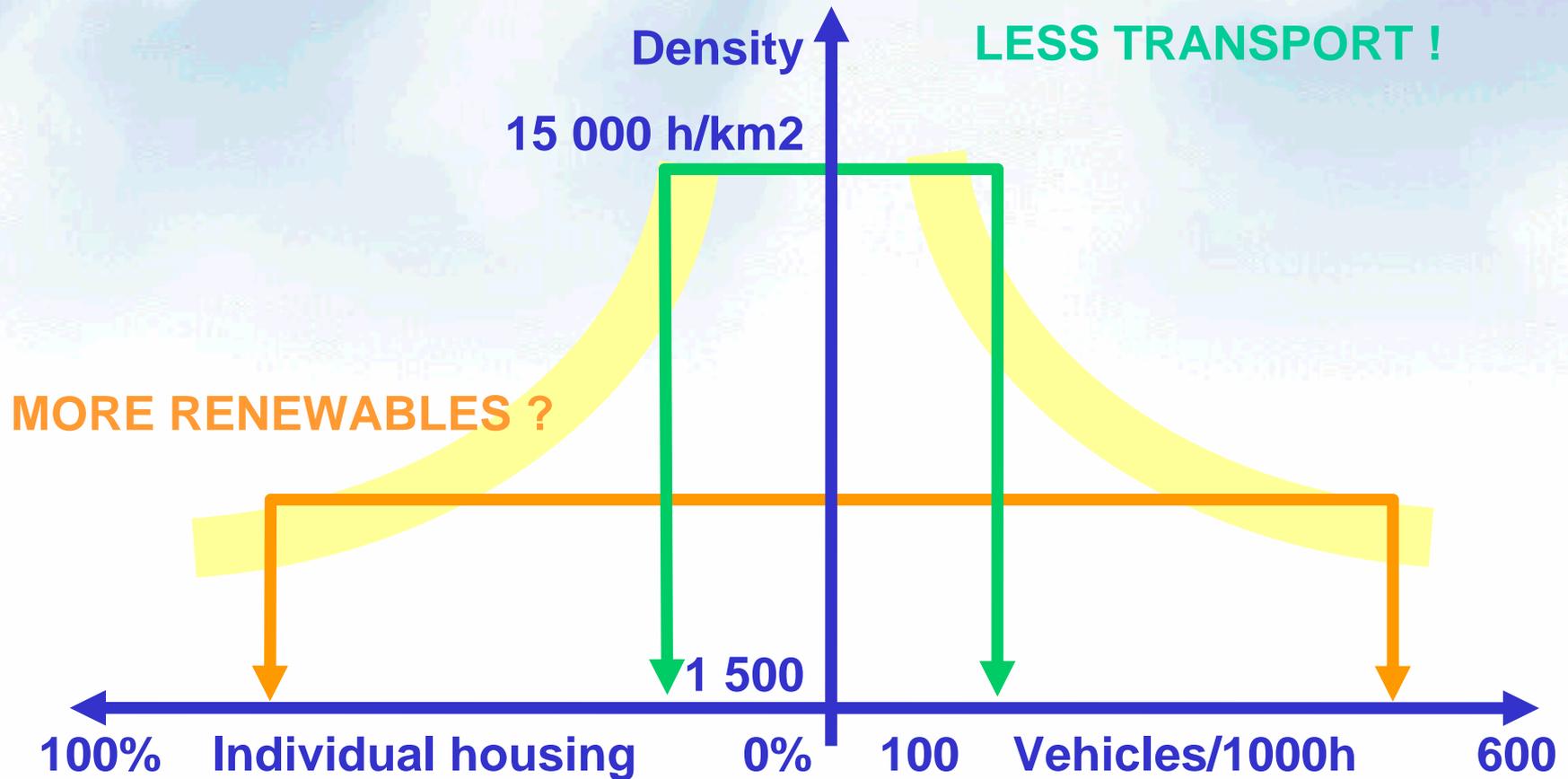
- ◆ La projection de Base est marquée par le plafonnement du gaz et du pétrole après 2030, qui entraîne le grand retour du charbon
- ◆ Dans un scénario 550 ppm CO₂, la demande est réduite de 26%/Base, charbon pétrole et gaz sont ramenés à 3,5 GTEP chacun
- ◆ Dans S450, la demande diminue de 43%/Base, nucléaire et renouvelables augmentent peu en volume mais assurent 55% de l'approvisionnement, pétrole et gaz redeviennent abondants
- ◆ Sur les 21 GtCO₂ contenues dans les fossiles consommés, près des deux tiers sont séquestrés



Au delà de Kyoto, objectifs et instruments

- ◆ Les trois crises: économie, ressources, climat
- ◆ Objectifs d'émission et technologies
- ◆ Enjeux du développement urbain durable
- ◆ Politiques climatiques locales et instruments

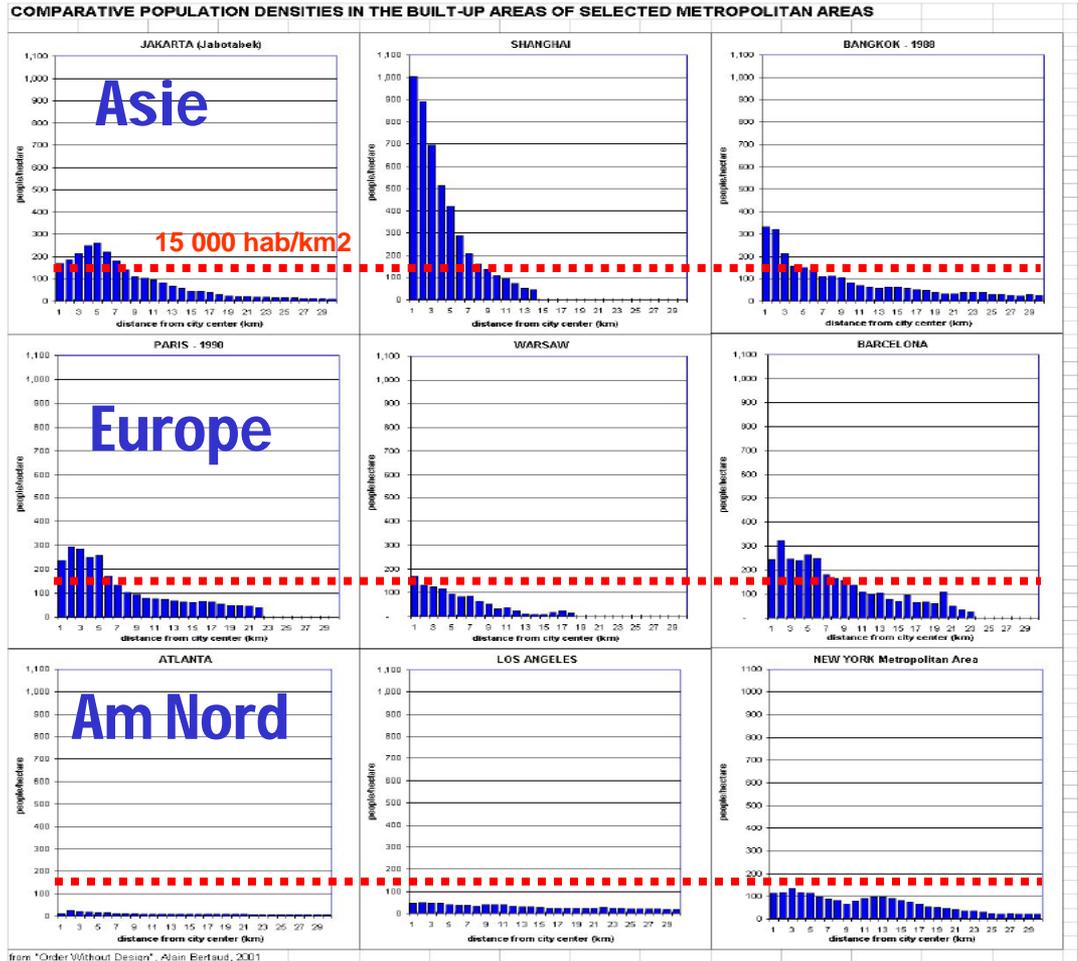
The Gordian knot (and new frontier for modelling): urbanization – buildings – transports



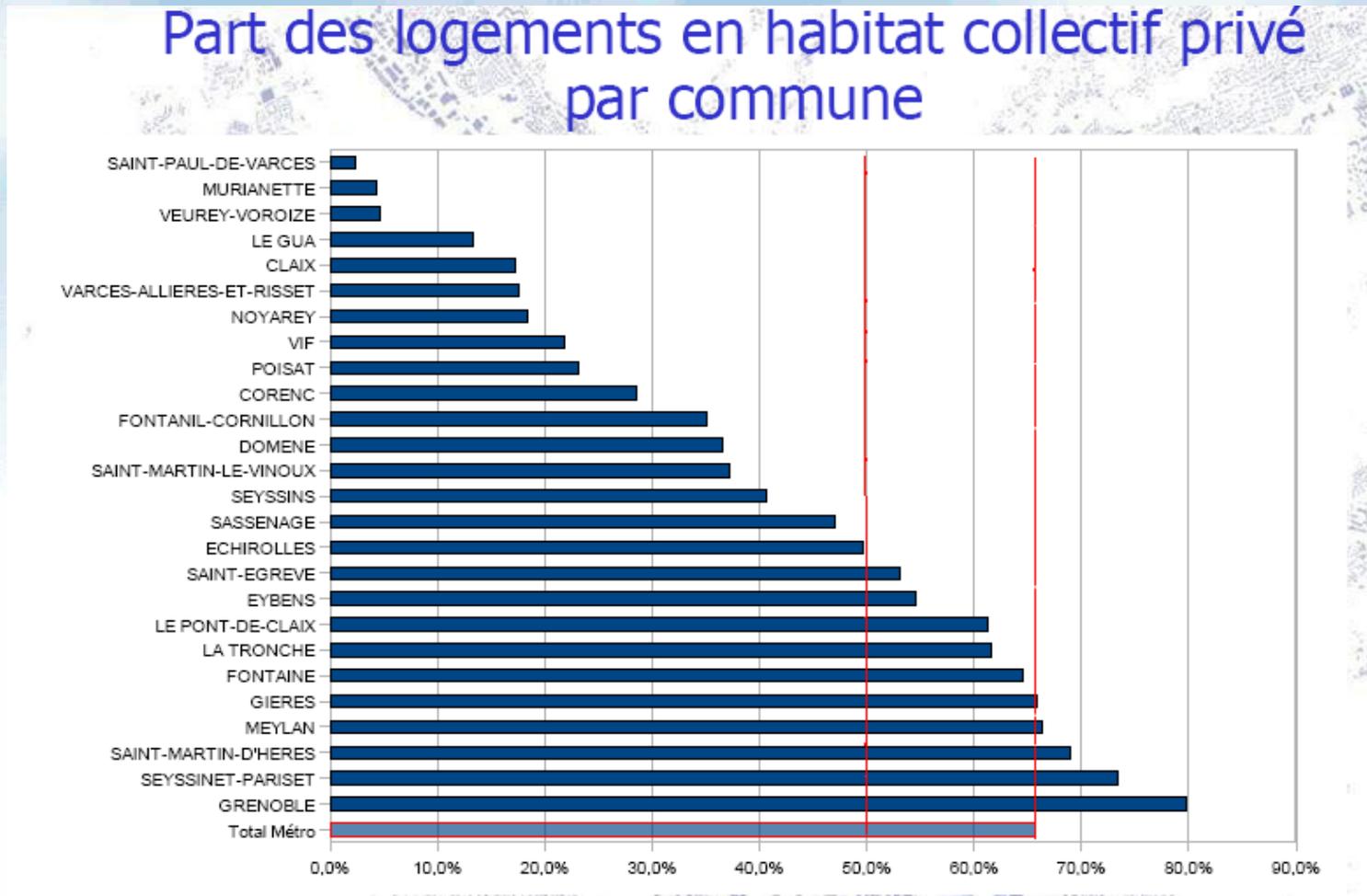
Des profils de villes différenciés (G.J. Knaap, U. Maryland)

- ◆ Des éléments d'information complémentaires permettent d'affiner la représentation de la structure des grandes villes
- ◆ On distingue au moins trois profils-type (Chine / Europe / Amérique du Nord)

Figure 1: Density Gradients of Cities in Europe, Asia, and the United States.

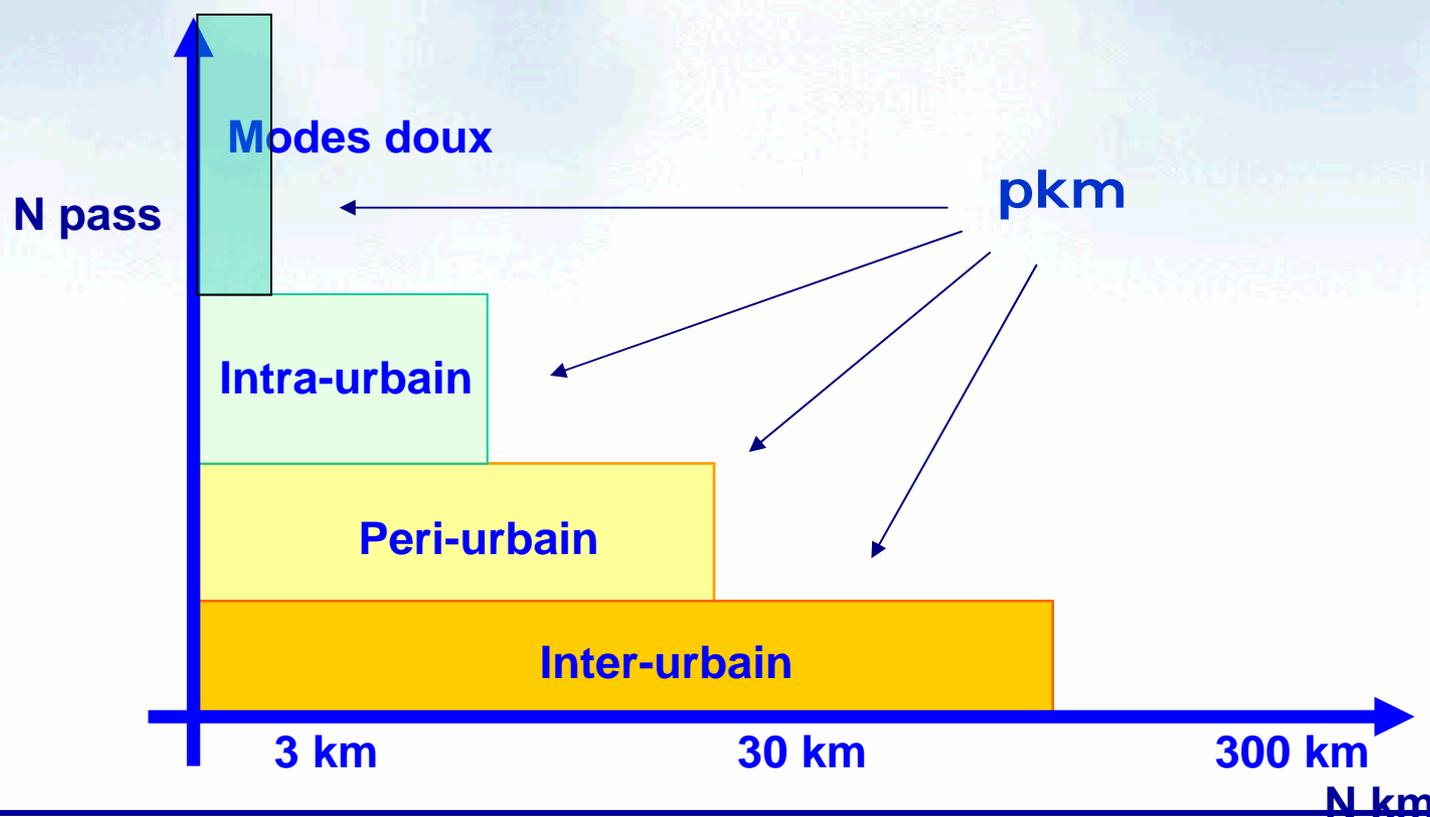


Densité et partage collectif - individuel



Le noeud gordien: urbanisation – bâtiment – transports

- ◆ Un enjeu scientifique majeur pour la modélisation et les politiques: la désagrégation de la mobilité



Newman and Kenworthy, 1999

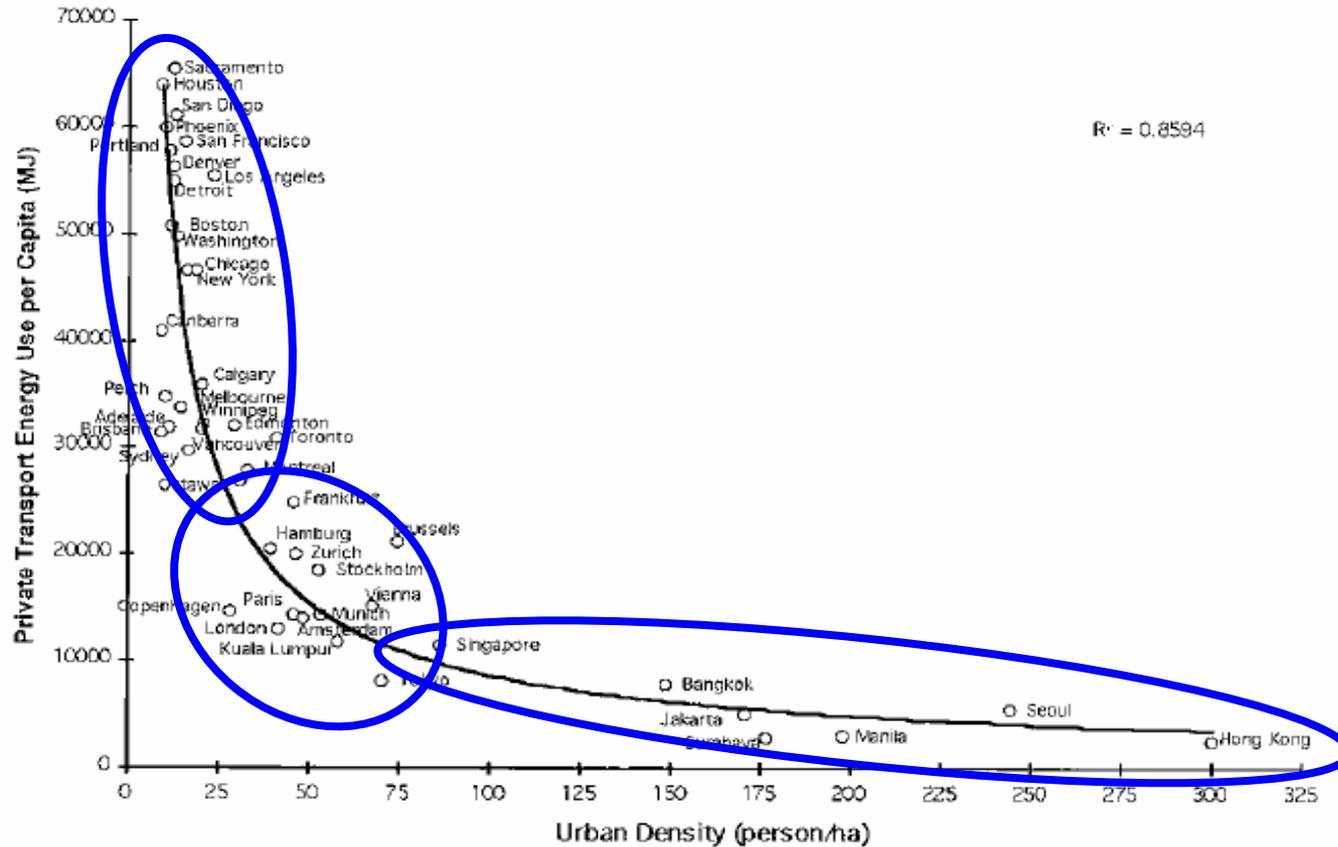


Figure II-1: Energy use per capita in private passenger travel versus urban density in global cities

(Source: Newman and Kenworthy 1999)

Plug In America, Plug-in Partners ...

Google « RechargeIT »

Plug-in Vehicles and Renewable Energy



- Plug-in Vehicles are the only practical vehicles that can be charged from renewable energy produced at home

- A 2 kW rooftop solar array provides all the electricity for typical 12,000 mi/yr
 - \$12 - 15,000 upfront cost
 - 180 - 260 square feet
 - 6 - 8 year payback
 - >30-year life



Quelles solutions techniques pour les villes denses ?

- ◆ Solutions collectives, ou distribuées par ex. PACs Air-Air efficaces ?

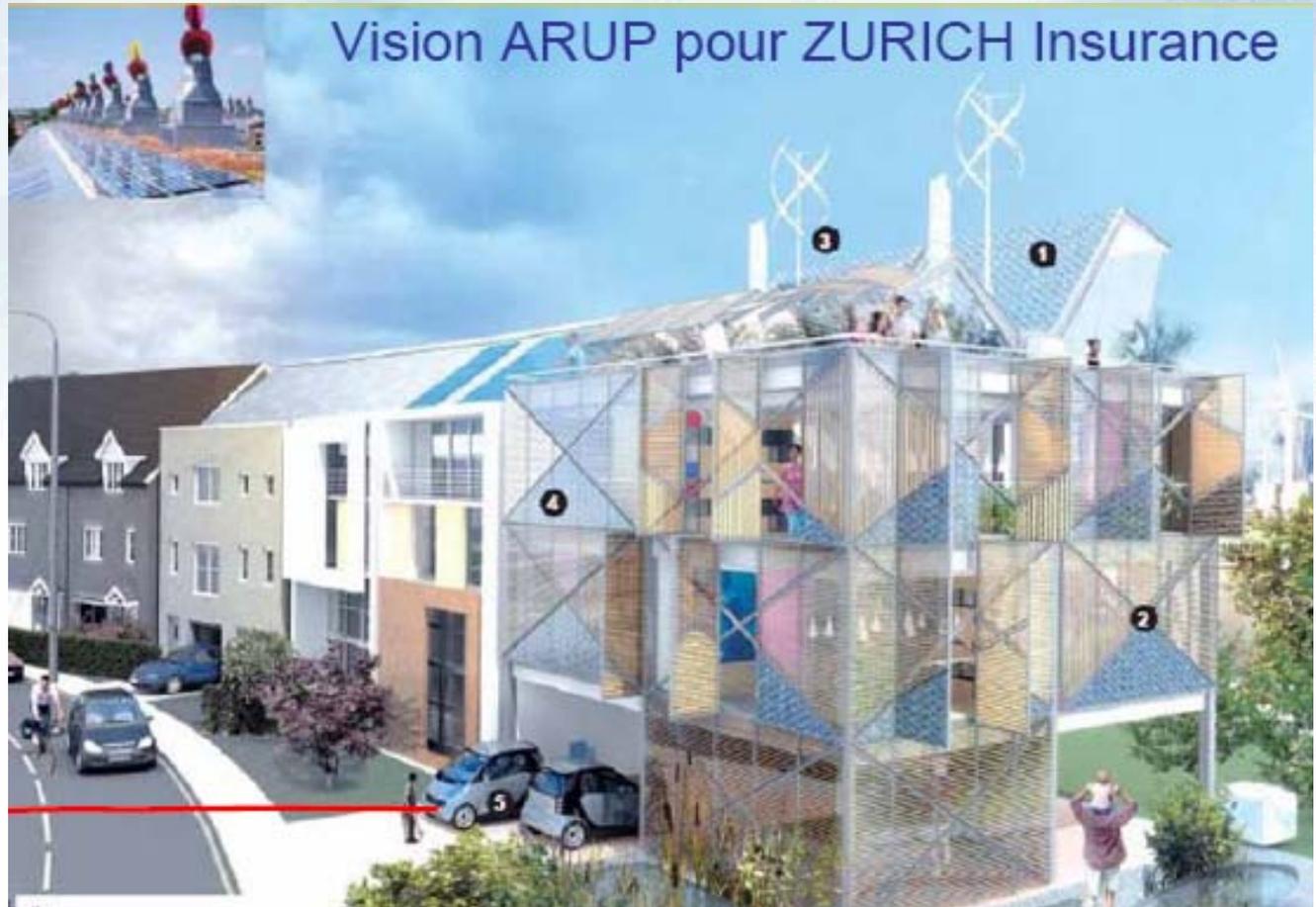
(vue de Shanghai)



Intégration Bâtiment – Transports

(source D. Quenard - CSTB)

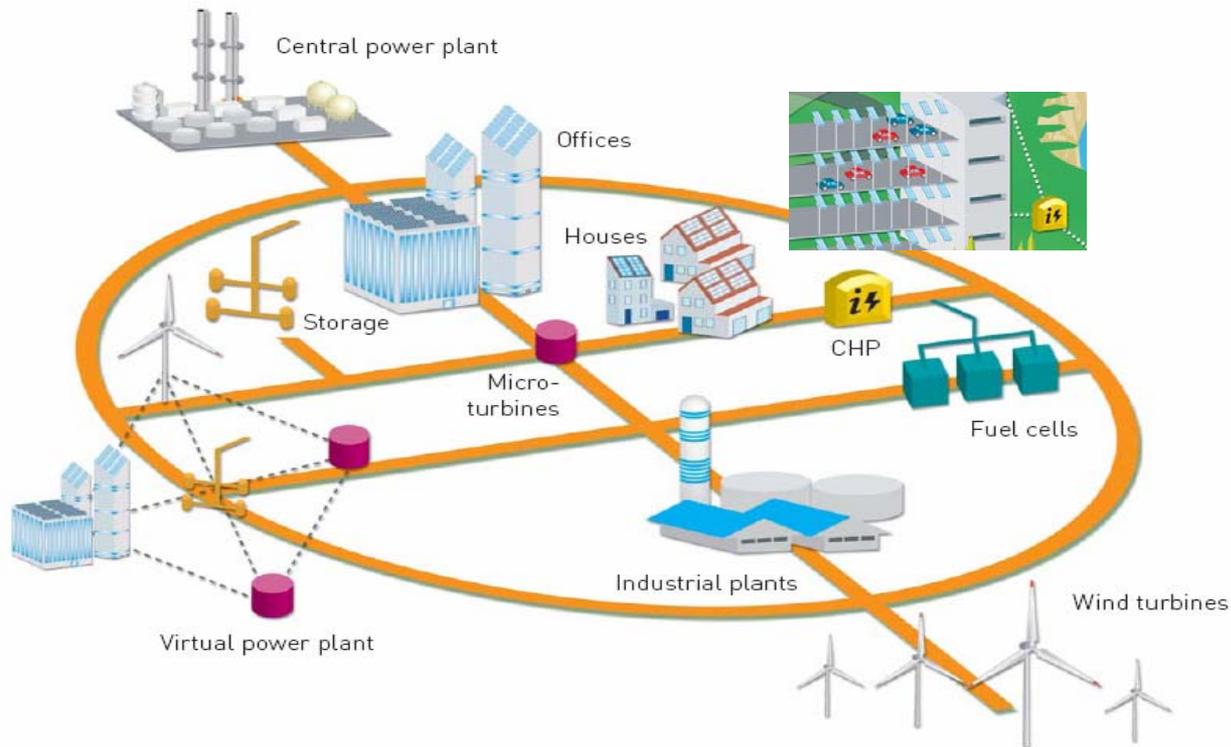
◆ BEPOS et transports propres



Les smart-grids comme base des systèmes énergétiques « post-carbone »



EUROPEAN TECHNOLOGY PLATFORM SMARTGRIDS



Future: Operation of system will be shared between central and distributed generators. Control of distributed generators could be aggregated to form microgrids or 'virtual' power plants to facilitate their integration both in the physical system and in the market.

Au delà de Kyoto, objectifs et instruments

- ◆ **Les trois crises: économie, ressources, climat**
- ◆ **Objectifs d'émission et technologies**
- ◆ **Enjeux du développement urbain durable**
- ◆ **Politiques climatiques locales et instruments**

Plan Climat Local de La Métro grenobloise Les Objectifs pour 2020

Après le Conseil Européen des 8-9 mars 2007 les objectifs de la politique Climat-Energie de l'Union s'énoncent selon la logique du:

« 3 fois 20 en 2020 » soit

- ◆ Une réduction d'au moins 20 % des émissions de GES (30% si coopération internationale) par rapport à 1990
- ◆ 20 % de renouvelables dans la consommation d'énergie totale de l'Union
- ◆ 20 % d'efficacité énergétique supplémentaire par rapport à une consommation 2020 de référence

Ces objectifs peuvent être déclinés au plan local notamment dans les Plans Climats Locaux qui se mettent aujourd'hui en place

Facteur 4 et territoire : horizons de temps et approches sectorielles

(Source Plan Climat Local, METRO Grenoble)

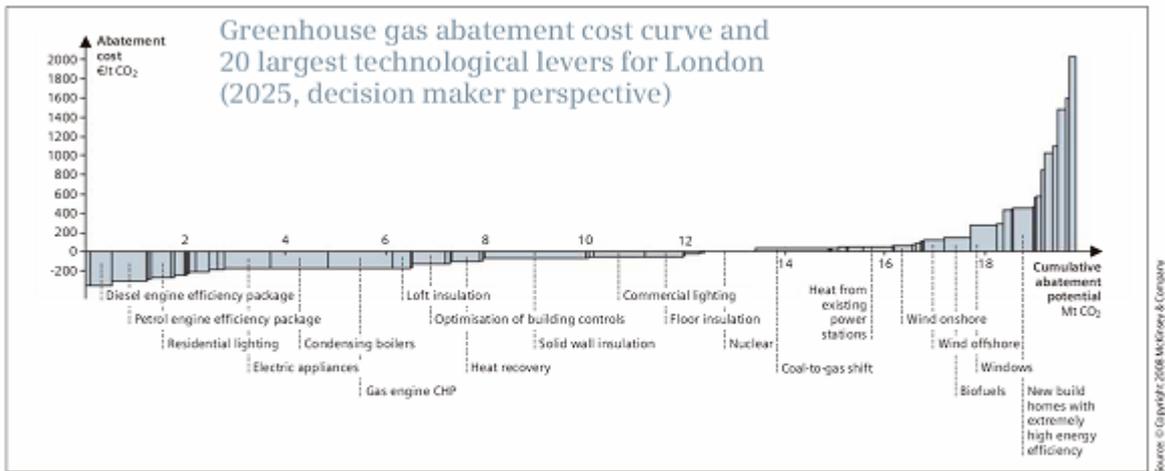
Secteurs		2004	2020 (- 20%)	2050 (-75 %)
Transport	Marchandises			
	Personnes			
Habitat	Résidentiel			
	Tertiaire			
	Bâtiment public			
Services				
Industrie	IGCE			
	Autres industries			
Secteur énergie				
TOTAL				

Matrice d'activité pour le CS du PCL de La Métro, communauté d'agglo. à Grenoble

CS du PCL	Evaluation Economique Environnementale.	Prospective Propositions	Formation Communication
Bâtiment - OPATB			
Transports Usages des Sols SCOT			
Energies Durables SDER			

Sustainable Urban Infrastructures (SIEMENS-McKinsey)

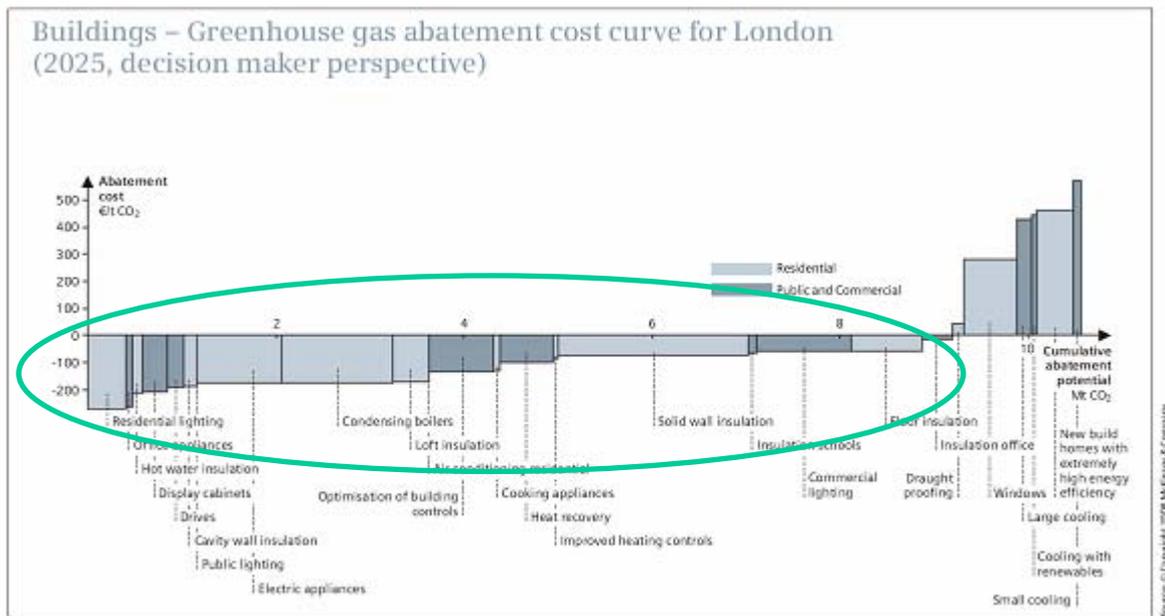
◆ Total



London Edition – a view to 2025

Sustainable Urban Infrastructure 11

◆ Bâtiment: Coûts négatifs, « free lunch and low-hanging fruits »



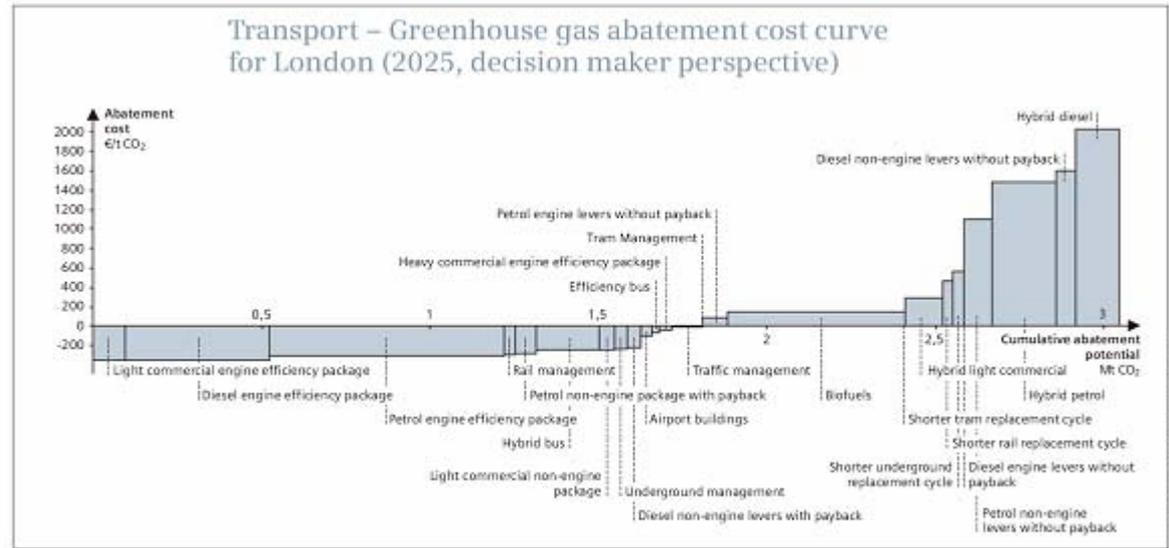
30 Sustainable Urban Infrastructure

London Edition – a view to 2025

Sustainable Urban Infrastructures (SIEMENS-McKinsey)

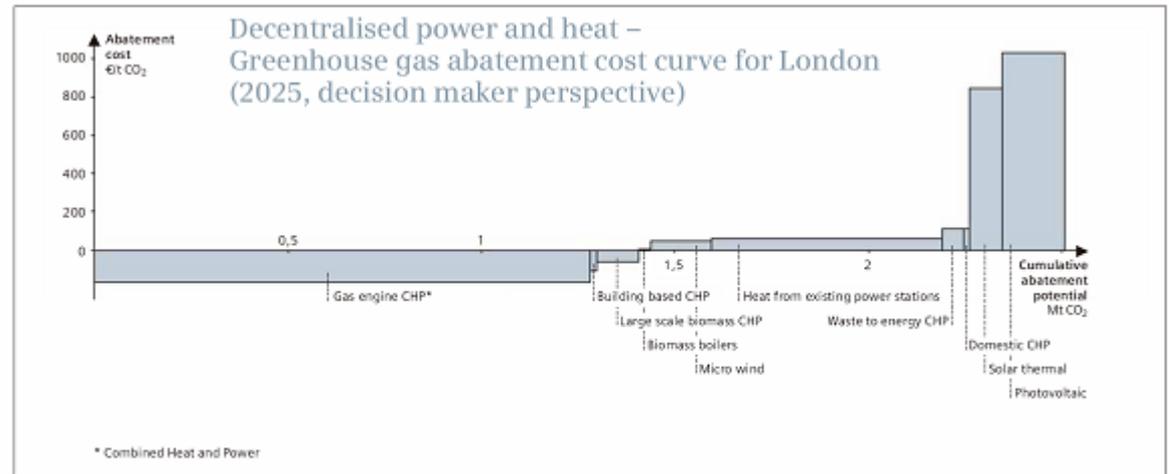
◆ Transport

◆ Production distribuée



London Edition – a view to 2025

Sustainable Urban Infrastructure 37



44 Sustainable Urban Infrastructure

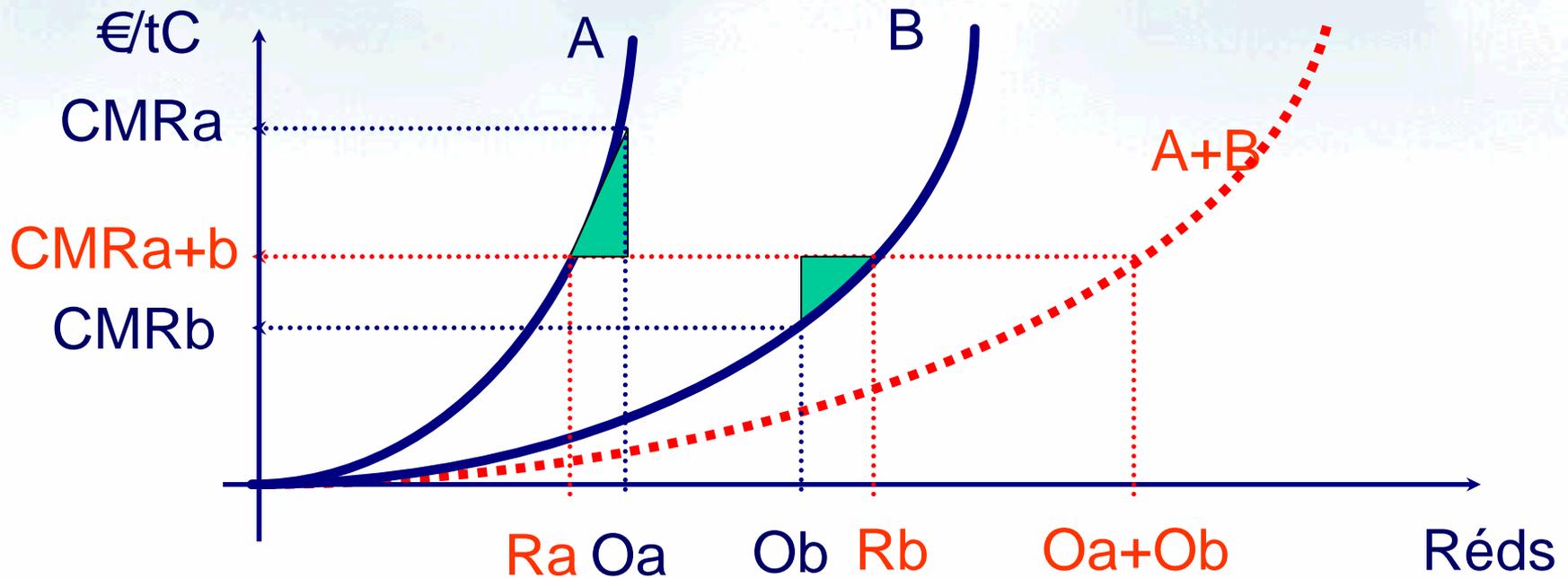
London Edition – a view to 2025

Courbes de CMR et marchés de droits d'émission négociables

[Eco Enviro\Criqui_PermisNeg.pdf](#)

[Eco Enviro\ KoppToman_IETprimer.pdf](#)

- ◆ L'échange de permis entre A (O_a) et B (O_b) permet d'égaliser les coûts de réduction en produisant des bénéfices pour les deux partenaires



The ASPEN-S2 model

Kyoto without the US

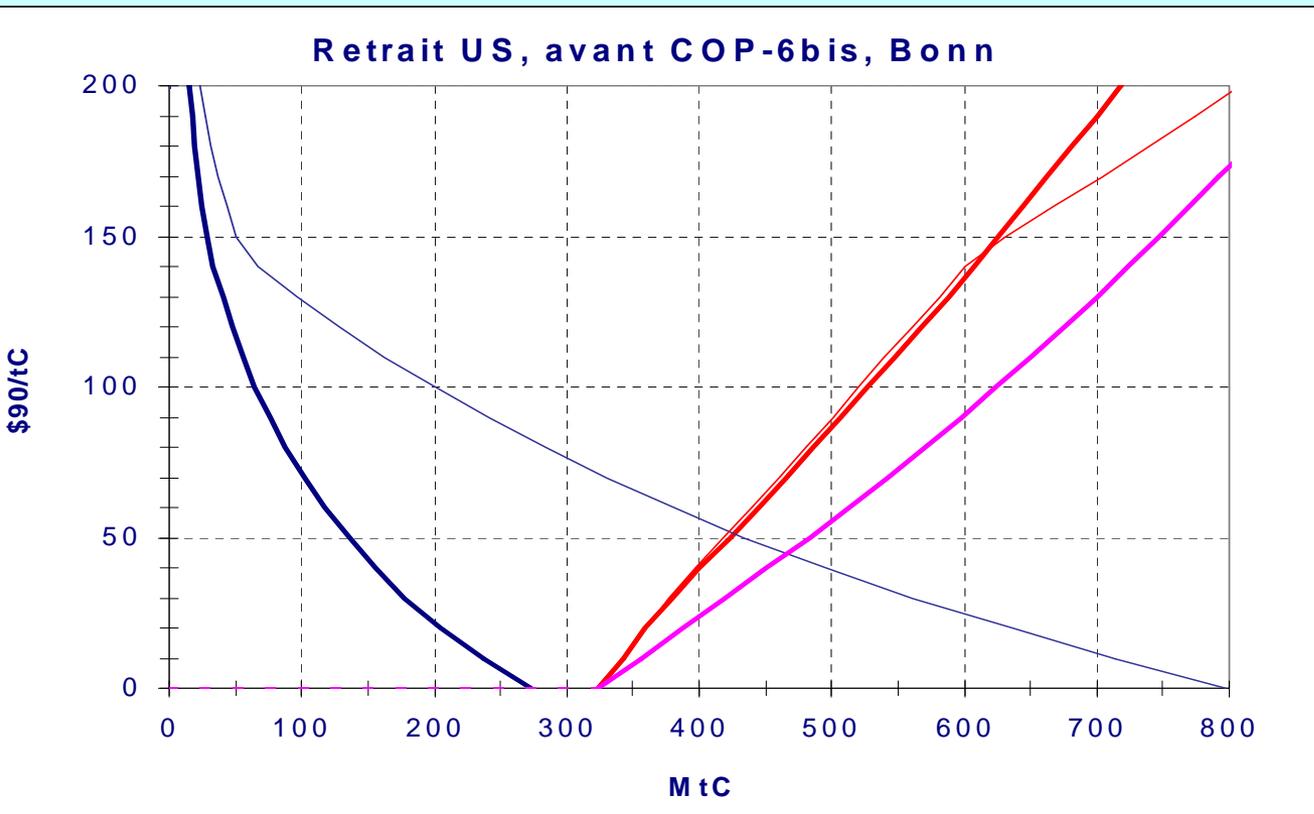
OUTPUTS :

Concrete Ceiling / Imports / Exports	100%	(Ref-Assigned Amount)*x%
Concrete Ceiling / Imports / Exports	100%	(Assigned Amount)*x%
Allowable Sinks	3%	of 1990 Base Emissions
Hot Air Exclusion (HAE)	0	M tC
Share of Proceeds (SP) on IET	0	\$90/tC
Share of Proceeds (SP) on CDM	0	\$90/tC
Voluntary Compliance Payment	200	228 E99/tC
		62 E99/tCO2

CO2 Reductions Kyoto Target	of which Hot Air	IET	CDM	Domest	Missing	- HAE
798 M tC	324	0	0	849	-375	-375
2 926 M tCO2	1 186	0	0	3 114	-1 374	-1 374

Permit price	Fund from SP	Permits from SP
0,0 \$90/tC	0 M \$90 of which	
0,0 E99/tC	0 from IET	375 M tC
0,0 E99/tCO2	0 from CDM	

Reverse Auction	Fund from VCP
0 \$90/tC	0 M \$90 of which
0 E99/tC	0 to IET
0 E99/tCO2	0 to CDM

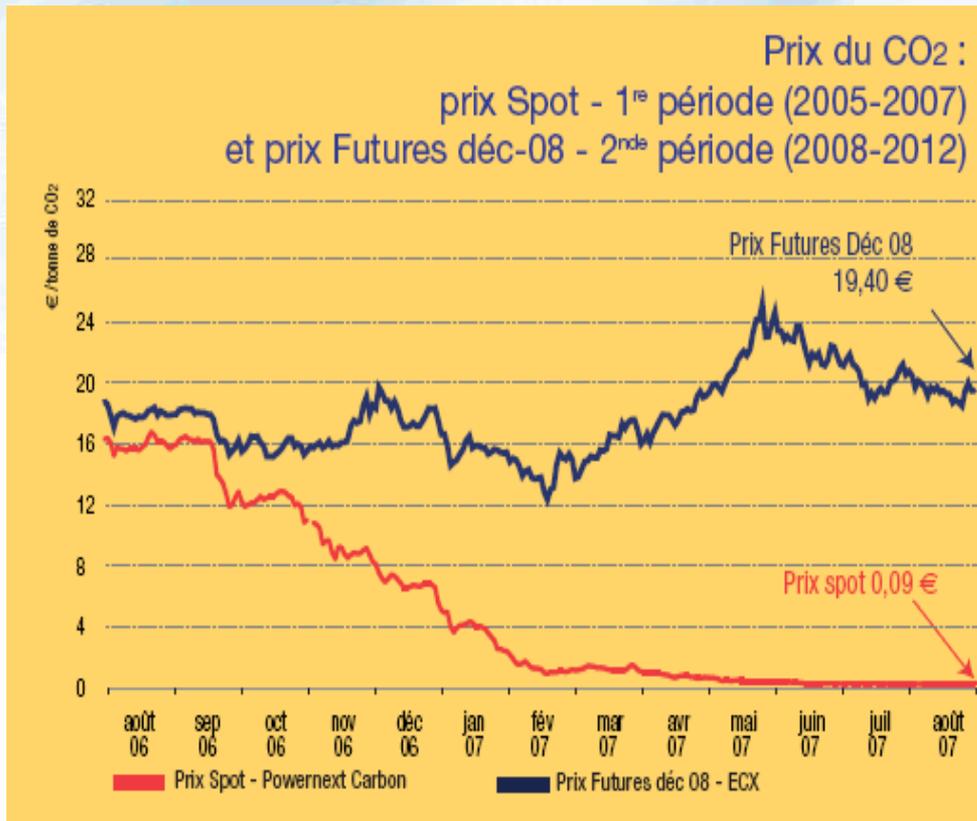


— Annex B Demand (no ceilings)
 — Annex B Supply (no ceilings)
 — Annex B + Non Annex B Supply (no ceilings)
 — Annex B Demand (with ceilings + ...)
 — Annex B Supply (with ceilings + ...)
 — Annex B Supply + CDM (with ceilings + ...)

For DG Research, 2000

1 \$90 = 1.142 \$95 = 1.142 E99

Un marché du carbone controversé ... mais essentiel pour le futur



Conclusions

- ◆ La poursuite du scénario « Baseline » -- ou sans politique forte -- conduit aux tensions sur les marchés du pétrole et du gaz, ainsi qu'au retour du charbon
- ◆ Inversement, la conduite de politiques climatiques ambitieuses rend les ressources d'hydrocarbures plus durables en limitant le changement climatique important
- ◆ Pour ce faire il faudra:
 - « Donner un prix au carbone » et accepter à terme un prix élevé (probablement 250-500 €/tCO₂ plutôt que 25-50 €/tCO₂)
 - Encourager le développement de technologies, matériaux, équipements, véhicules, bâtiments et systèmes « Très Basses Emissions » ou « Facteur 4 »
 - Mobiliser à travers des politiques locales ambitieuses (rôle des collectivités locales) les potentiels bâtiment et transports