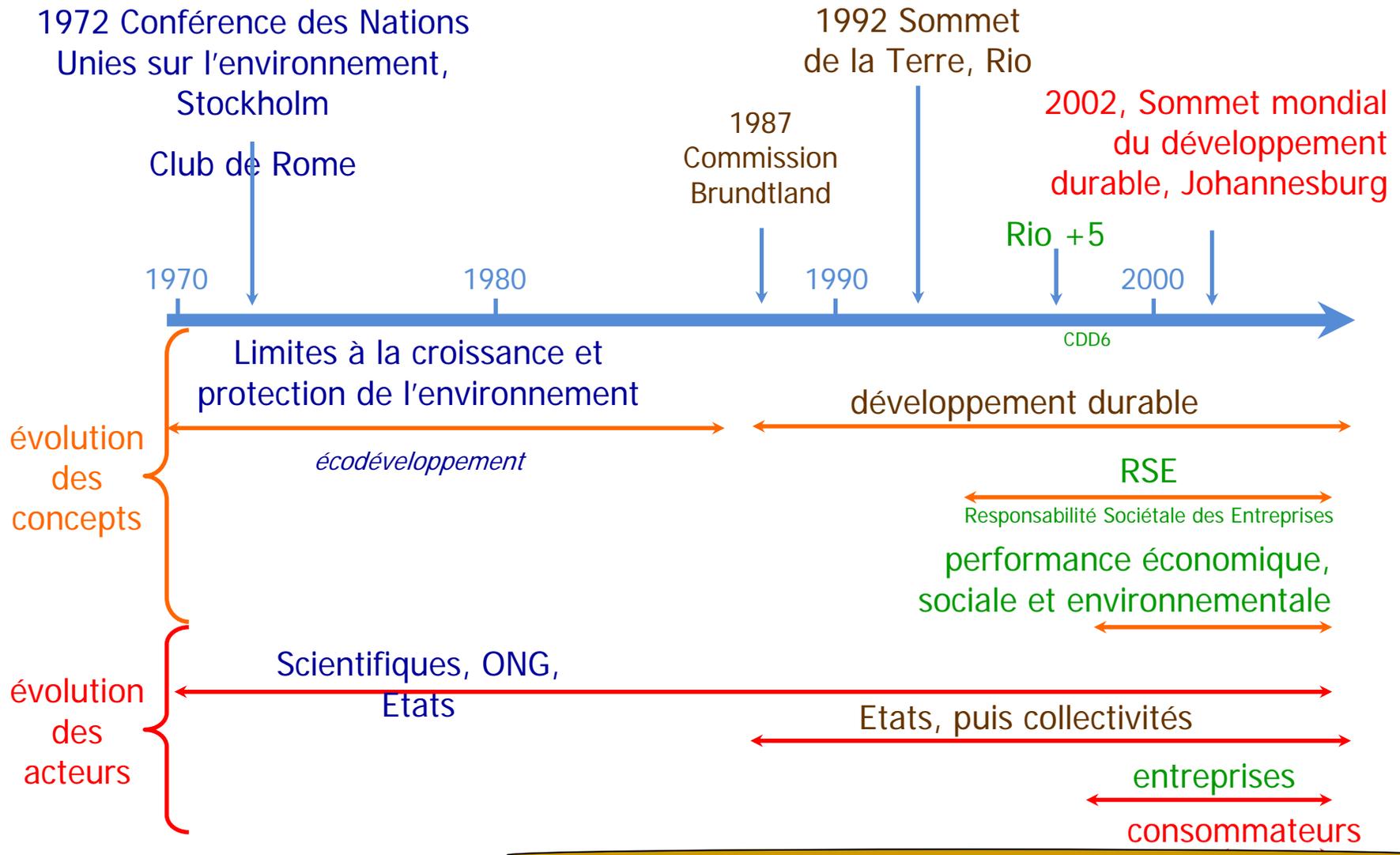

Les principaux enjeux environnementaux du siècle

Dominique Dron

Ecole des Mines de Paris / CEP

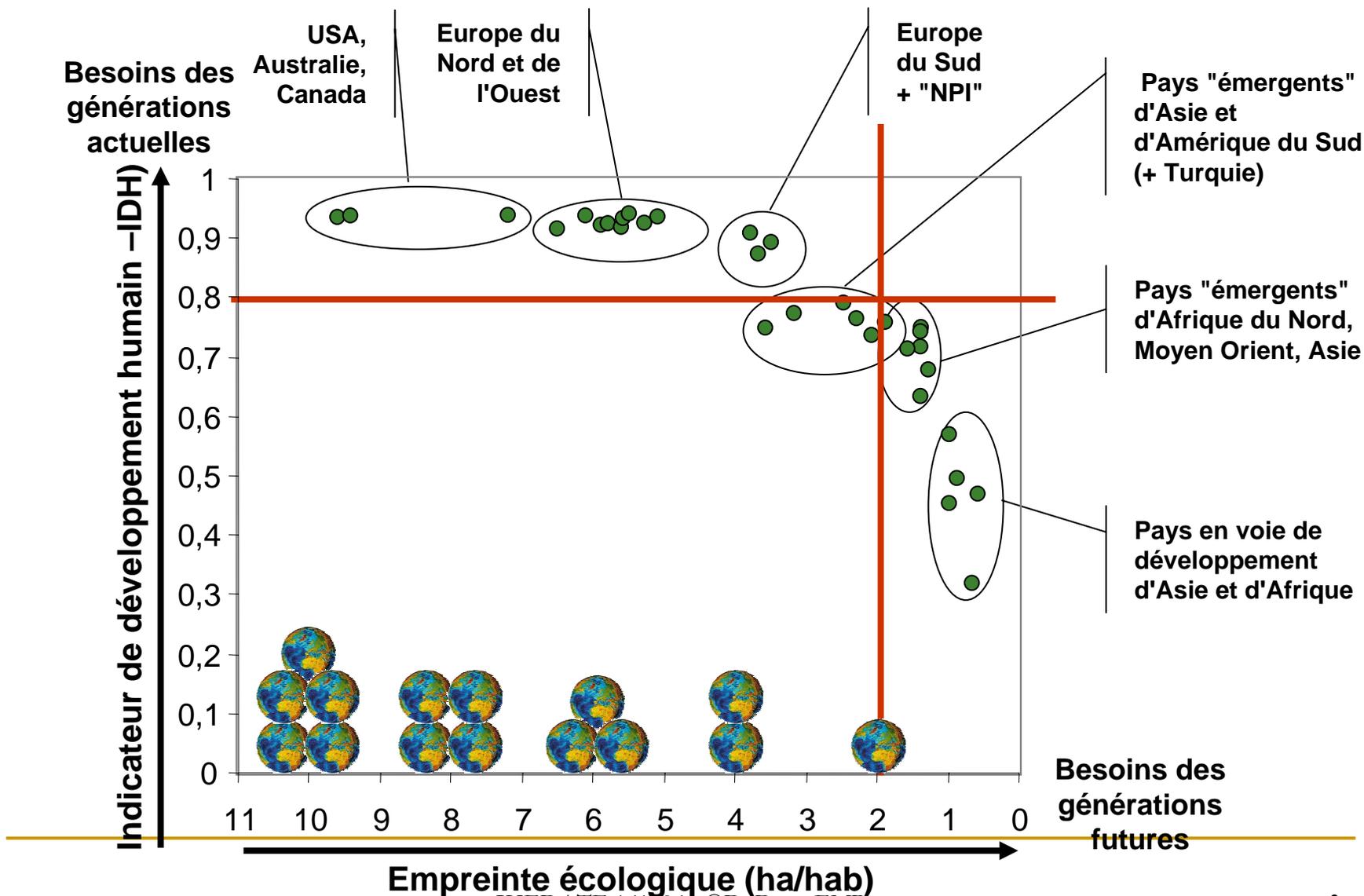
IHEDATE 16-17 novembre 2006

Les grandes dates du développement durable

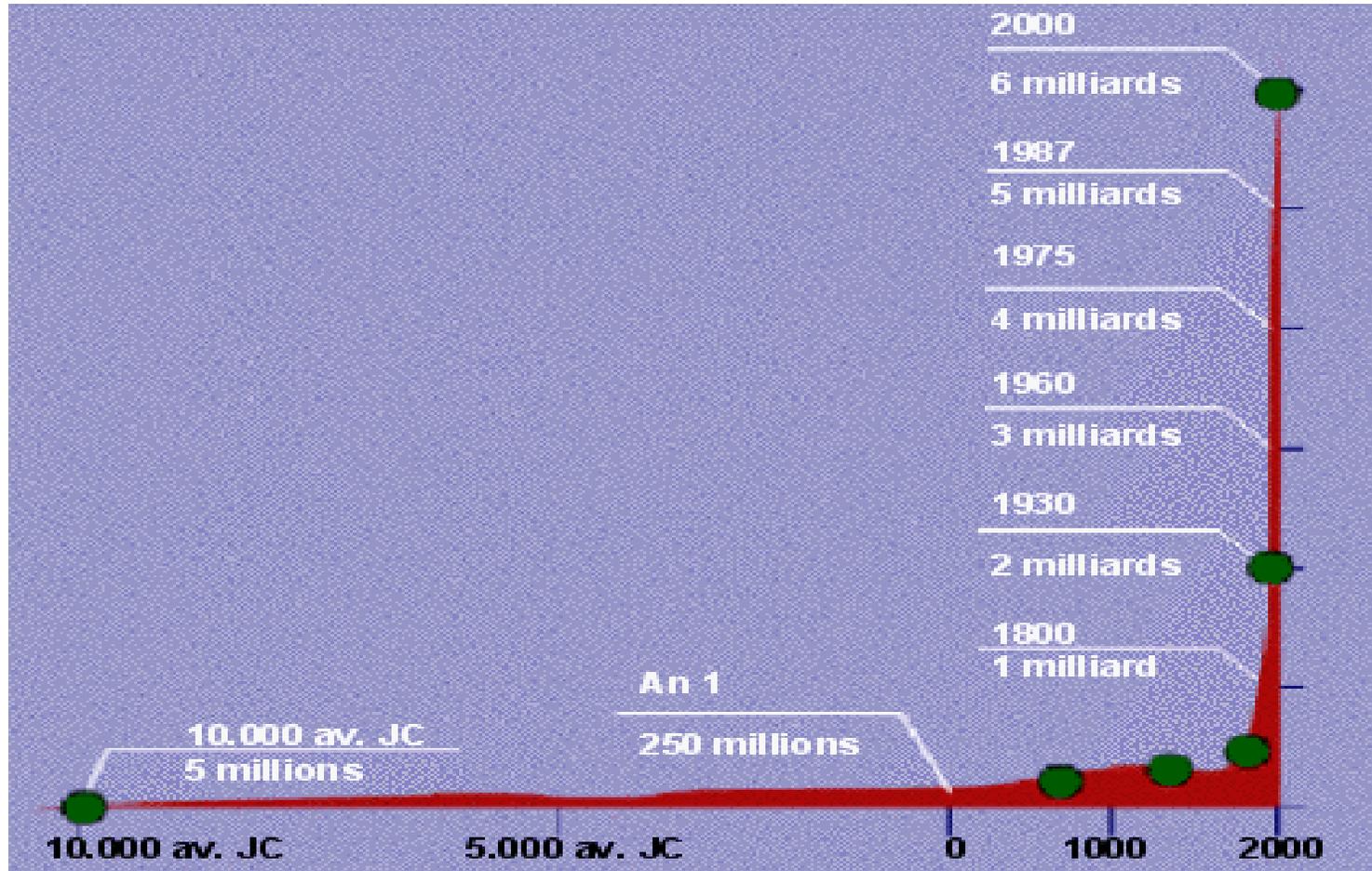


D'après C. Brodhag et AFNOR

Performance des nations en matière de développement durable : la question des nouveaux indicateurs



Un choc de population pour l'espace Terre

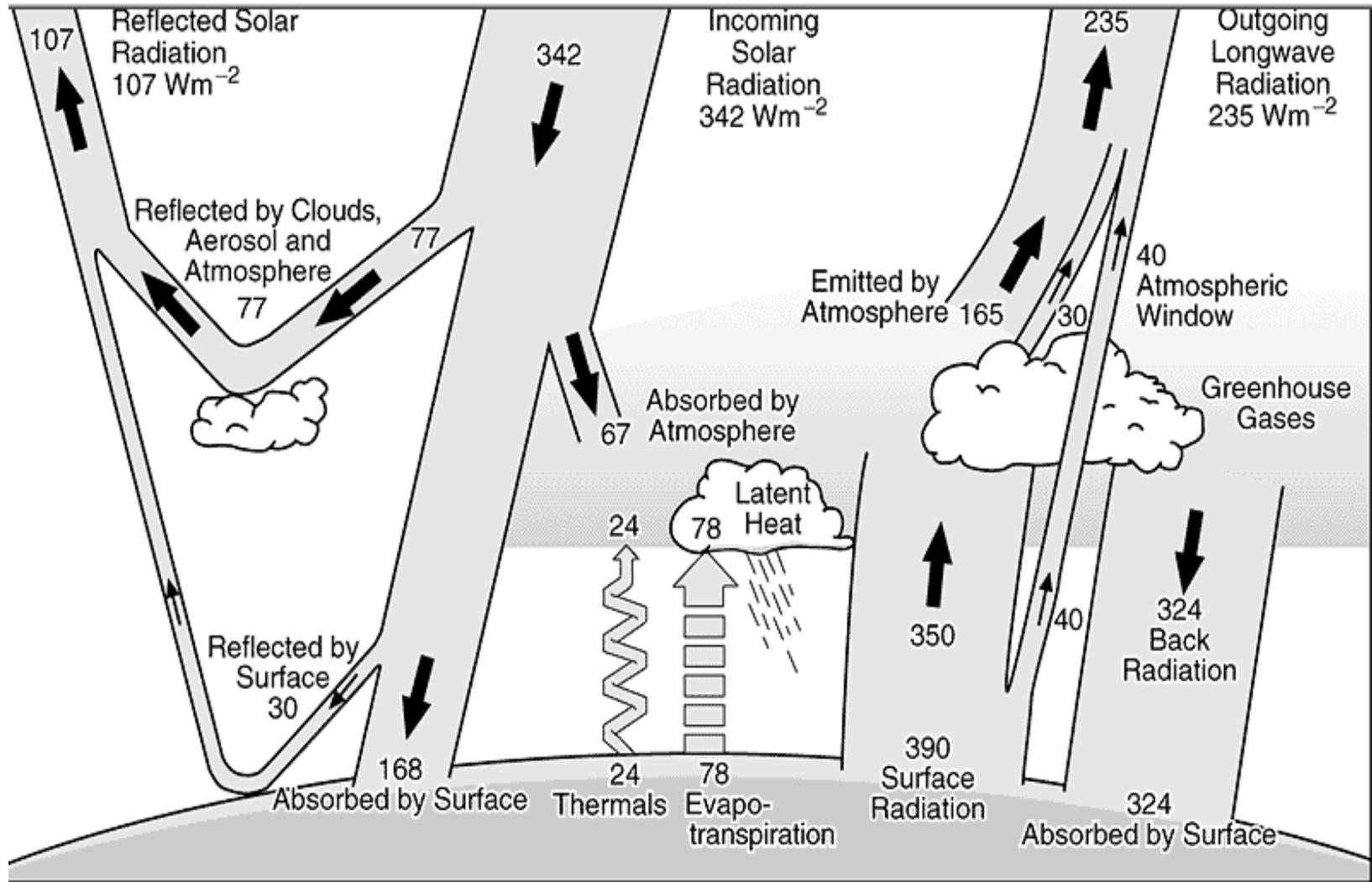


www.manicore d'après Schilling & Al. (1977), IEA (1997),

Quatre risques environnementaux pour l'humanité spécifiques du XXI^{ème} siècle

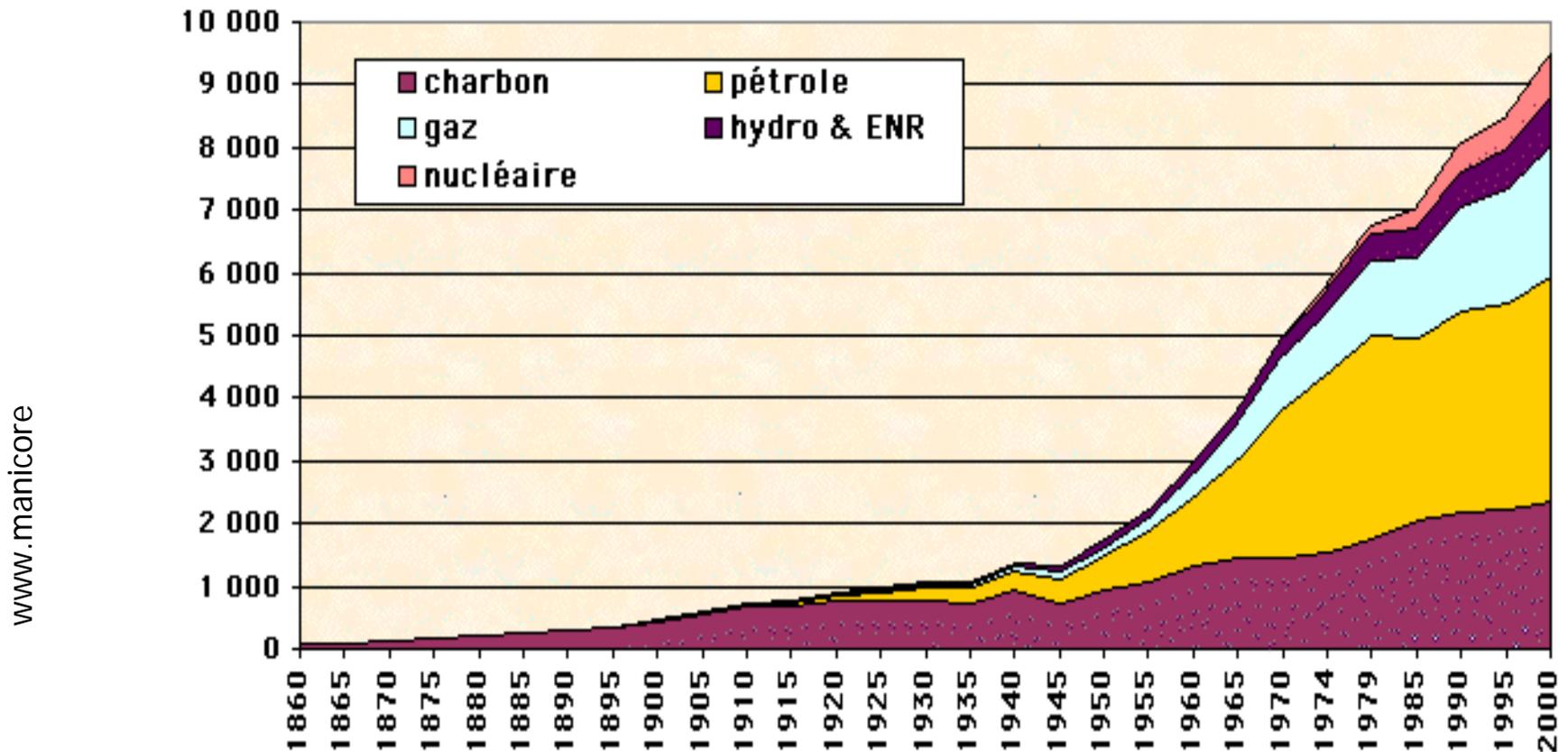
- Le climat
 - La diversité biologique
 - L'eau
- L'imprégnation chimique

L'effet de serre au naturel



Les hydrocarbures : une explosion récente

d'après Schilling & Al. (1977), IEA (1997), Observatoire de l'Énergie (1997)

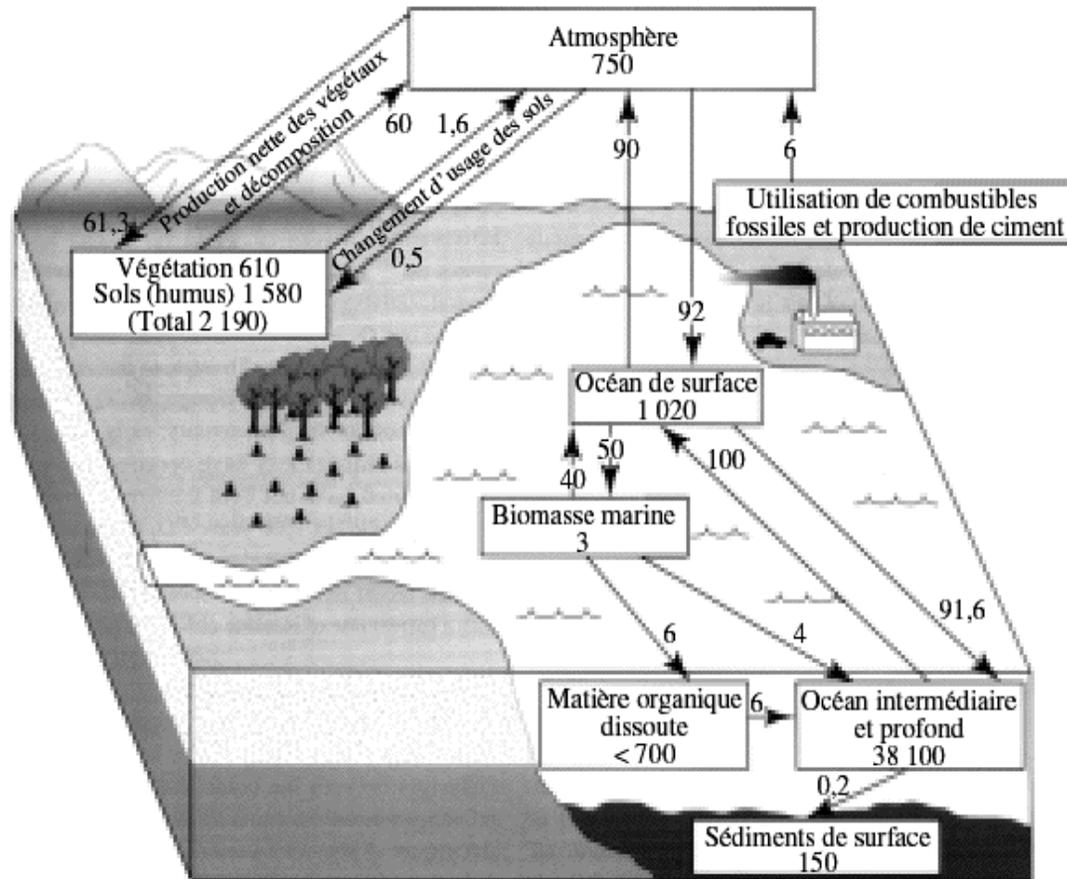


Depuis 1850, par habitant : **de 1 500km/an à 4 500 km/an (voyageurs)**
et de 10 t*km/an à 10 000 t*km/an (marchandises)

Source ADEME

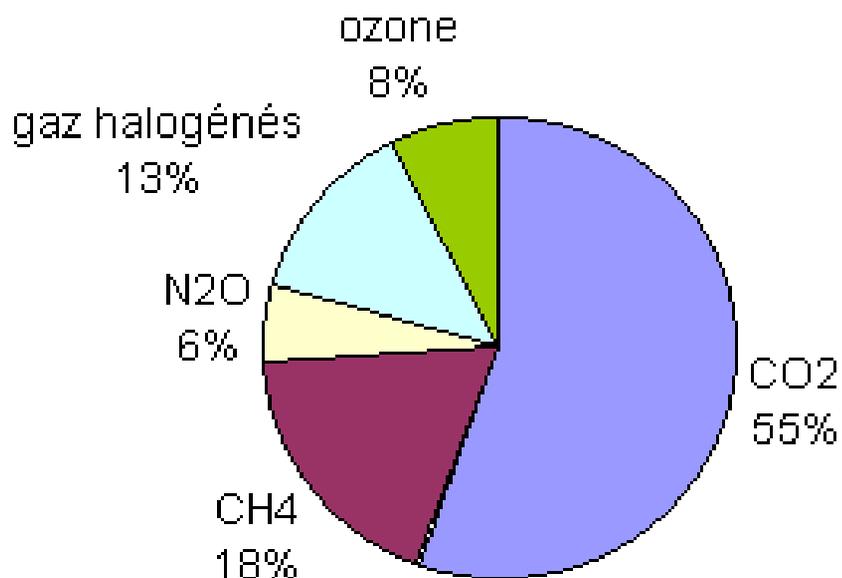
NB: Déforestation: un cinquième du CO2 mondial

Les échanges de carbone de la planète (GIEC 1996)

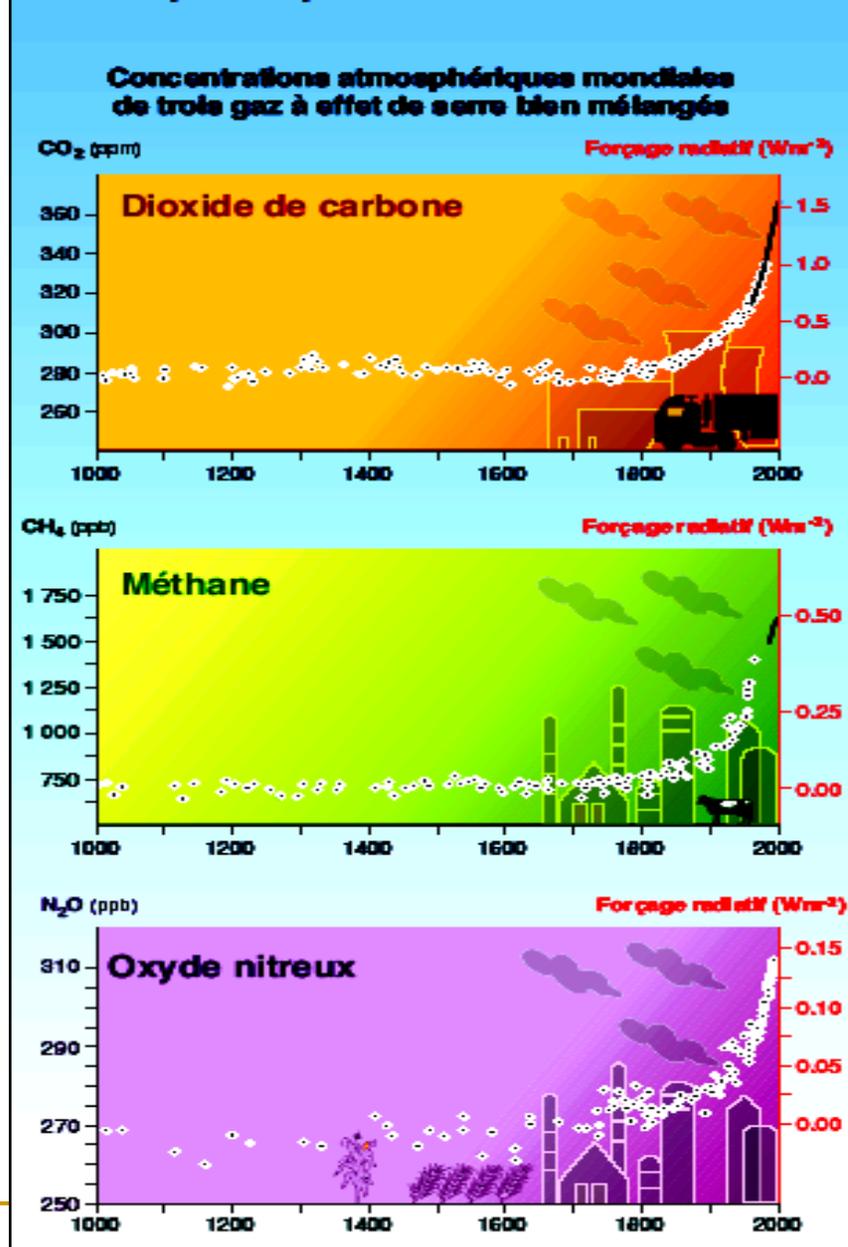


La concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère augmente

effet de serre additionnel



Indicateurs de l'influence humaine sur l'atmosphère pendant l'ère industrielle



6 gaz à effet de serre retenus par Kyoto

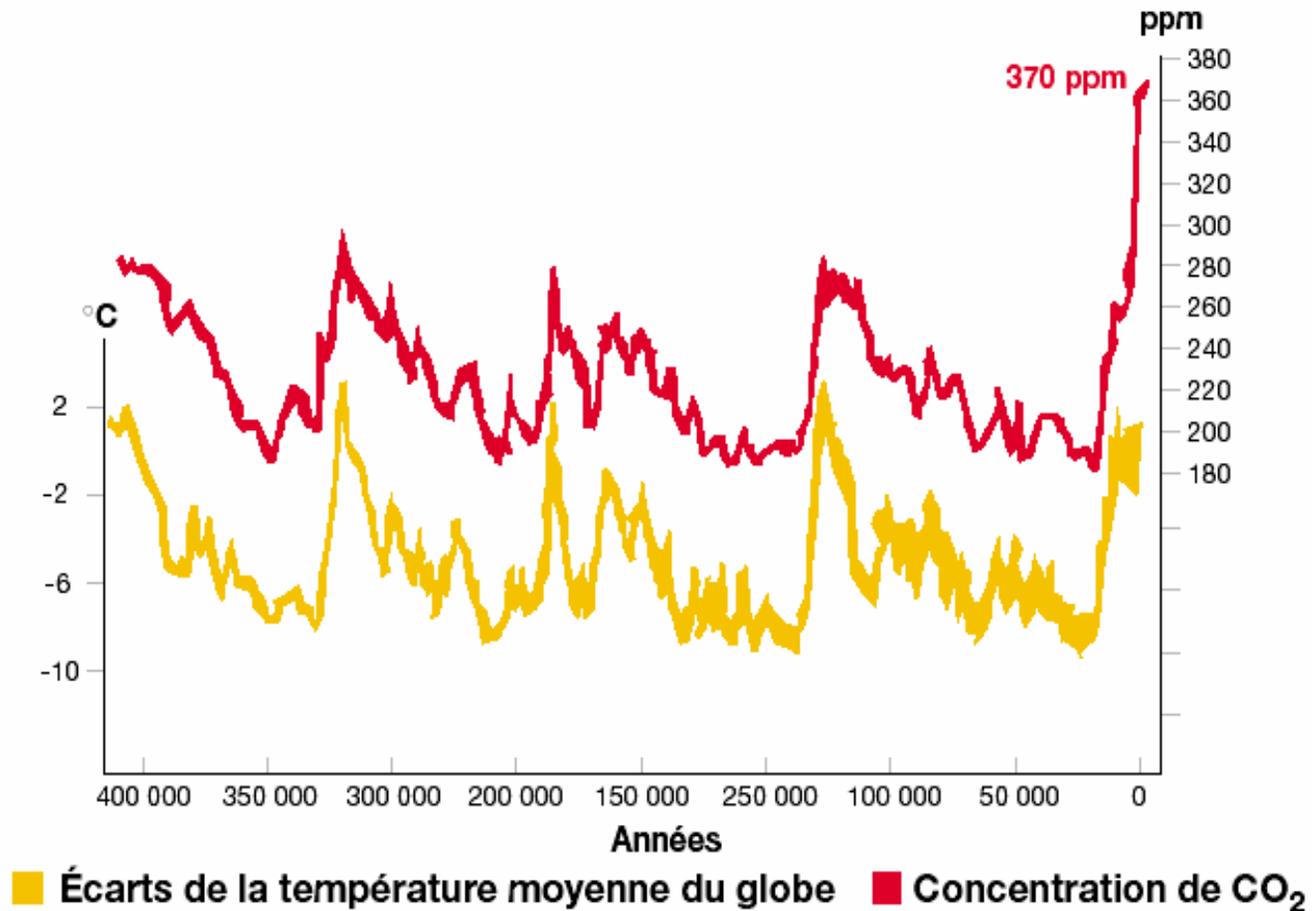


Pouvoir de réchauffement global des 6 gaz à effet de serre du Protocole de Kyoto

Gaz (formule)		Durée de vie	Formation du GES	PRG à 100 ans
Dioxyde de carbone (CO ₂)		50-200 ans	Combustion, décarbonatation	1
Méthane (CH ₄)		12 ans	Fermentation (déchets, entérique), fuites (gaz, charbon)	23
Protoxyde d'azote (N ₂ O)		114	Sols agricoles, Réactions chimiques	296
Gaz Fluorés	HFC	HFC-23 : 260 ans	Climatisation, solvants	12 à 12 000
	PFC	CF ₄ : 50 000 ans	Procédés industriels (en part. métallurgie)	5 700 à 11 900
	SF ₆	3 200	Procédés particuliers, équipements électriques	22 200

Quatre gaz à effet de serre indirect : SO₂, NO_x, COVNM, CO, +CFC (Protocole de Montréal)

Concentration de CO₂ dans l'atmosphère et écarts de température moyenne du globe depuis 400 000 ans

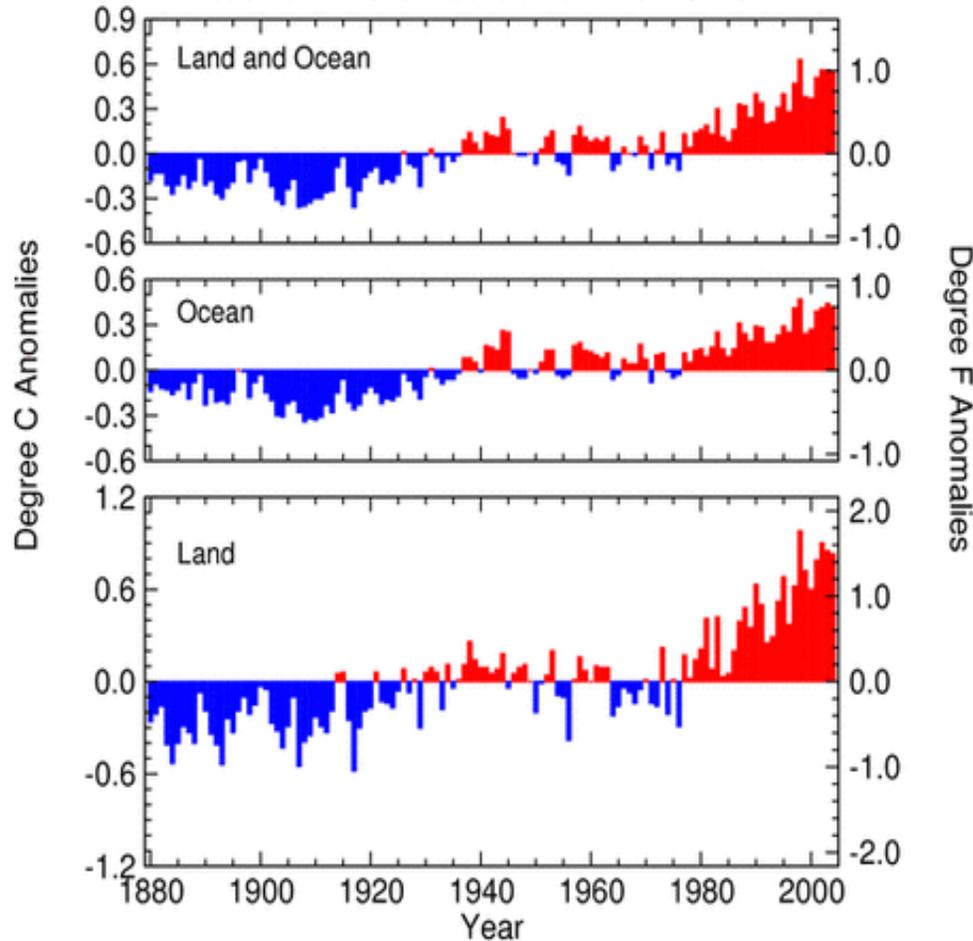


Source GIEC

Les données les plus récentes confirment les précédentes: la température globale de surface de la Terre augmente...

Jan - Dec Global Surface Mean Temp Anomalies

National Climatic Data Center/NESDIS/NOAA



Les années les plus chaudes depuis 1890

(Goddard Institute NASA, janv 06 et Meteo-France, sept 2006)

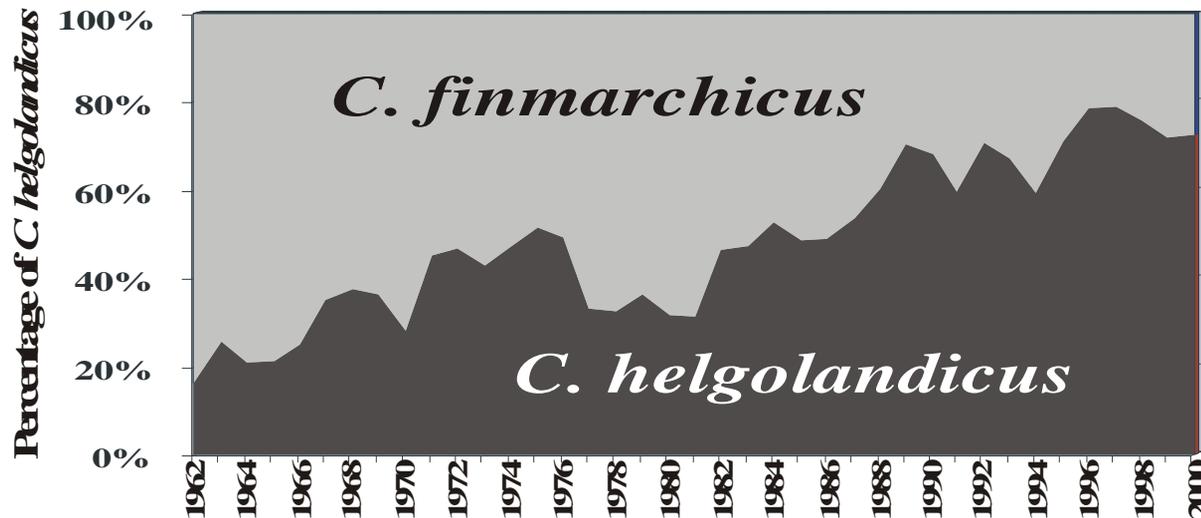
- ❑ 2005 (exceptionnel sur l'Arctique, sans El Nino)
 - ❑ 1998 (El Nino)
 - ❑ 2002
 - ❑ 2003
 - ❑ 2004
 - ❑ été 2006: le plus chaud après 2003: juin +2°C, juillet +4,2°C, août -1,2°C; total +1,7°C/1960-90
-
- Réchauffement depuis 1970: +0,6°C (mais +2°C en Sibérie et +4°C en Antarctique ouest)
 - Réchauffement depuis 1860-1900: +0,8°C

Constats

- 280ppm en 1750, 380ppm en 2005, +2ppm/an (2,08 en 2003; 2,54 en 2004). L'humanité émet deux fois plus de carbone que le système terre-atmosphère ne peut en capter
- Réchauffement exceptionnel depuis 1 siècle (plus depuis 50 ans, plus la nuit) : +0,8°C (2,8W/m²), +2,5°C sur l'Arctique
- Antarctique: +3,5°C depuis 1945 ; 100Mt/an de glace perdues; Arctique: 40% calotte en moins depuis 1960
- Réduction de 80% des glaciers du globe; recul du permafrost sibérien
- Réchauffement des océans (+1°C en NZ sur 100 ans)
- Elévation du niveau des océans: 1,5 à 2mm/an au XXème, 3 aujourd'hui
- Été 2003 en Europe: 20 à 30% de production biologique en moins, relargage de 500MtC (4 ans), 35000morts
- Energie des cyclones atlantiques doublée entre 1930 et 2004, les plus importants (4-5 cat) passent de 18% (1970) à 35% (2004)
- Des phénomènes accélérateurs identifiés et mesurés qui pourraient aboutir à des températures de fin de siècle de +8°C en tendanciel>> nécessité de rester dans les scénarii minimaux

Marine species composition

- Northward shift of zooplankton species by up to 1 000 km and major reorganisation of plankton ecosystems over last 30 years
- Increase of presence and number of sub-tropical species in the North Sea over the last decade

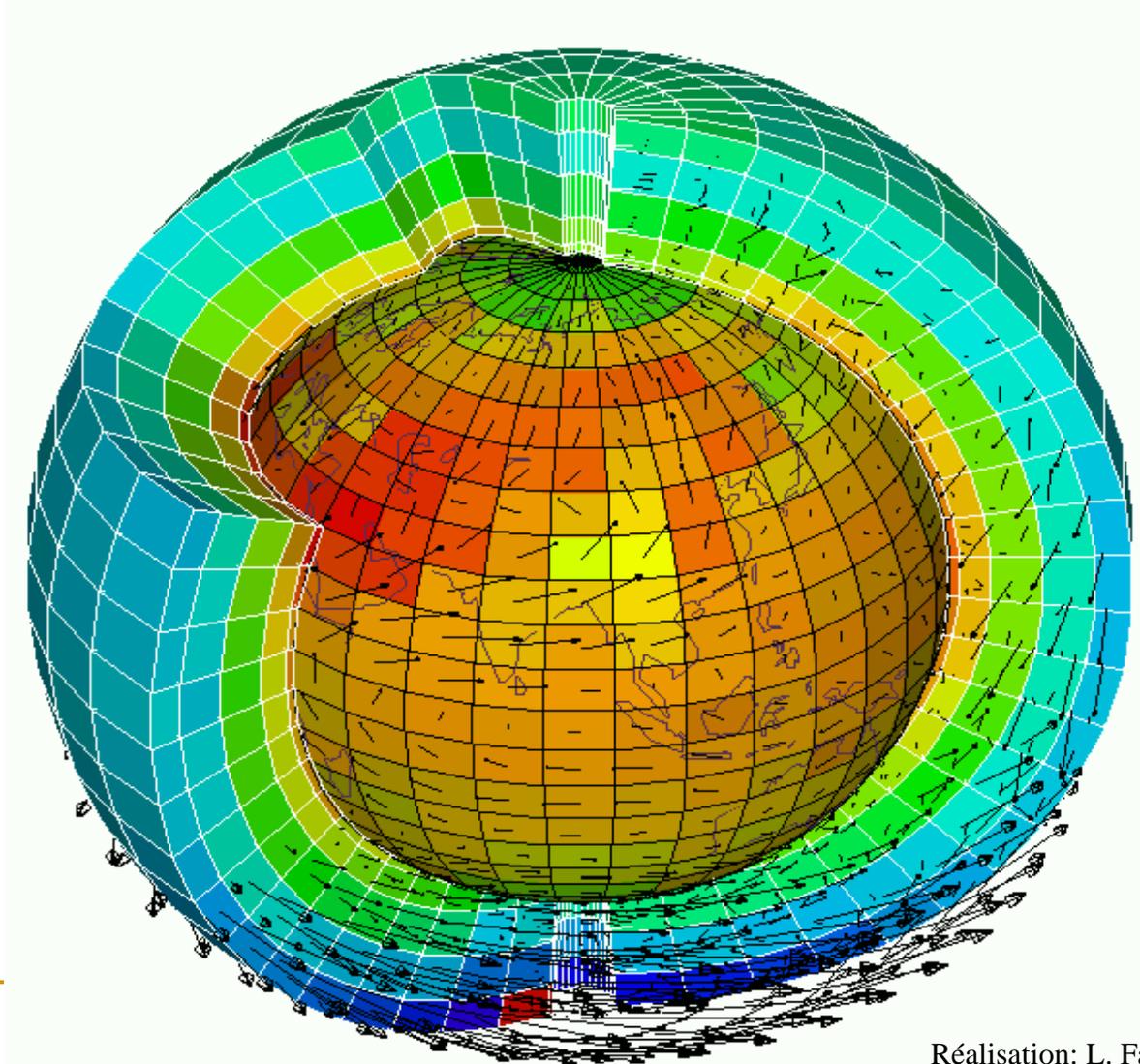


- Further northward shift

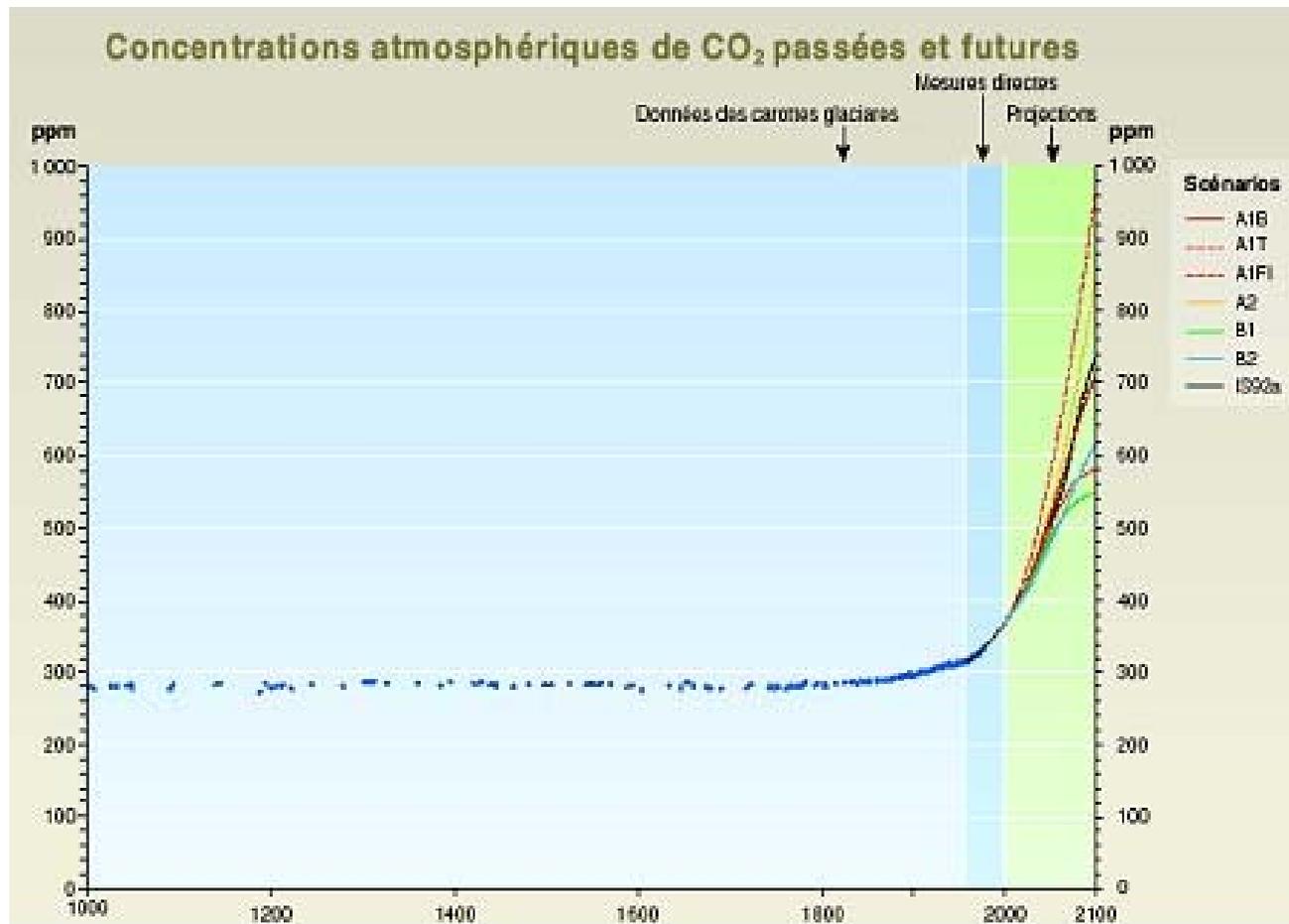
Data-sources: SAHFOS (CPR), ...

Modélisation numérique 3D du climat

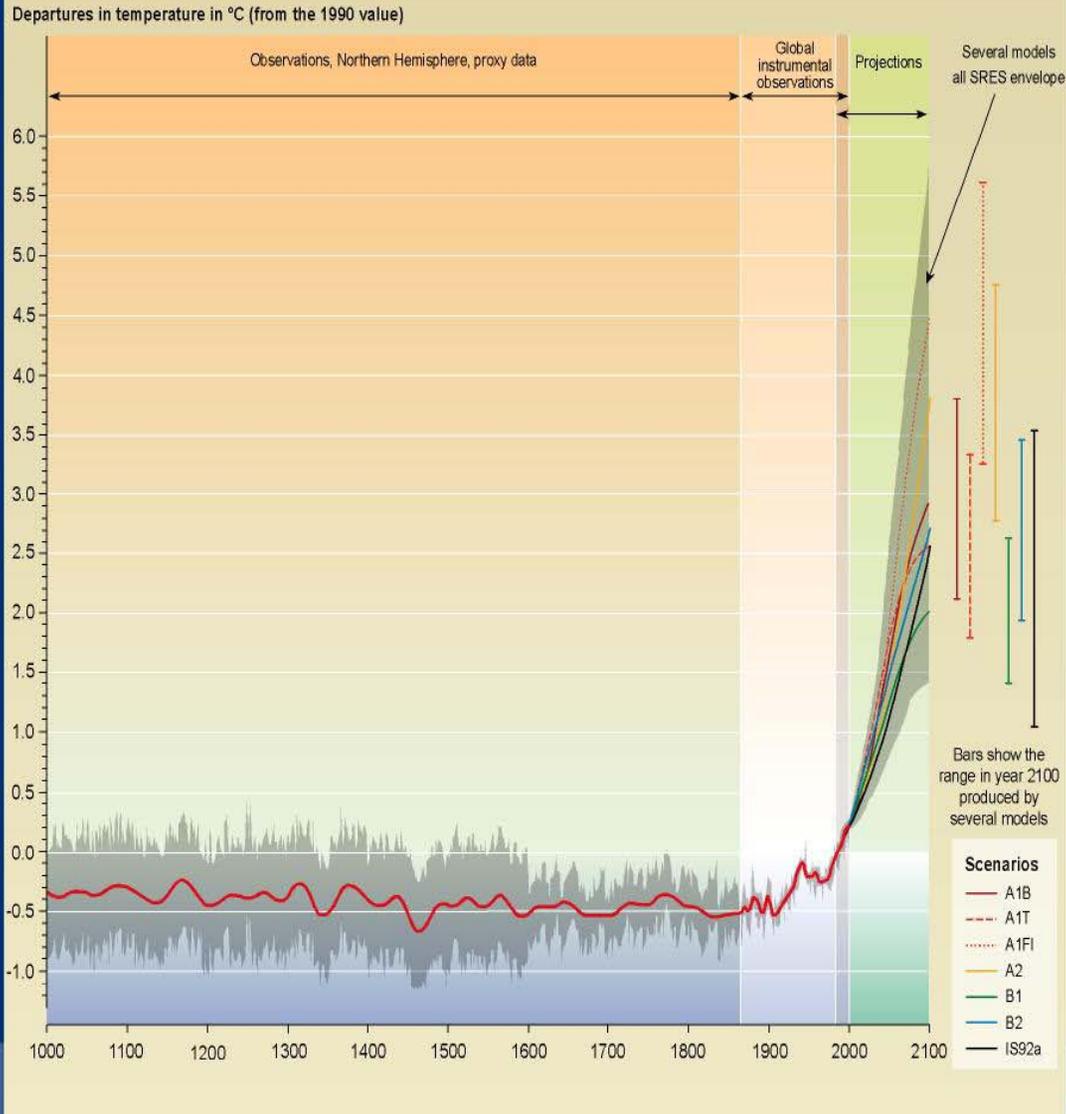
Discretisation et résolution numérique



CO2 atmosphérique de 1000 à 2100 (GIEC)



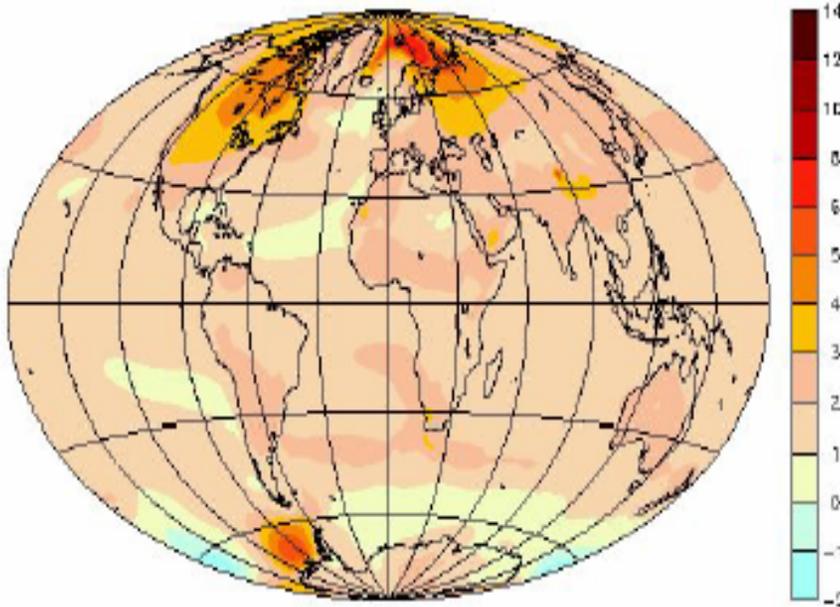
Variations of the Earth's surface temperature: year 1000 to year 2100



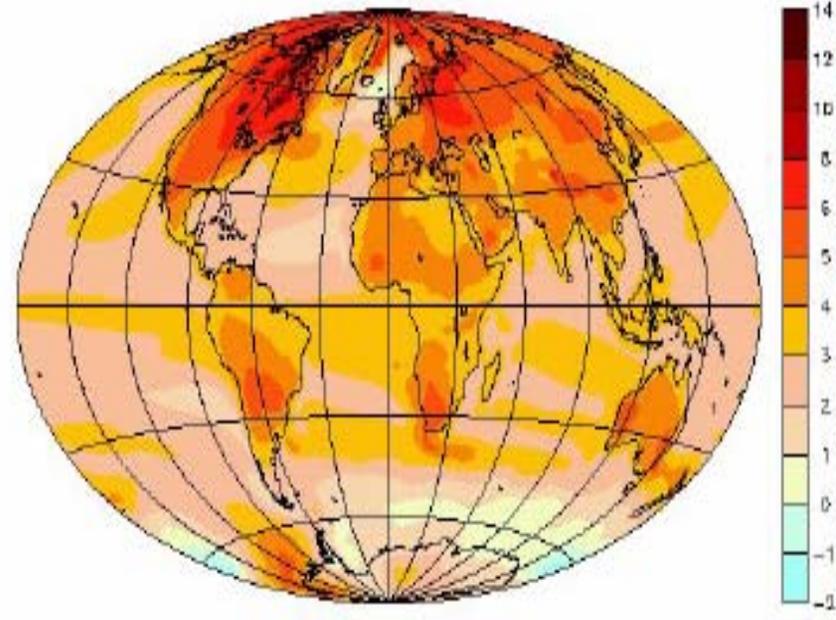
SYR - FIGURE 9-1b

Réchauffement fin XXI^o sous B1 (+2°C) et A2 (+4,5°C)

IPSL 2005



IPCC / IPSL - SRESB1 scenario - Anomalies de la temperature (deg C)
(2090-2099) comparee a (2000-2009)



IPCC / IPSL - SRESA2 scenario - Anomalies de la temperature (deg C)
(2090-2099) comparee a (2000-2009)

Mesures et perspectives : GIEC 2001

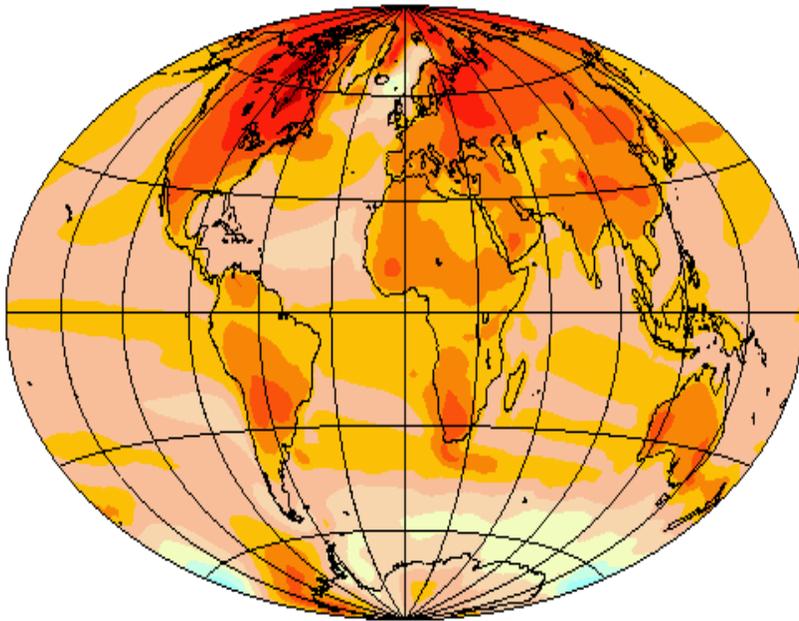
Fiabilité des variations observées (deuxième moitié du XX ^e siècle)	Variation des phénomènes	Fiabilité des variations prévues (au XXI ^e siècle)
Probable	Températures maxima plus élevées et davantage de jours de canicule sur presque toutes les terres	Très probable
Très probable	Températures minima plus élevées, moins de jours de froid et de gel sur presque toutes les terres	Très probable
Très probable	Rétrécissement de la gamme de températures diurnes sur presque toutes les terres	Très probable
Probable sur de nombreuses régions	Augmentation de l'Indice thermique^b sur les terres	Très probable dans presque toutes les régions
Probable, sur de nombreuses régions de terres de l'hémisphère Nord aux latitudes moyennes à élevées	Précipitations plus intenses^b	Très probable, sur de nombreuses régions
Probable, dans quelques régions	Accroissement de l'assèchement continental l'été accompagné d'un risque de sécheresse	Probable, sur la plupart des terres continentales aux latitudes moyennes (Manque de projections homogènes pour d'autres régions)
Non observées dans les quelques rares analyses disponibles	Augmentation de l'intensité maximale des vents lors de cyclones^c	Probable, dans quelques régions
Données insuffisantes pour permettre une évaluation	Augmentation des intensités moyenne et maximale des précipitations lors de cyclones tropicaux^c	Probable, dans quelques régions

Conventions de langage GIEC

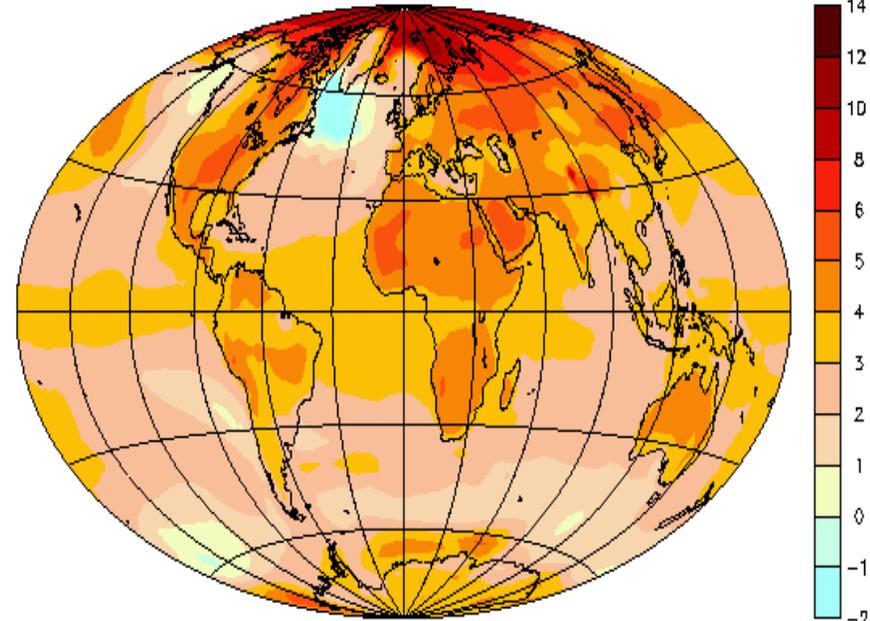
- Certain
- Quasi-certain
- Très probable
- Probable
- Probabilité 100%
- Probabilité >99%
- 99 > Probabil. > 90%
- 90 > Probabil. > 60%

Projection pour l'an 2100

Changement des températures pour le scenario A2

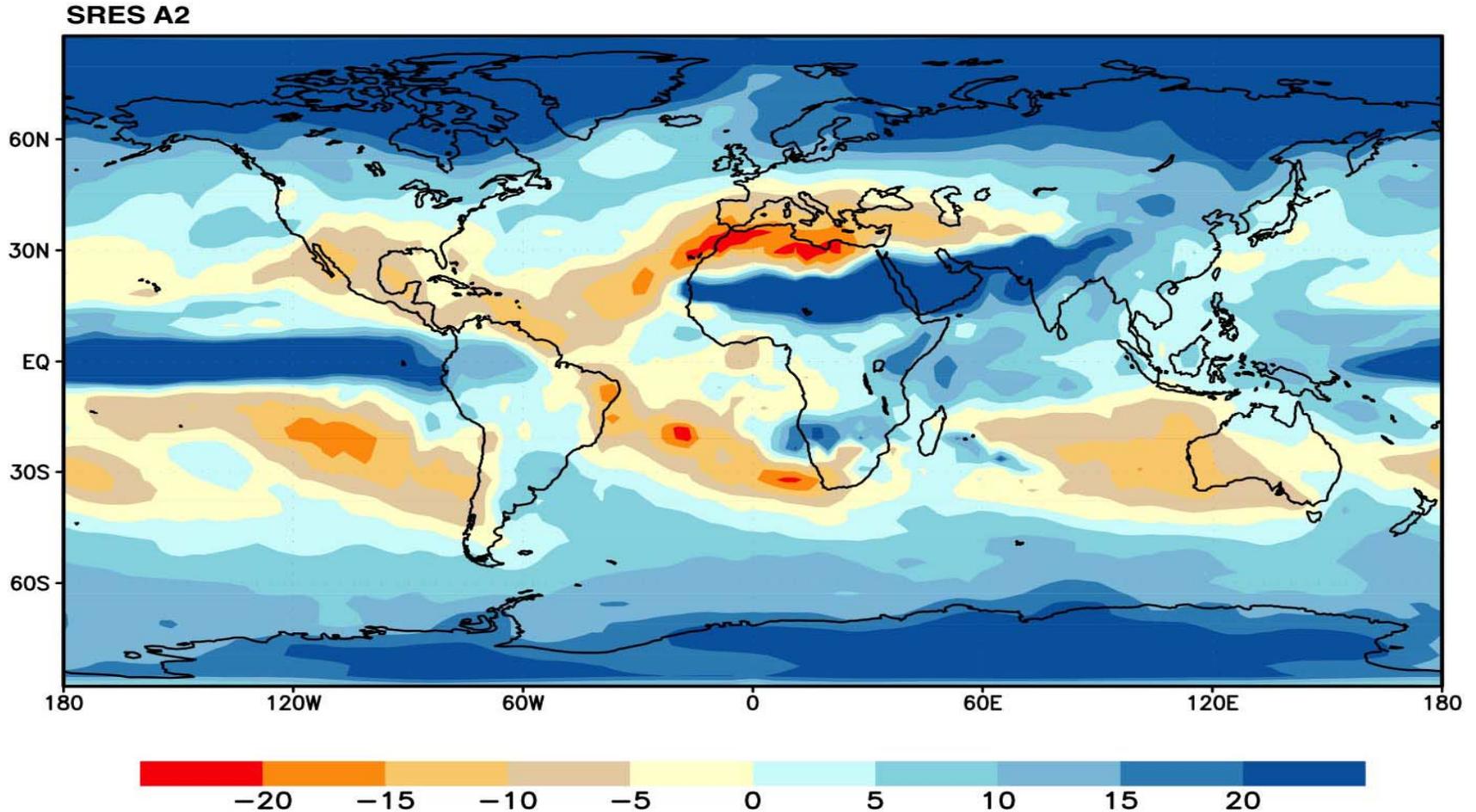


IPCC / IPSL - SRESA2 scenario - Anomalies de la temperature (deg C)
(2090-2099) comparee a (2000-2009)



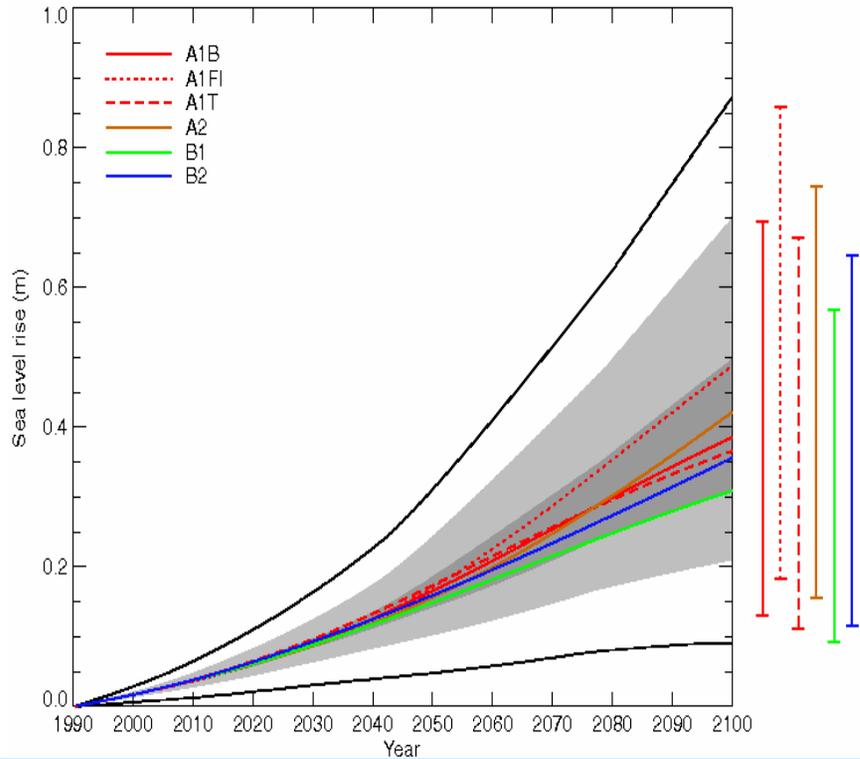
IPCC / CNRM - SRESA2 scenario - Anomalies de la temperature (deg C)
(2090-2099) comparee a (2000-2009)

Certaines régions devraient devenir plus humides, d'autres plus sèches, avec des précipitations accrues en moyenne mondiale (source GIEC 2001)



Changement des précipitations annuelles moyennes de 2071 à 2100 par rapport à 1990

- Sea levels around Europe increased by between 0.8 mm/yr (Brest and Newlyn) and 3.0 mm/year (Narvik)



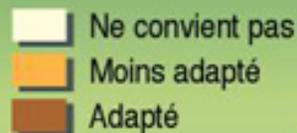
- Projected rate of SLR in the 21st century is 2.2 to 4.4 times higher
- Sea level is projected to continue to rise for centuries

Data-sources: PSMSL, ESEAS,...

Des cultures ne seront plus possibles aux mêmes endroits

Impact de l'augmentation des températures sur le café robusta en Ouganda

(2/3 devises)



Températures
actuelles

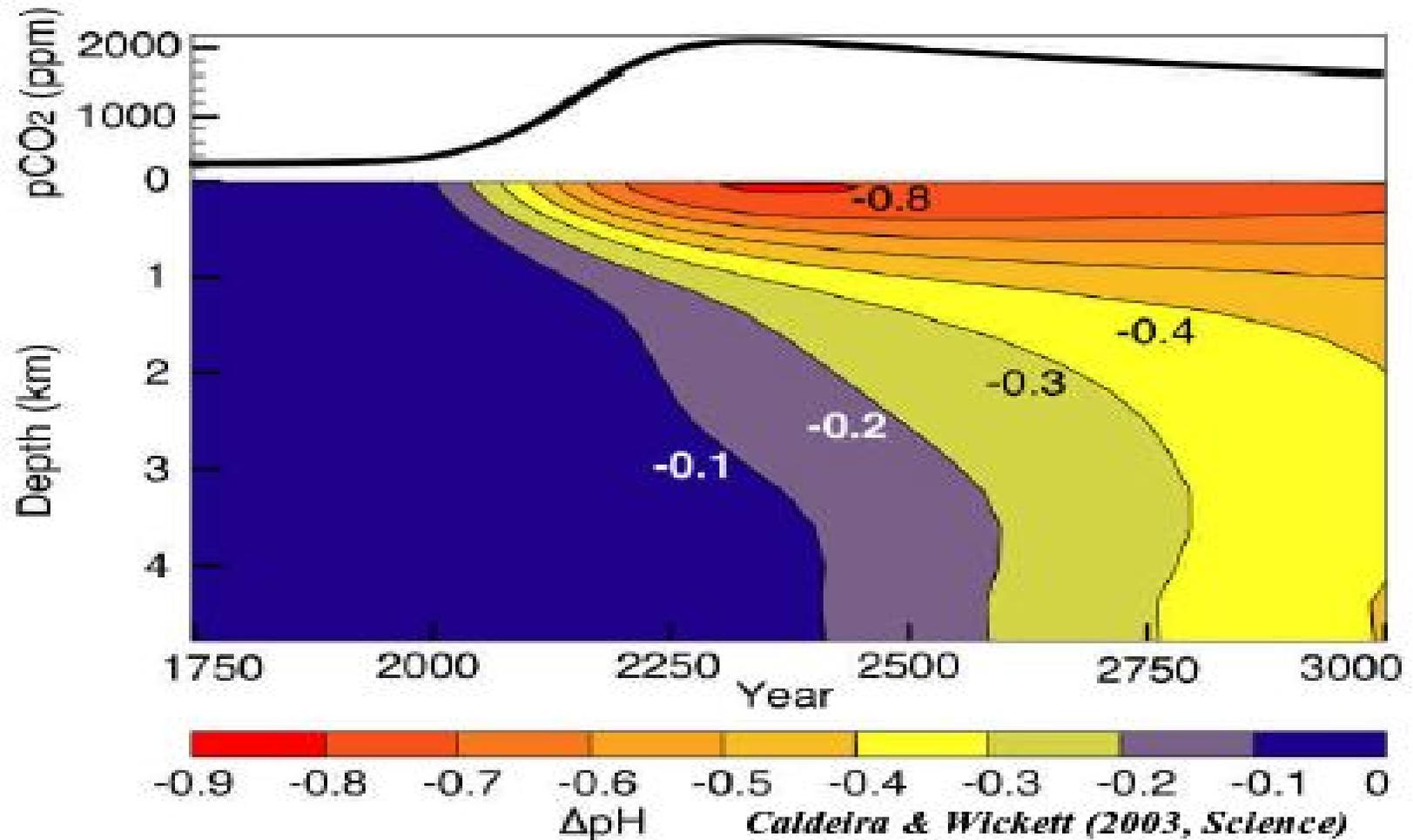


Augmentation
des températures de 2°C

Quelques effets prévisibles

- Des phénomènes accélérateurs naturels:
 - ❑ Océan: température et pH
 - ❑ Puits terrestres devenant sources
 - ❑ Albedo arctique et subarctique
 - ❑ Permafrost
 - ❑ Amazonie
- Des productivités biologiques diversement évolutives
 - ❑ Ex Inde: bois et récoltes
 - ❑ Ex UE: céréales, forêts, légumes
 - ❑ Ex Russie

Plus de CO₂ dans l'air signifie aussi un océan plus acide

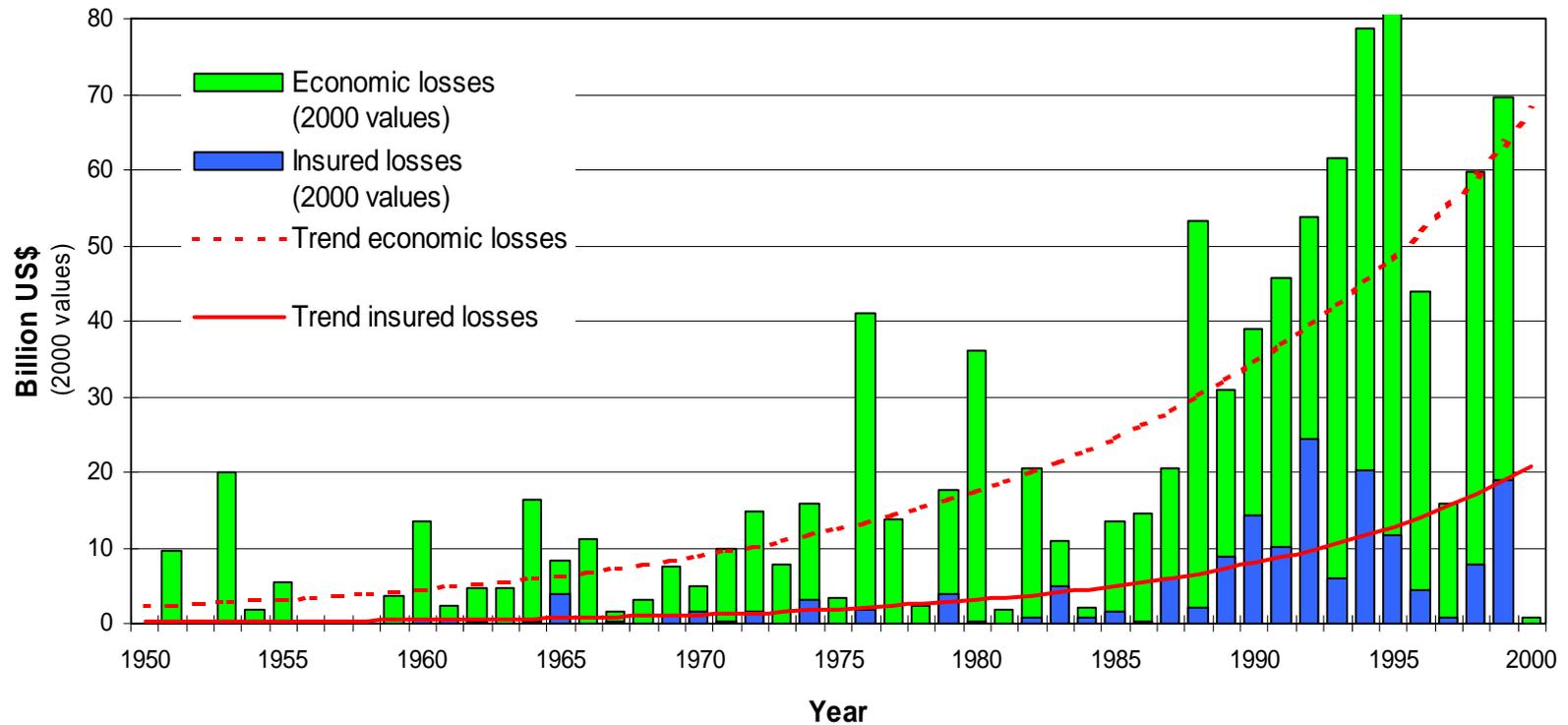


Katrina (USA) août 2005



Les plus importantes catastrophes naturelles 1950 – 2000 (source Swiss re)

Economic and insured losses with trends



G\$ 2004		morts et disparus	année	pays
45	Katrina	1281 (1,5M déplacées)	2005	USA
32,4	WTC	3025	2001	USA
22,3	Andrew	43	1992	USA Bahamas
18,4	Séisme Northridge	61	1994	USA
11,7	Ivan	124	2004	USA Caraïbes
10	Rita	34	2005	USA
10	Wilma	35	2005	USA Mexique
8,3	Charley	24	2004	USA Caraïbes
8,1	Mireille	51	1991	Japon
6,9	Daria	95	1990	France, UK...

EFFETS GLOBAUX DE QUELQUES SEUILS THERMIQUES

(relations températures/ppm et températures/époque d'après GIEC 2001¹ ; relations températures/effets d'après GIEC (Exeter) février 2005)

T°C/1990	ppmCO ₂ seul (med. approx ² .)	quelques effets	époque sous B1	époque sous A2
+1	400	<i>perte des récifs coralliens</i>	2050 ?	<<2050
+2	450-500	<i>1,5Md personnes en pénurie d'eau ; perte d'un quart à 50% des espèces vivantes selon les zones</i>	2100 ?	<2050 ?
+2,7	500-550	<i>fonte calotte Groenland : +6 à 7m ; 2,5Md personnes en pénurie d'eau : forêt amazonienne totalement remplacée par la savane (>>+1,5°C) ; -80% récoltes en Afrique du sud</i>	>2100 ?	2050 ?
+3	550-650	<i>fonte calotte ouest antarctique: +6 à 7m ; inversion généralisée des puits de carbone végétaux; plus de 3 Md personnes en pénurie d'eau</i>	>2100	2080 ?
+4	650-750	<i>jusqu'à 30% de risques d'arrêt du Gulf Stream avant 2100 contre moins de 10% à +2°C (Rahmstorf)</i>		2100 ?
>+4,5	>750	<i>perte d'un tiers à 60% des cultures majeures en moyenne sur le globe</i>		2100 ?

¹ Susceptible de sévérisation après prise en compte des résultats récents sur les phénomènes accélérateurs biologiques et océaniques.

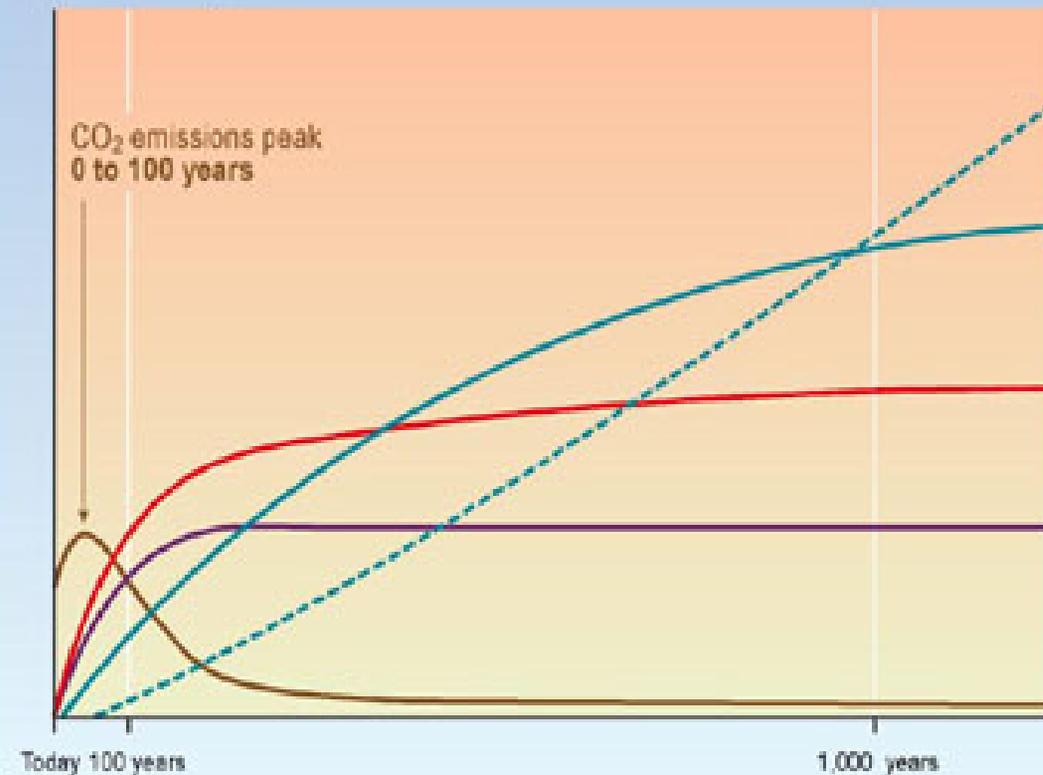
² Ordre de grandeur ne reflétant pas la totalité des recouvrements des intervalles de confiance des scénarios

2°C seulement, est-ce cher?

- Division par 2 en 2050 pour ne pas dépasser 2°C d'élévation (450ppm à stabilisation) selon 12 modèles mondiaux: « *une perte cumulée de 4% du PIB en 2050 dans le pire des cas, soit une diminution de 0.069% des taux de croissance annuels, ceci sans tenir compte des dommages évités* » CIREN, 2002
- E. Morley, secrétaire d'Etat environnement, GB, 2004 : -60%CO2 = -6 mois de croissance en 2050...
- Bénéfices secondaires: pollution de l'air, conflits évités, baisse du prix de l'énergie, chutes agricoles...
- Coûts monétarisés du CC : 5 à 20% PIB mondial (N. Stern)

CO₂ concentration, temperature, and sea level continue to rise long after emissions are reduced

Magnitude of response



Time taken to reach
equilibrium

Sea-level rise due to ice melting:
several millennia

Sea-level rise due to thermal
expansion:
centuries to millennia

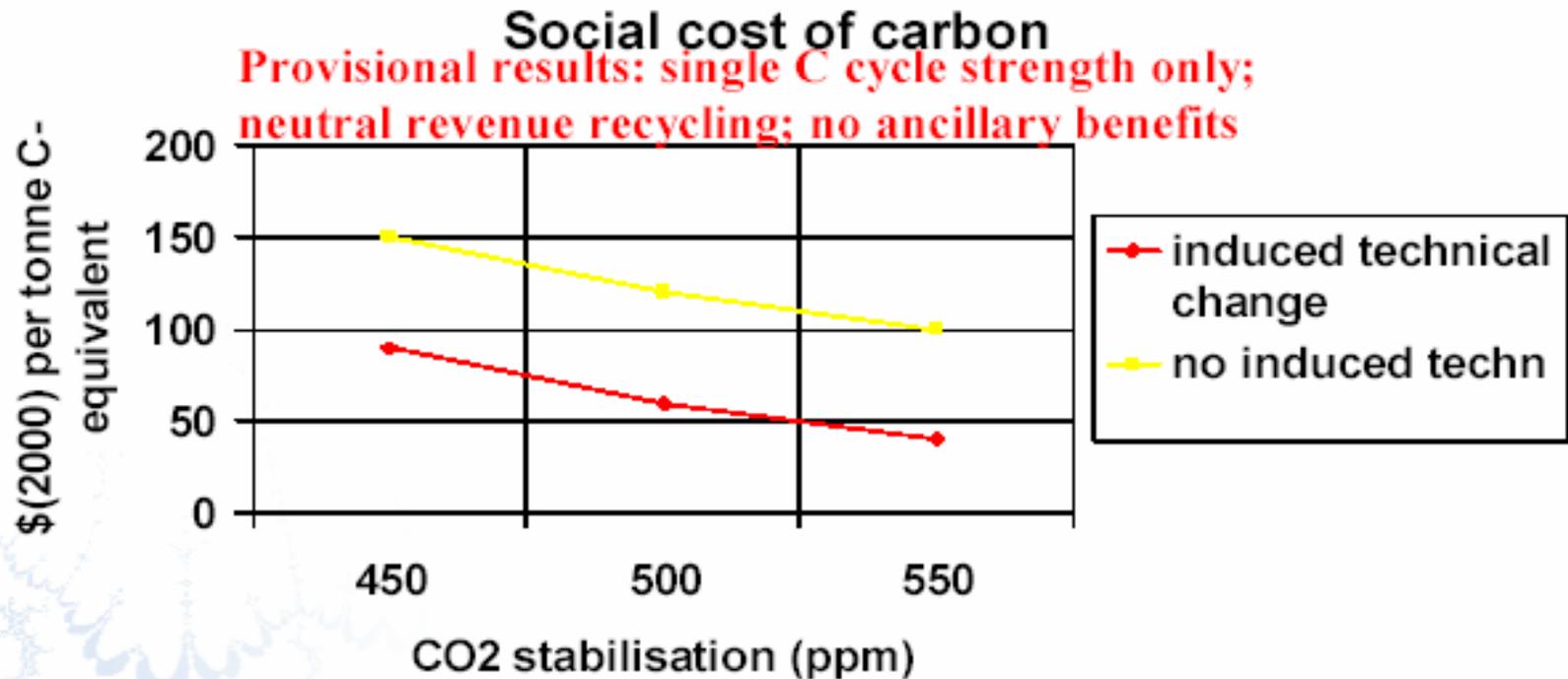
Temperature stabilization:
a few centuries

CO₂ stabilization:
100 to 300 years

CO₂ emissions

SYR - FIGURE 5-2

The global social cost of carbon: E3MG solutions 2000-2100

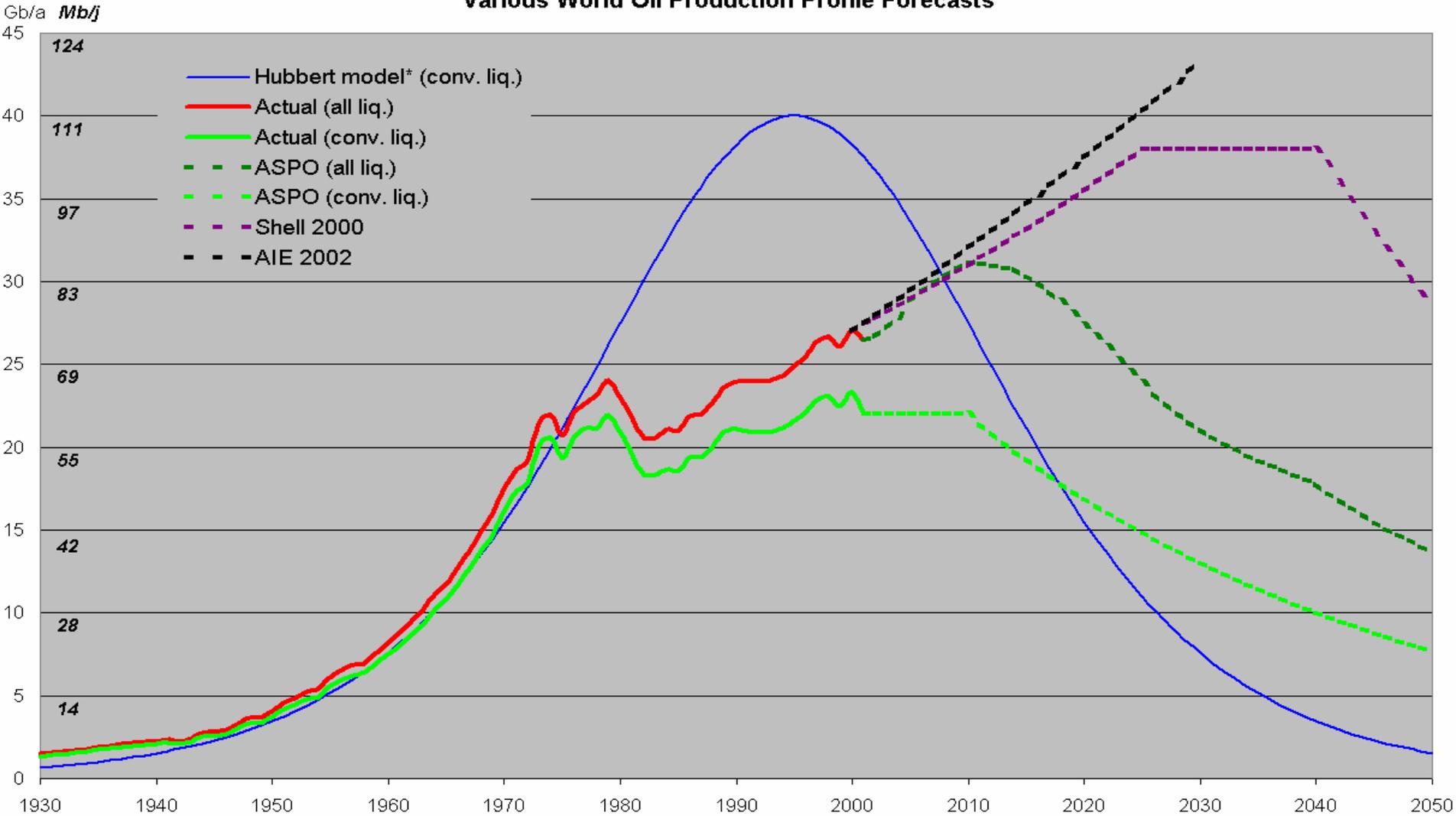


Source: E3MG2.0sp1r1, 6 scenarios, escalating tax rates with year 2020 tax rates shown.

Quelques réactions internationales

- Juin 2003 : Swiss Re n'assurera plus en responsabilité civile les entreprises négligentes en réduction de GES
- Rapport ABI 2004 : politiques de réduction des expositions aux risques, publiques et privées, pour juger du TRI et de l'assurabilité des biens
- Dégâts totaux quintuplés en 3 décennies: rapport Lloyds 2006 « *S'adapter ou s'effondrer* »
- 2004: Carbon Disclosure Project: 95 invest. inst. (>10T\$) exigent des 500 plus grandes entreprises US qu'elles publient leurs émissions de GES
- CalPERS 2005 : prend en compte les risques financiers pour manque de politique environnementale
- 2005-6: rankings boursiers sur vulnérabilité climat, avec calcul de la VA / environnement
- 2006: discussions sur taxe carbone aux USA

Various World Oil Production Profile Forecasts



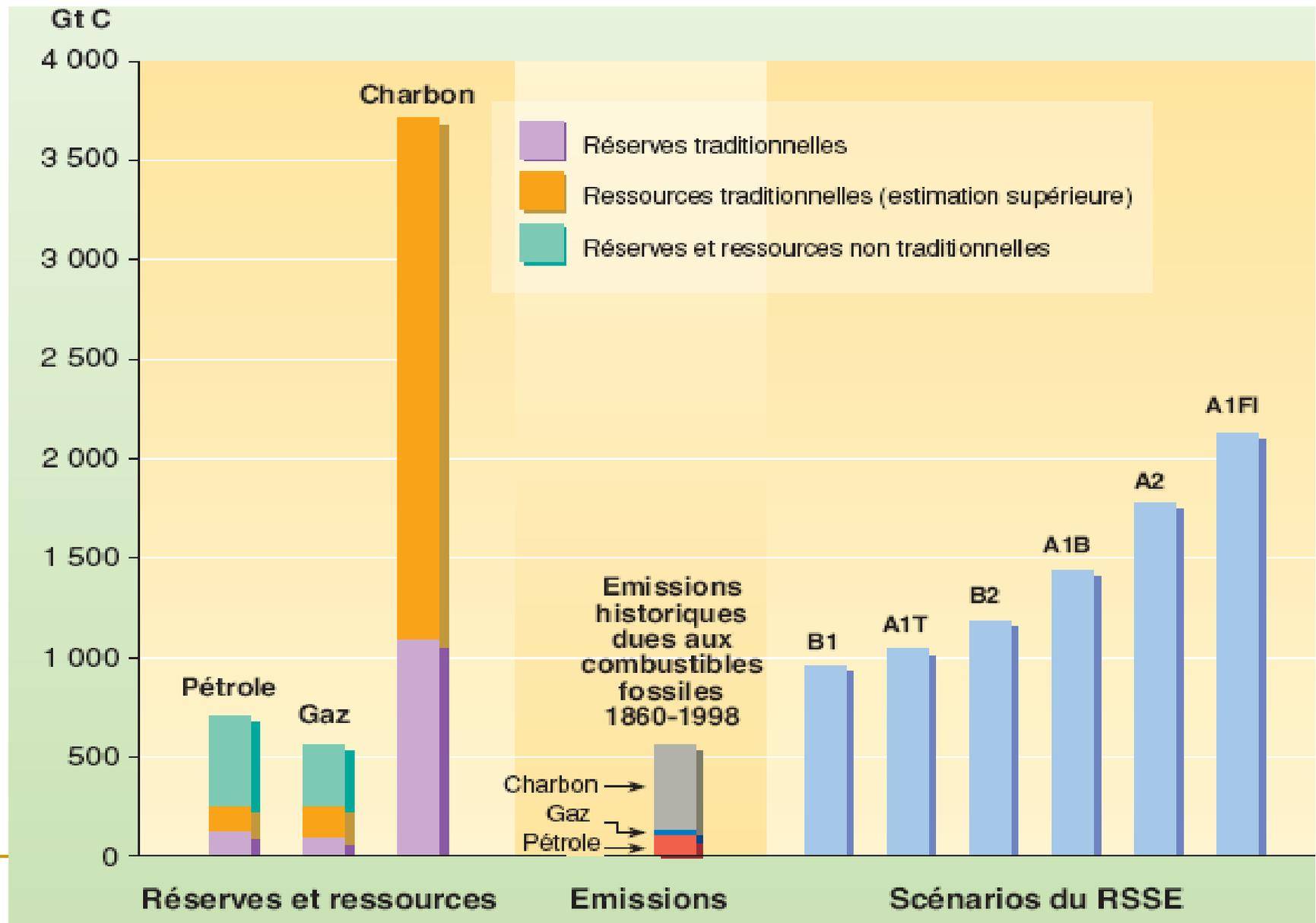
Source : ASPO Uppsala 2002 press release - USGS mean estimates 2000 (Shell)

* Best fit for a Hubbert model based on current ultimate reserves estimates.

PRB/VL 2003

Le manque de fossiles ne résoudra pas la question climatique

Source : GIEC, 2001



Objectif politique européen, japonais, californien...: pas plus de +2°C

- Conseil européen 2002:
 - Pas plus de 2°C d'élévation de la température moyenne annuelle du globe
 - Soit 450ppm de CO₂, 550ppm CO₂ équivalent tous GES
- **C'est diviser par 2 les GES mondiaux et par 4 à 5 ceux des pays industrialisés en 2050**
- Conseil environnement 2005:
 - -20 à 30% GES en 2020/1990
 - -60 à 80% GES en 2050/1990
- Conseil européen 2005: -15 à -30% en 2020/1990

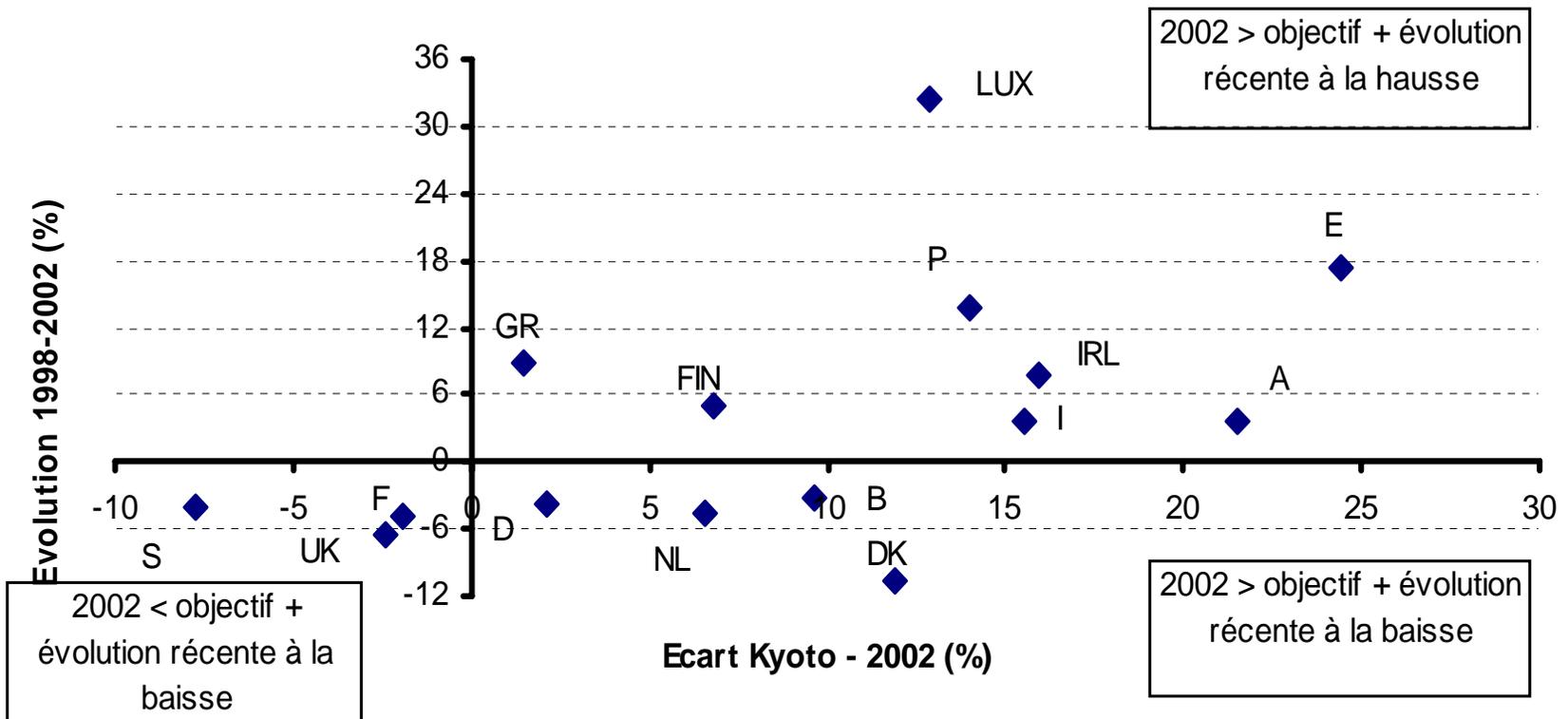
Les étapes de la Convention Climat

- 1988 naissance du GIEC: le problème. FAR 1990
- 1992 Convention climat Rio: l'objectif: « les concentrations de GES doivent être stabilisées à un niveau empêchant toute perturbation dangereuse du climat »
- 1995 mandat de Berlin: comment faire? SAR 1996
- 1997 protocole de Kyoto: le cadre et les objectifs chiffrés 2010: -5,2% des émissions des pays industrialisés: UE -8%, Japon -6%, USA -7%
- 2000 échec de la Haye (COP6), reprise à Bonn (COP6bis)
- 2001 accords de Marrakech: les outils juridiques et économiques en place. Mais les USA sortent et la Russie hésite. TAR 2001
- 2002 Delhi: les outils se peaufinent, les grands PED et les USA freinent.
- 2003 Milan: on attend la Russie...
- 2004 Buenos-Aires: l'adaptation gagne, Chine et Australie bougent, les USA (fédéral) non
- 16 février 2005:entrée en vigueur du protocole de Kyoto
- 2005: Montréal, « COP/MOP1 »: Kyoto confirmé par la finance; la préservation forestière reconnue, USA toujours « out » malgré leurs états et Katrina
- 2006: Nairobi dans l'attente des élections américaines; les questions de l'adaptation et de « l'après-2012 » apparaissent cruciales mais en suspens
- FAR 2007: les phénomènes accélérateurs: élargissement vers le haut de la fourchette des températures et des coûts

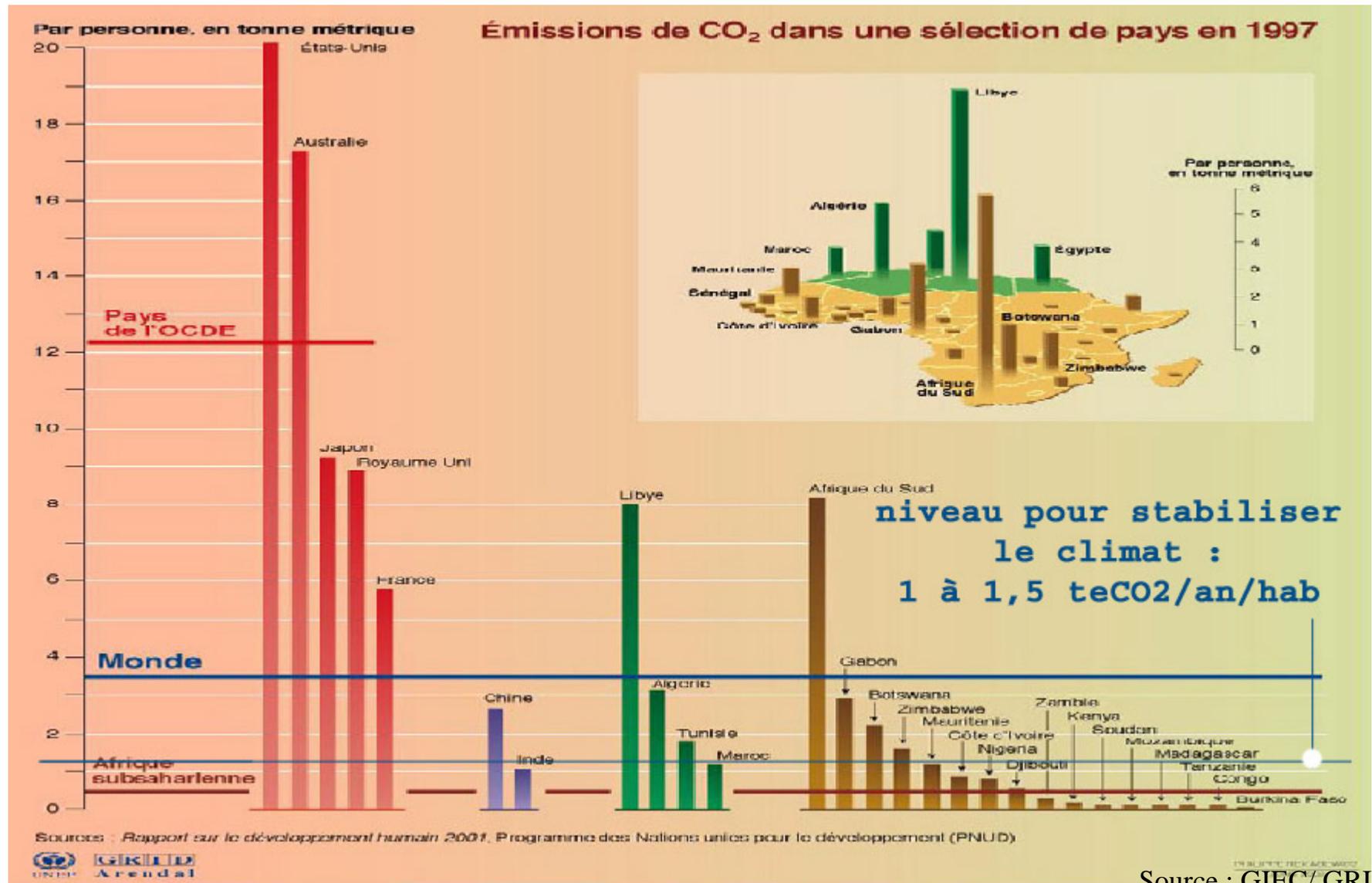
Position des Etats-membres de l'UE en vue de Kyoto

Source Citepa (M. Tuddenham) 2005

Position des Etats membres en vue de Kyoto

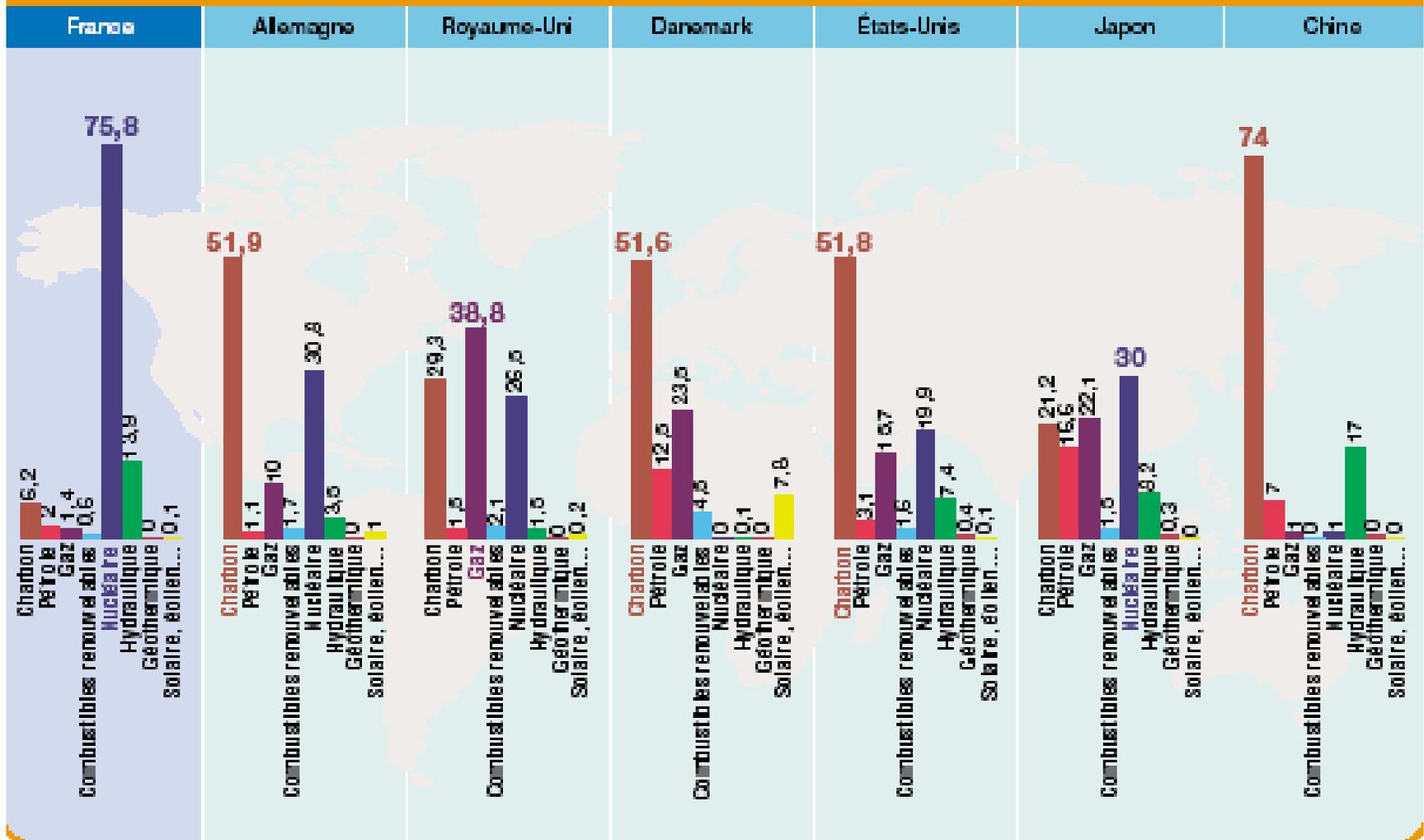


Diviser par 2 la moyenne mondiale par habitant, c'est diviser par 10 pour certains



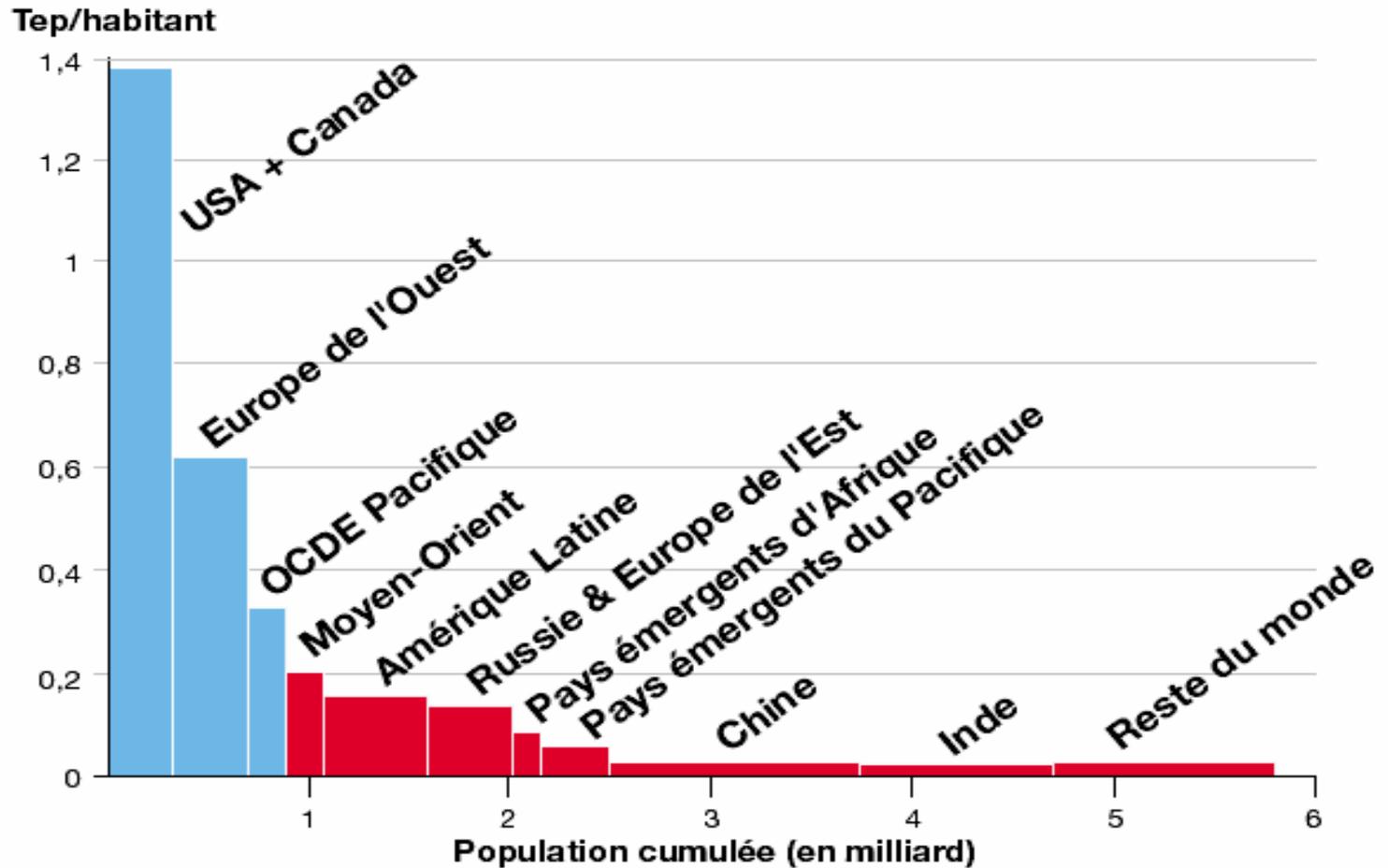
Le bouquet énergétique électrique dans le monde : le charbon encore en tête en Allemagne, aux États-Unis et en Chine

Répartition (en pourcentage) des énergies primaires utilisées pour la production d'électricité (Source AIE, chiffres 1999)



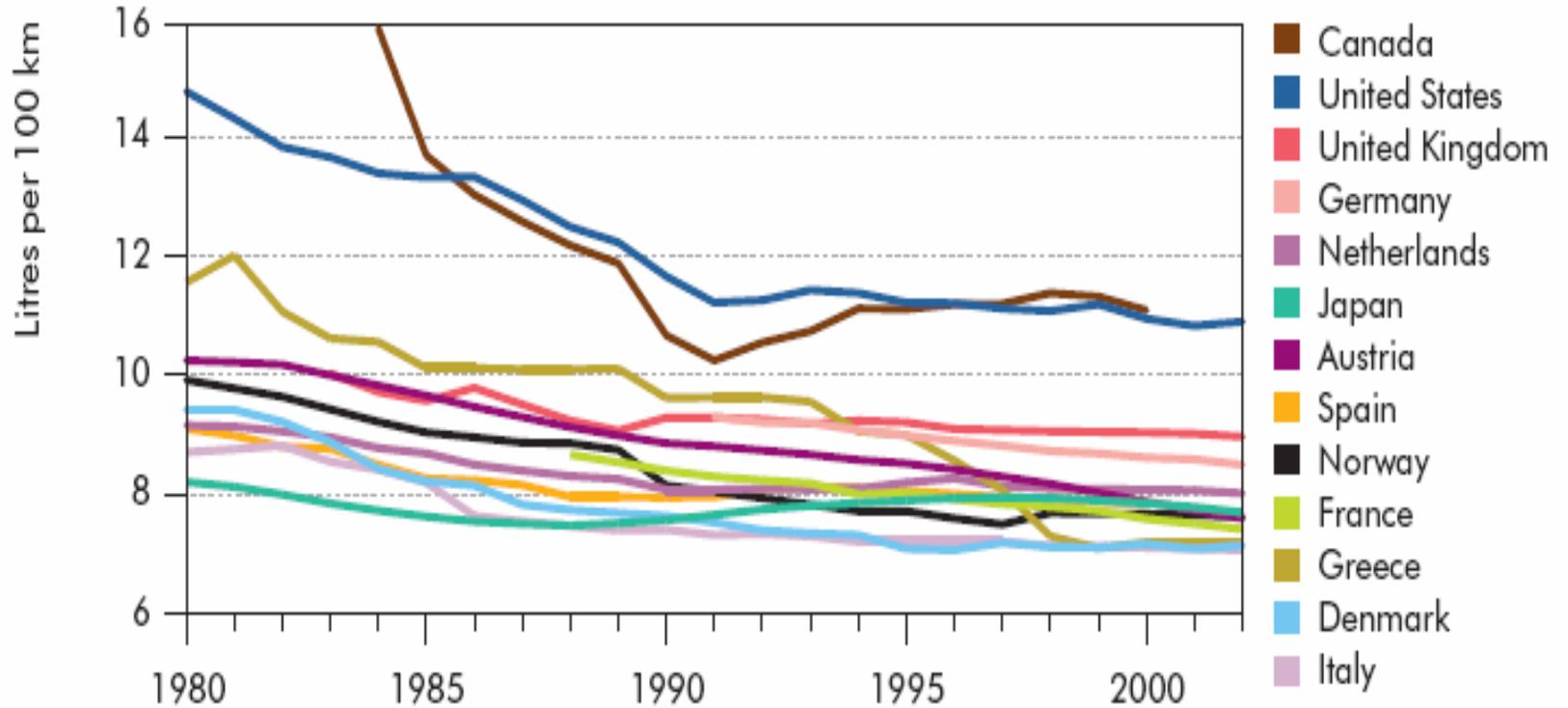
Source MINEFI

Consommation de carburant par habitant



Source : estimations basées sur données IEA / WEC / IIASA - 1998

Figure 5.2 ▶ Average fuel intensity of the light-duty vehicle stock



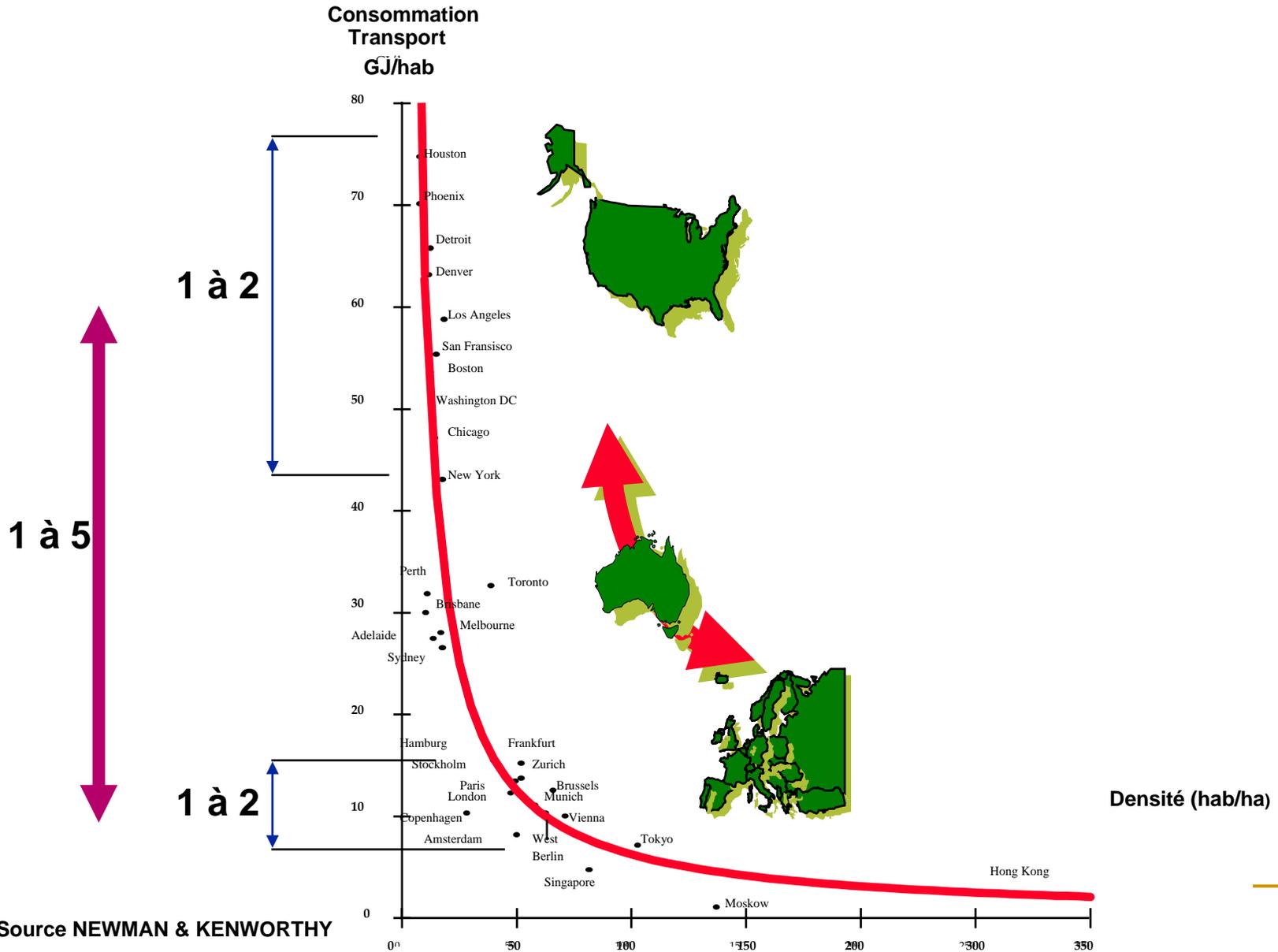
Source: IEA and Odyssee.

Key point

Fuel intensity has tended to improve, but it remains very different among OECD regions.

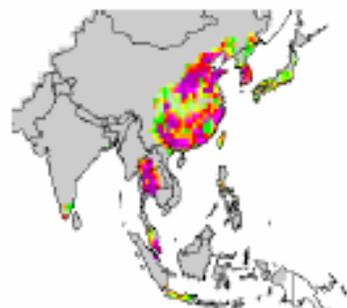
© 2006 OECD/IEA

Des régimes énergétiques très dispersés...

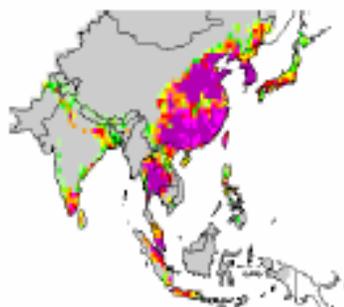


Co-benefits can reduce costs of stabilisation

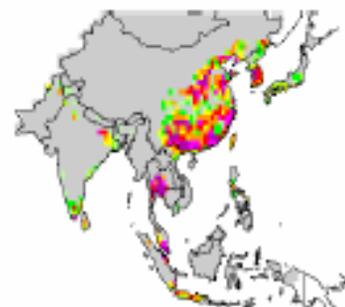
Acidification risk



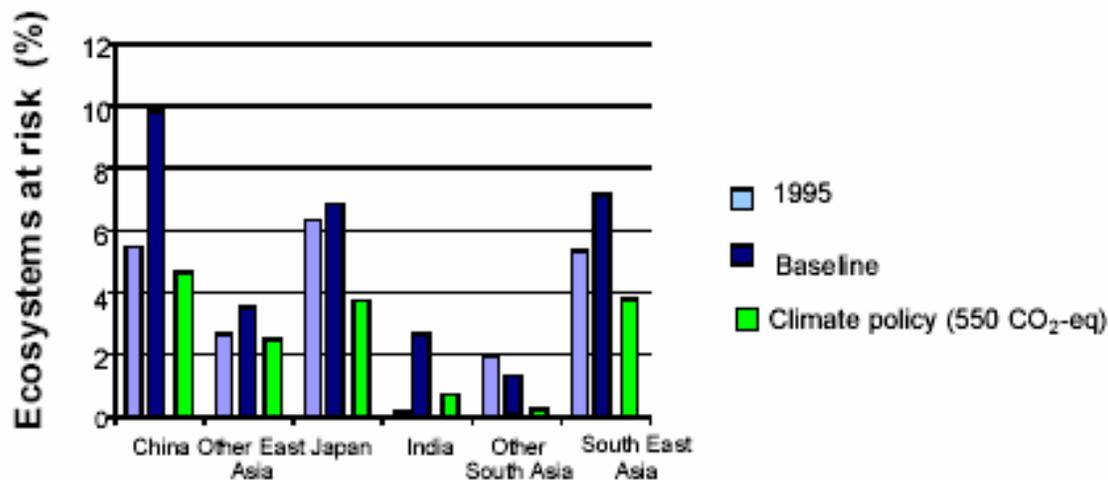
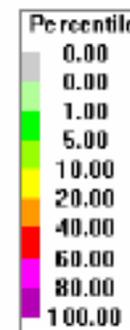
1995



2030 - Baseline



2030 - S550e



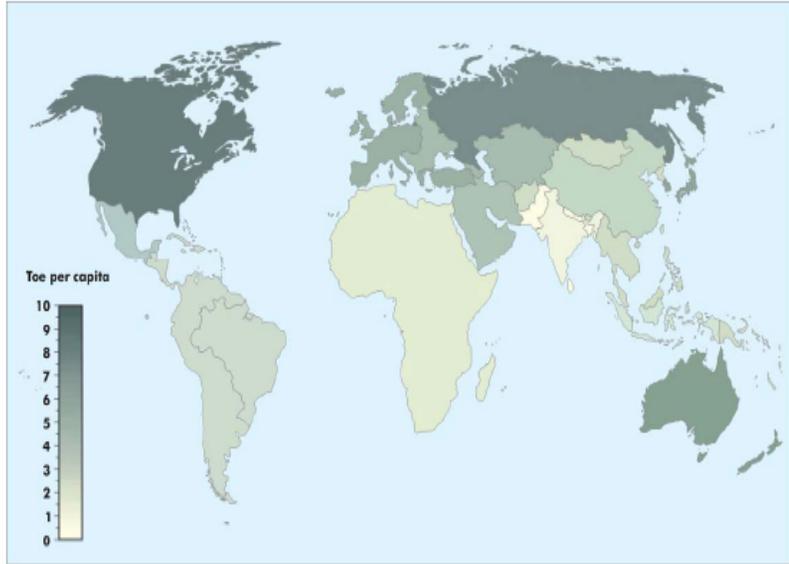
Source: Van Vuuren et al. (2003)



Les pays en développement sont aussi hétérogènes



Per Capita Primary Energy Use, 2030



Per capita energy use remains much lower in developing countries

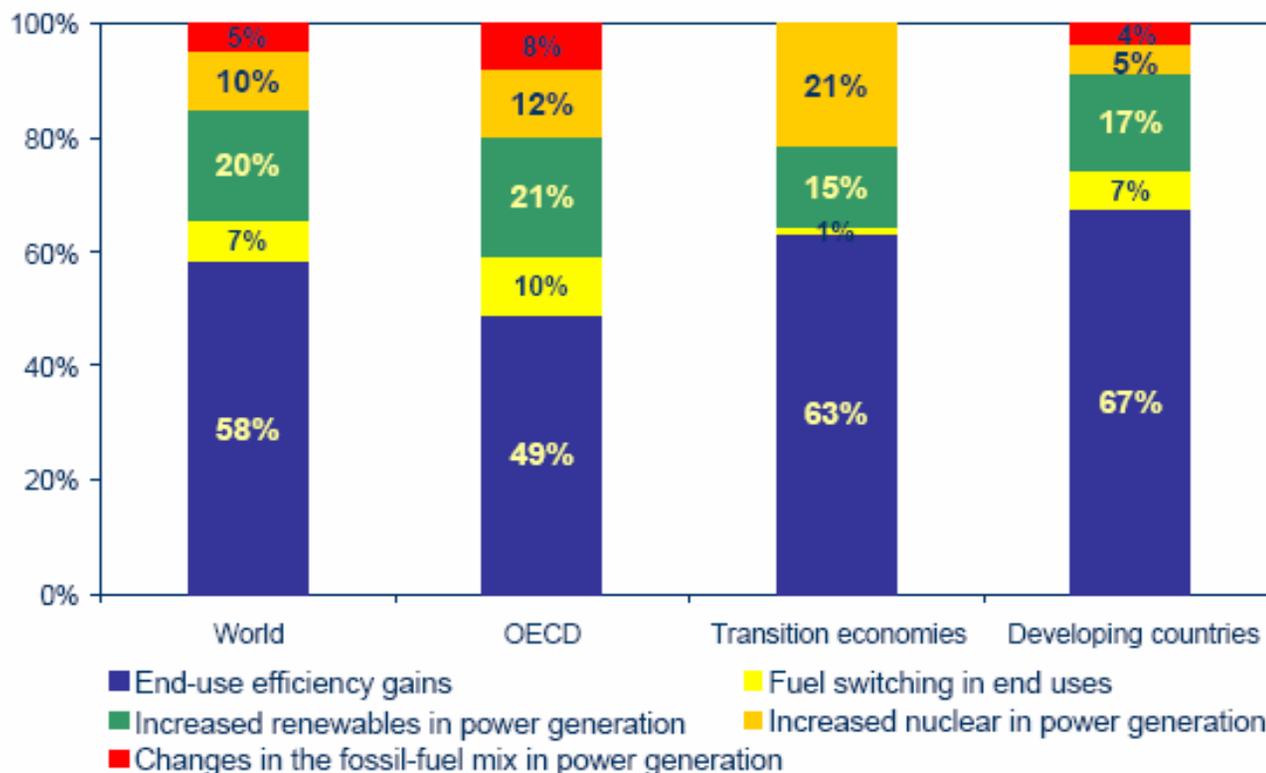
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE





Contributory Factors in CO₂ Reduction 2002-2030

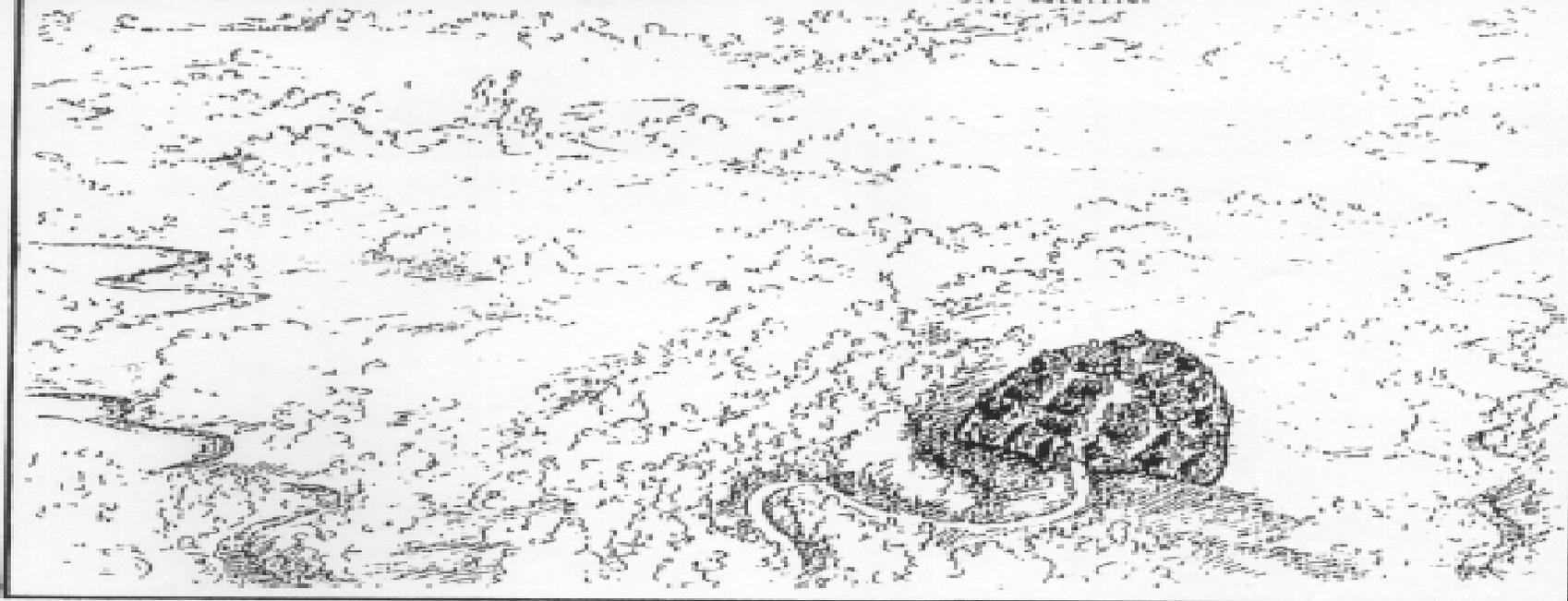


Improvements in end-use efficiency contribute for more than half of decrease in emissions, and nuclear for 10%

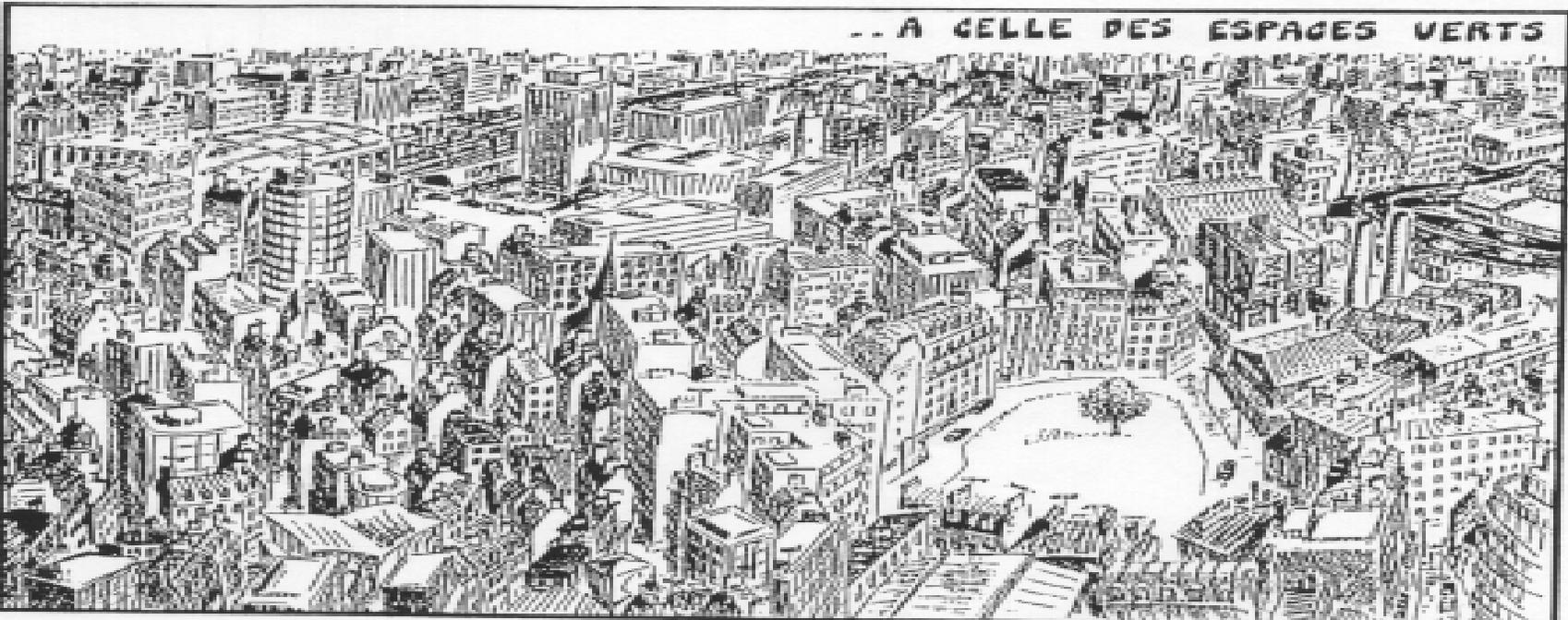
L'érosion du vivant

DE LA NAISSANCE DES VILLES ...

J.-P. Batellier



... A CELLE DES ESPACES VERTS

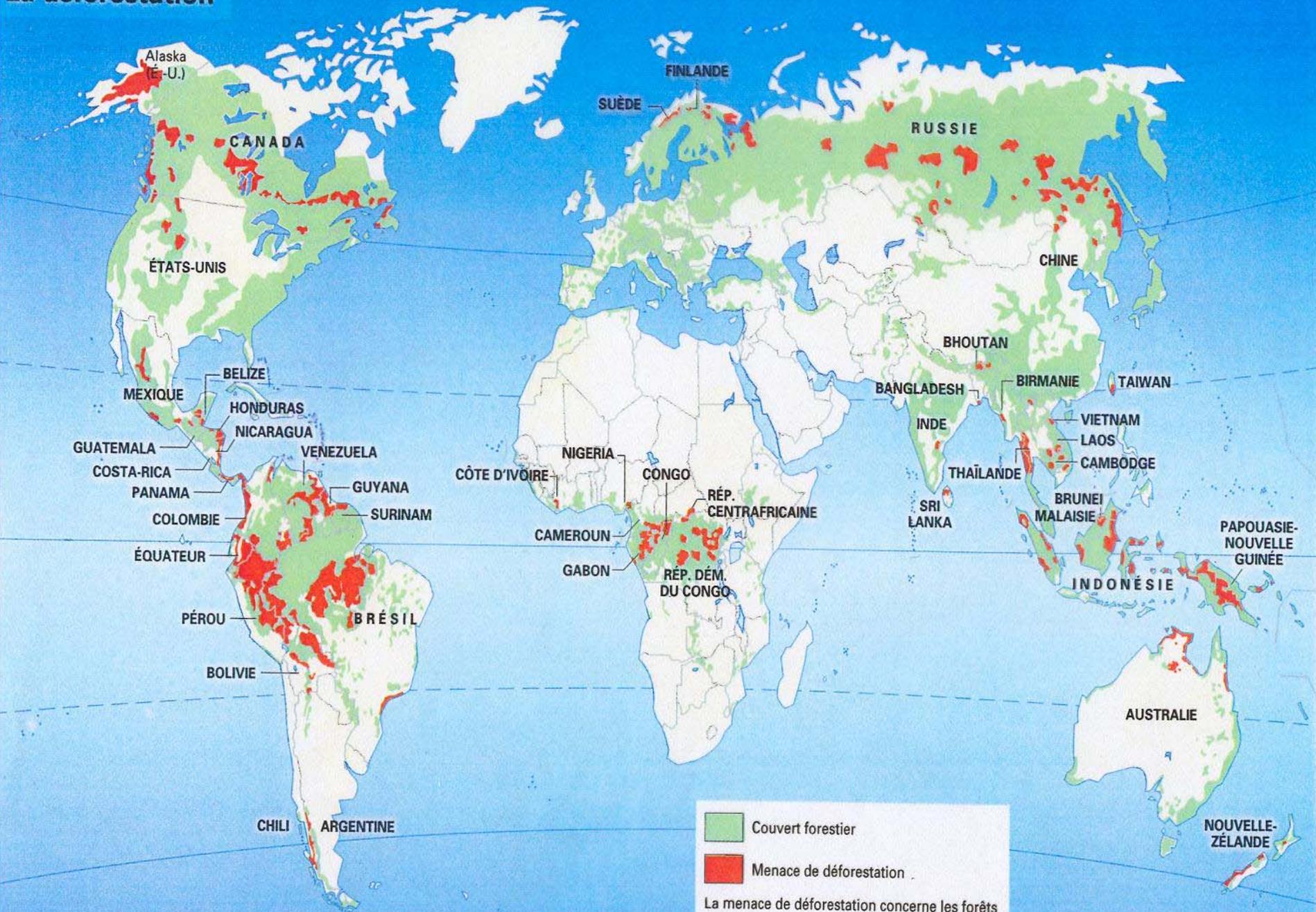


BATELIER

Une dégradation éclair

- Sont menacés d'extinction rapide dans le monde : 25% mammifères (dont 75% en forêts tropicales), 11% oiseaux, 20% amphibiens, 30% poissons pêchés (+ 50% exploités au maximum), 13% des plantes vasculaires
- En France, sont disparus ou directement menacés : 24% mammifères (+45% à surveiller), 15% oiseaux (+7% à surveiller), 35% amphibiens (+45% à surveiller), 19% reptiles (+70% à surveiller), 25% poissons d'eau douce, 20% plantes vasculaires (dont 80% des endémiques)
- Les stocks de pêche de l'Atlantique nord ont été divisés par 3 en 10 ans (IFREMER, 2004); certains (ex: morue) considérés comme perdus (= -90% prises/max connu)
- Rythme d'extinction moyen 1000 fois supérieur à ceux enregistrés : -1 espèce tous les 30 à 50 ans sous les Tropiques sur 400M années, -5 par jour aujourd'hui.
- Un écosystème dévasté restaure sa richesse spécifique en plusieurs millions d'années.

La déforestation



Nombreux facteurs de dégradation

- Urbanisation
- Artificialisation (infrastructures, agricultures et sylviculture intensives)
- Pollutions locales et globales
- Déforestation (5 à 9Mha/an sur 3Gha; 10-15% forêt originelle reste à Java-Bornéo, rythme triplé en 20 ans; *conso UE de bœuf première cause de déforestation de l'Amazonie (soja!)*, devant le bois (25000km²/an), accentuée par les agricarburants (canne à sucre)
- Erosion
- Sur-exploitation: chasse, pêche, trafics
- Transports ou création d'espèces invasives
- Changement climatique rapide

Or les écosystèmes sont des défenses naturelles

- Le tsunami de décembre 2004 est arrêté par les mangroves, mais dévaste les côtes déforestées pour l'aquaculture
- Les zones humides régulent les crues et les pollutions (ex: La Bassée= 200 à 300M€ investissement en barrage de régulation; ex: marais de Louisiane= 1300€/ha/an en épuration des eaux)
- Les récifs coralliens de Malé, exploités pour la construction, laissent passer les tempêtes>> barrière de béton coûteuse, laide et moins efficace

Erosion biologique = vulnérabilité alimentaire

- Indonésie: -1500 variétés de riz en 15 ans
- Monde : 3 espèces (maïs, blé, riz) font 60% des calories végétales humaines
- Amérique Latine : cultures massives pour l'export >> invasion de white flies >> 1Mha SAU abandonnés
- Maïs sélectionnés pour le rendement perdent la résistance à la chrysomèle (*Diabrotica*) >> août 2005: 25000l de deltaméthrine par hélicoptère sur l'Île-de-France
- « Effets dominos » : ex **2005 Venezuela**: déforestation >> érosion >> envasement de la lagune de Sinamaica (65km²) >> assèchement >> effondrement des poissons

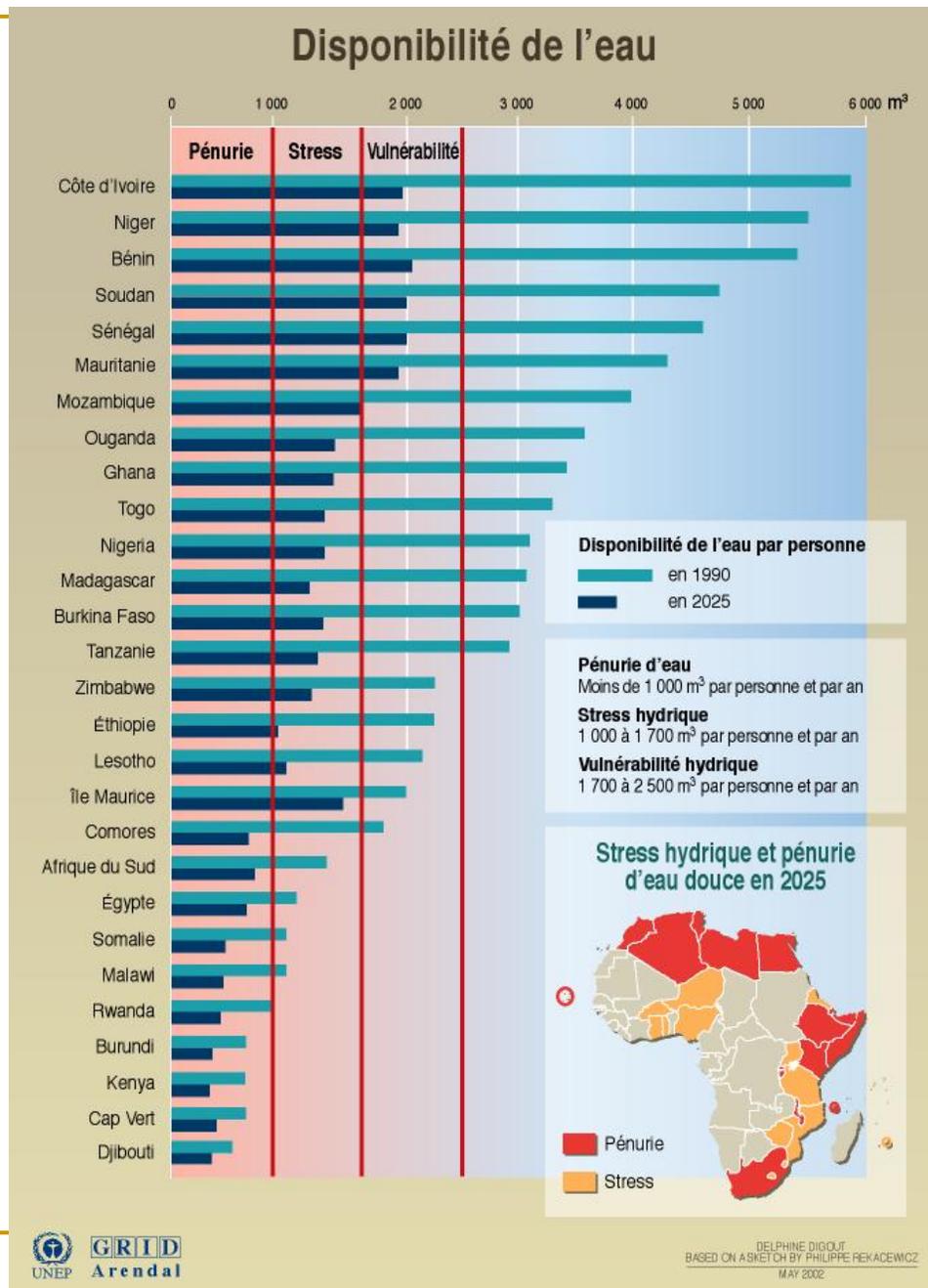
« Refaire la nature »...?

- **Obligatoire aux USA** (ex: zones humides en exploitation agricole)
- **Mais**
 - Avec quels moyens? (cf. déshérence des études d'impacts depuis 20 ans)
 - Avec quelles connaissances? (cf. le peu d'investissements en Recherche ; cf. USA, programmes « écomimétiques »)
 - Pour quels résultats? (cf. Biosphere II)
 - Quelles réussites jusqu'ici?...
- **Plutôt**
 - entretenir notre « biosécurité »
 - développer l' « éco-mimétisme »

Les conflits de l'eau

- 2004: 1,1 milliard d'êtres humains (17%) sont privés d'eau potable (ONU)
 - +2,5°C >> 2,5Md humains privés d'eau potable
 - +3°C >> plus de 3Md humains (Exeter 2005)
- Au moins une personne sur quatre vivra en pays affecté par des pénuries d'eau douce en 2050, surtout Asie de l'Ouest, Maghreb et Afrique subsaharienne
 - (Forum mondial de l'Eau 2005: 2/3 humains en pénurie d'eau potable en 2025?)

Afrique : Baisse de la disponibilité en eau, augmentation de la population et des températures



Source : Commission économique des Nations unies pour l'Afrique (UNECA), Addis Abeba, Avenir de l'environnement mondial 2000 (AEM), PNUE, Earthscan, Londres, 1999.

Trop d'eau ? (ex: Asie)

Tableau TS 8 : Pertes potentielles de terres et populations exposées dans les pays asiatiques selon l'ampleur de l'élévation du niveau de la mer, en supposant l'absence de mesures d'adaptation.

Pays	Elévation du niveau de la mer (cm)	Pertes de terres potentielles		Populations exposées	
		(km ²)	(%)	(millions)	(%)
Bangladesh	45	15 668	10,9	5,5	5,0
	100	29 846	20,7	14,8	13,5
Inde	100	5 763	0,4	7,1	0,8
Indonésie	60	34 000	1,9	2,0	1,1
Japon	50	1 412	0,4	2,9	2,3
Malaisie	100	7 000	2,1	>0,05	>0,3
Pakistan	20	1 700	0,2	n. d.	n.d.
Viet Nam	100	40 000	12,1	17,1	23,1

Qu'est-ce que l'imprégnation chimique?

- **DDT** dans tous les êtres vivants où on le cherche
- **Retardateurs bromés et organochlorés** électroniques dans les espadons (2006); concentrations PBDE dans le lait maternel doublant tous les 4-5 ans (EPA)
- Belugas et populations du Saint-Laurent: resp. 27 et 23% cancers : 20t/an de **HAP** (fabrication d'Aluminium), même occurrence qu'humains
- **Micro-particules plastiques omniprésentes** pour des centaines ou milliers d'années dans le sable et l'eau de mer. Eventuels effets toxiques à long terme inconnus

- 1989, Massachusetts : la loi **Toxic Use Reduction** divise par 10 les rejets de 800 entreprises avec un rapport annuel obligatoire mis sur Internet concernant les emplois de toxiques et une taxe annuelle de 500 à 30000\$ suivant quantité et nocivité >> **14Mds\$ d'économies pour ces entreprises entre 1990 et 1997**
- Juin 2004: projet d'interdiction mondiale des jouets en PVC souple et contenant des **phtalates** (processus biologique d'élimination >> analogues oestrogènes >> féminisations physiologiques et cancers)
- 2006: Greenpeace annonce un **classement des 14 principaux producteurs de téléphones portables et d'ordinateurs** en fonction de leur utilisation de substances dangereuses et de leur recyclage des déchets

Exemples d'effets diffus

- **France, INVS, 2004:** 1/3 des cancers dus à alcool et tabac, 2/3 dus à l'environnement (avec 35% nutrition)
- **Phytosanitaires (France): IFEN 2006: en eaux de surface**, en 2004 **96% des cours d'eau** (contre 75% en 2002) et **61% des nappes** (contre 57% en 2002) contiennent des pesticides à des niveaux présentant un risque pour les espèces biologiques ou demandant un traitement pour pouvoir fournir de l'eau potable. 229 substances sont retrouvées (contre 201 en 2002) dans les cours d'eau, et 166 (contre 123 en 2002) dans les nappes
- **Phytosanitaires (UE): dépassement LMR** : 3% 1996; 3,3% en 1998; 4,3% en 2001; 5,5% en 2002
- **Lien Parkinson/pesticides** avéré (2006, Harvard)
- OGM ne résolvent pas le problème: **+30 à +100% pesticides et herbicides sur parcelles OGM** / conventionnelles (coton Bt, soja RR: USA, Argentine), emploi de mélanges toxiques, résistances, ...

IFEN 2001



Source : Ifremer (réseau Raphy).

Stimuler l'innovation; ex: remplacer les détergents

- Les **embruns chargés de détergents** (+HC, métaux, F) détruisent la cuticule des plantes méditerranéennes >> nécrose (sel)
- Réglable en un an (INRA) si détergents 100% vraiment biodégradables. Mais
 - le règlement du PE de mars 2004 contient beaucoup d'exceptions,
 - et l'UE considère un détergent biodégradable lorsqu'il en reste 40% dans l'environnement après 28 jours, dans de l'eau douce à 30°C
- >>>2005 (Univ. Canberra): **l'eau dégazée** a une tension de surface plus basse et dégraisse sans lessive (azote liquide ou membranes), idem nanomachines, chirurgie... Selon Unilever, la qualité du lavage est moindre

Ex: substituer des toxiques

- La plupart des produits anti-termites, anti-capricornes et fongicides seront interdits par la directive biocides de 1998 à compter de 2008
 - produits actuels : sels de cuivre, chrome et arsenic (CCA) ou créosotes (jus de pyrolyse du bois), toxiques.
- Un laboratoire toulousain a fabriqué un substitut à partir d'huile de colza ou de tournesol
 - non toxique
 - transforme la cellulose en ester de cellulose, non digeste pour les termites

Ex: remplacer des dérivés pétroliers

- Ex: raffinage végétal (ex maïs)
 - Amidon >> nombreuses molécules possibles
 - Décomposition des sacs d'amidon : 6 mois au contact de la terre (4 siècles pour les sacs plastiques)
 - Huile du germe : aéronautique; protéines : plastique ou colles ; glucose : éthanol.
- Objectif USA: d'ici à 2030 40% des terres cultivées consacrées à la « chimie verte ».
- Pas de raisonnement monocritère, a fortiori sous aléa climatique:
 - Sécurité adaptative biologique: ne pas aggraver l'érosion biologique en fragilisant davantage les écosystèmes pour ce faire (approche agroéco-intensive)
 - Ne pas aggraver les pollutions chimiques et l'érosion en utilisant les méthodes intensives agricoles conventionnelles (considérées aujourd'hui comme obsolètes face aux nouveaux défis)
 - vérifier les éventuels nouveaux polluants de l'air par exemple dérivés des phytosanitaires

Décloisonner l'analyse

- Le changement de climat accroît les problèmes d'eau et menace de rupture les écosystèmes
- La diversité biologique, appauvrie, est plus vulnérable au choc climatique et dégrade les ressources en eau
- L'eau polluée ou raréfiée dégrade la diversité biologique
- L'imprégnation chimique perturbe les écosystèmes et pollue les eaux et les sols
- La pauvreté attire les dégâts environnementaux (cf. déchets Abidjan sept. 2006), et est aggravée par eux (Rwanda, Haïti...)

Développement durable =?

- = constater que science et technique créent savoir, pouvoir et donc responsabilité sur le futur et l'ailleurs
- = ne pas se construire ses propres impasses
- = analyser toutes ses actions selon ces critères
- = être réalistes

Être réalistes?

- L'humanité peut agir sur beaucoup de choses : les organisations, les conventions de calcul, les affectations de ressources, même les approches culturelles, ...
- ... mais pas sur les bases de la physique, de la chimie ou de la biologie...
- ... sur lesquelles reposent nos conditions de vie individuelle et sociétale

Etre réalistes malgré notre héritage !

- Bacon, XVII^e: « Reculer les bornes de l'Empire Humain en vue de réaliser toutes les choses possibles »
- Descartes, XVII^e: « Nous rendre comme maîtres et possesseurs de la nature »
- Say, XIX^e: « Si les biens naturels n'étaient pas inépuisables, nous ne les obtiendrions pas gratuitement »