

# Quel avenir pour la planète Terre

« comment l'océan va-t-il réagir dans un monde  
à forte teneur en dioxyde de carbone? »

Paul Tréguer

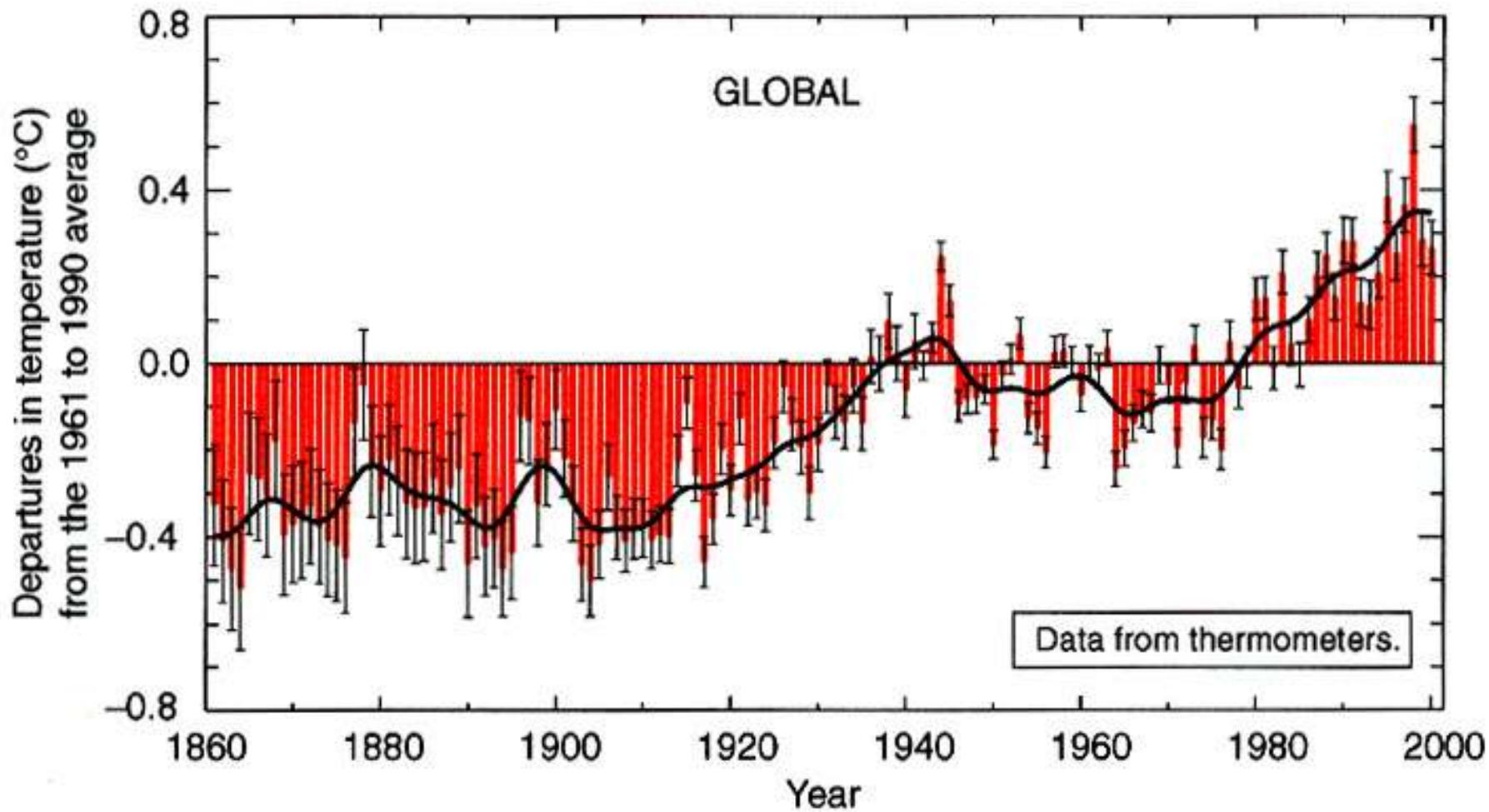
Institut Universitaire Européen de la Mer  
Université de Bretagne Occidentale, CNRS  
Brest-F

[http://www.univ-brest.fr/IUEM/enseignement/documents/Conf\\_Part1.pdf](http://www.univ-brest.fr/IUEM/enseignement/documents/Conf_Part1.pdf)  
<http://www.uib.no/jgofs/jgofs.html>, <http://www.igbp.kva.se>

**1-L'accord de Kyoto et les différents scénarios  
IPCC; conséquences pour l'océan**

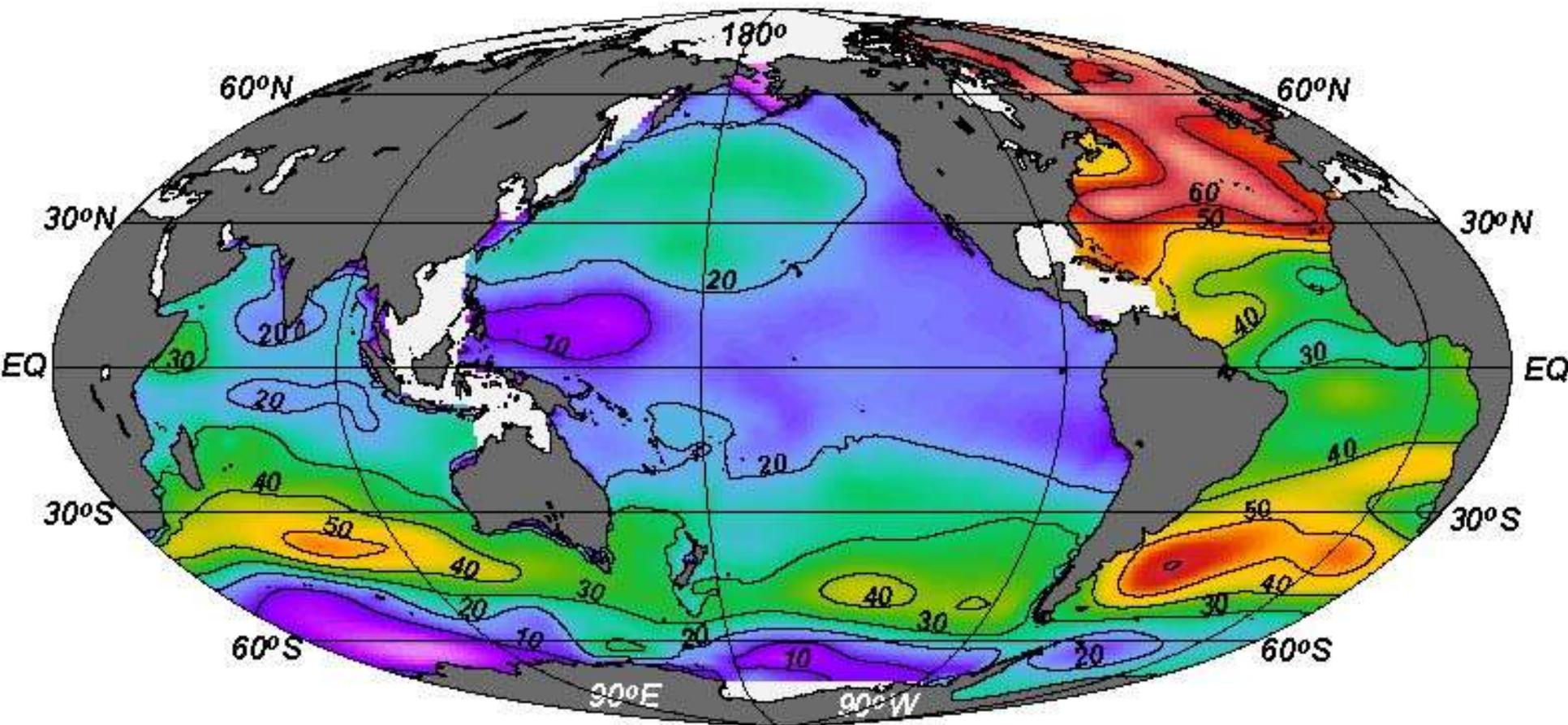
**2-Peut-on retarder le processus de  
réchauffement global en manipulant l'océan?**

Perspectives: IMBER, EUR-OCEANS



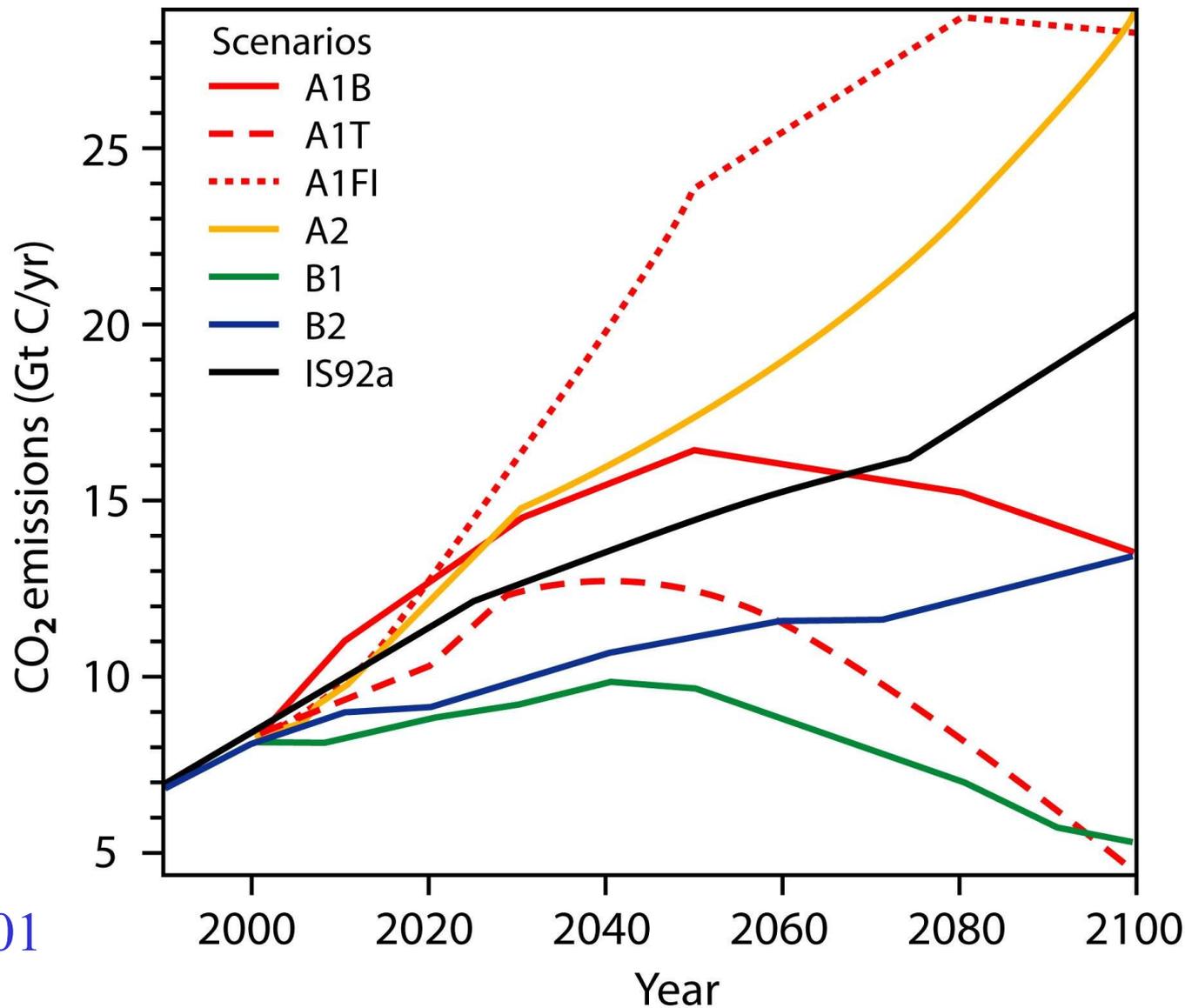
IPPC, 2001

## Anthropogenic CO<sub>2</sub> Column Inventory (mol m<sup>-2</sup>)

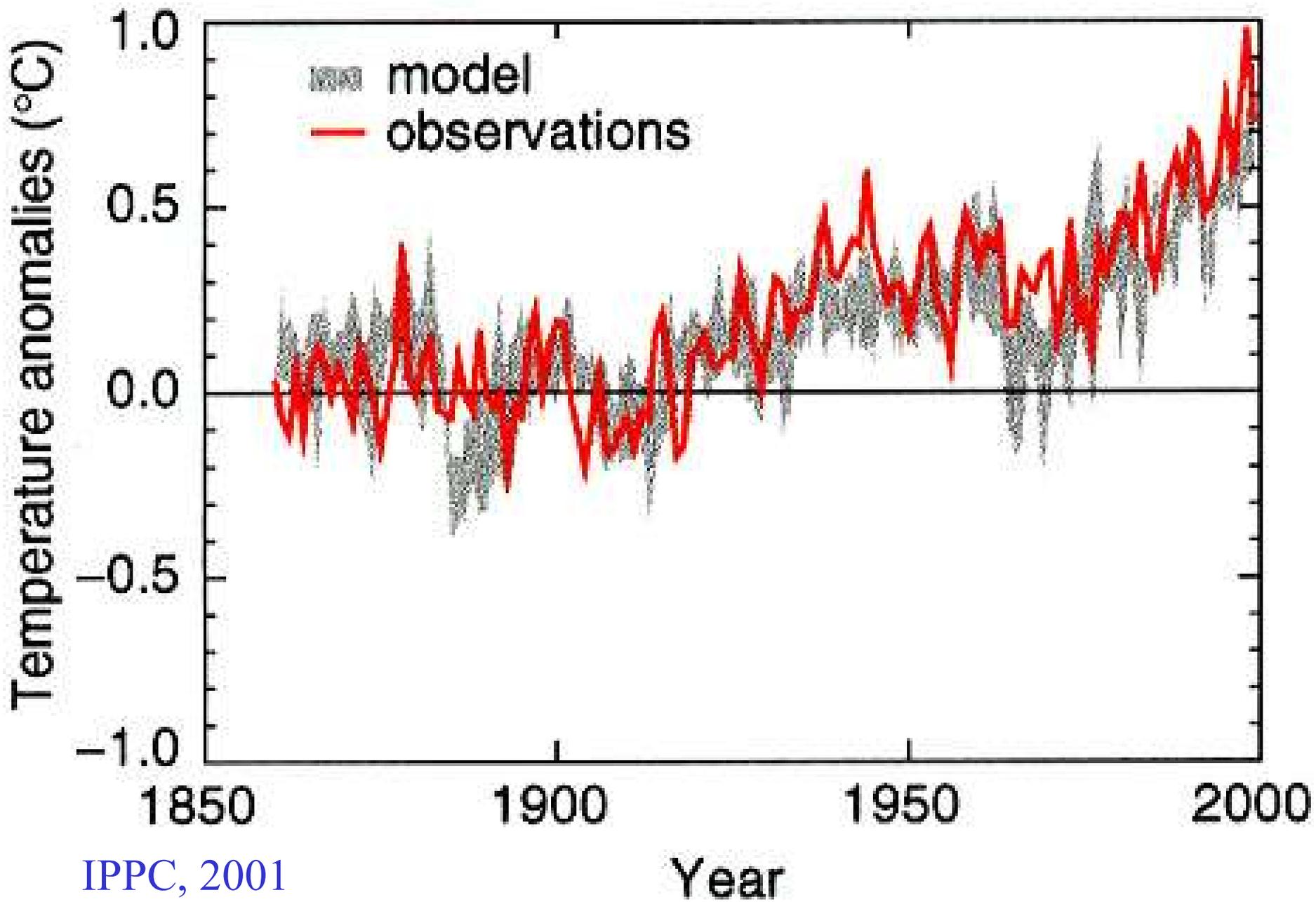


Environ 40% du stock total de CO<sub>2</sub> d'origine anthropogénique de l'océan mondial est accumulé dans l'océan austral (Sabine *et al.* 2004)

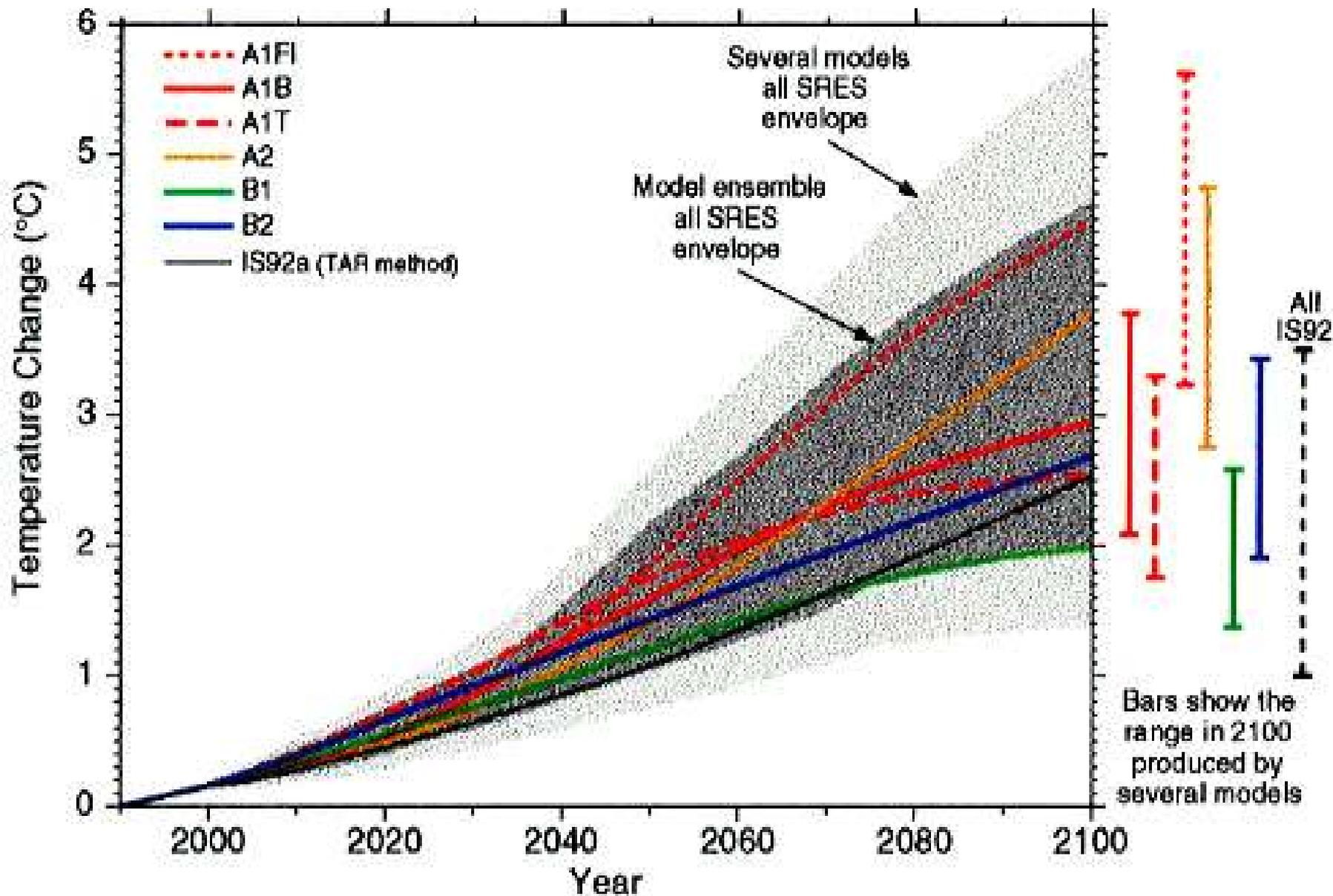
Prévisions de l'IPCC : elle ne prennent pas directement en compte à proprement parler la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> selon le Protocole de Kyoto mais proposent différents scenarii:



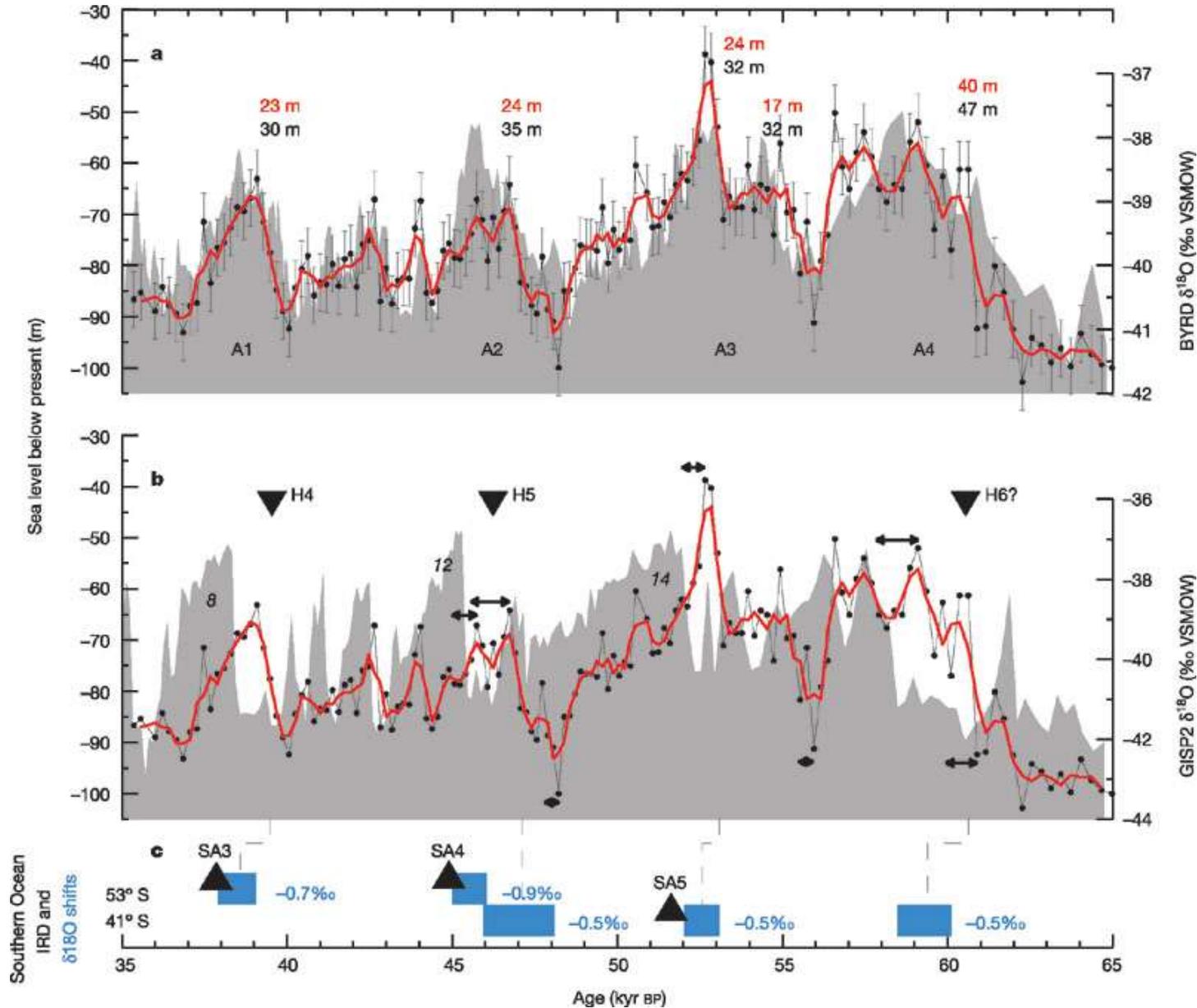
IPPC, 2001



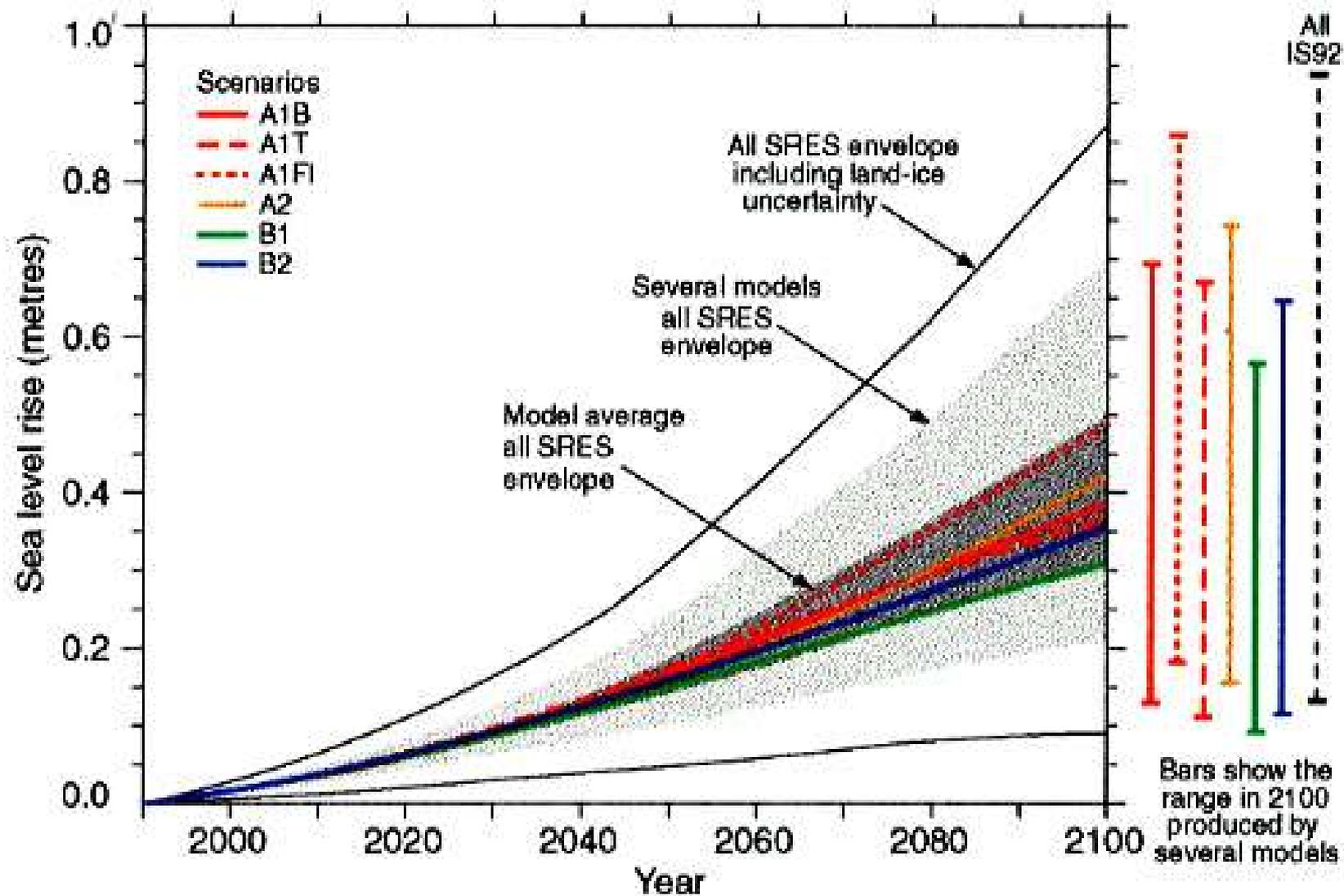
IPPC, 2001



-35 à -65 kyr: variations du niveau de la mer: Red Sea vs. Antarctic et Greenland;  
 H=Heinrich events (+15 m en 500 +/-250 yr), SA=Southern Ocean ice-rafted debris  
 peaks. Rohling et al., *Nature*, 2004.

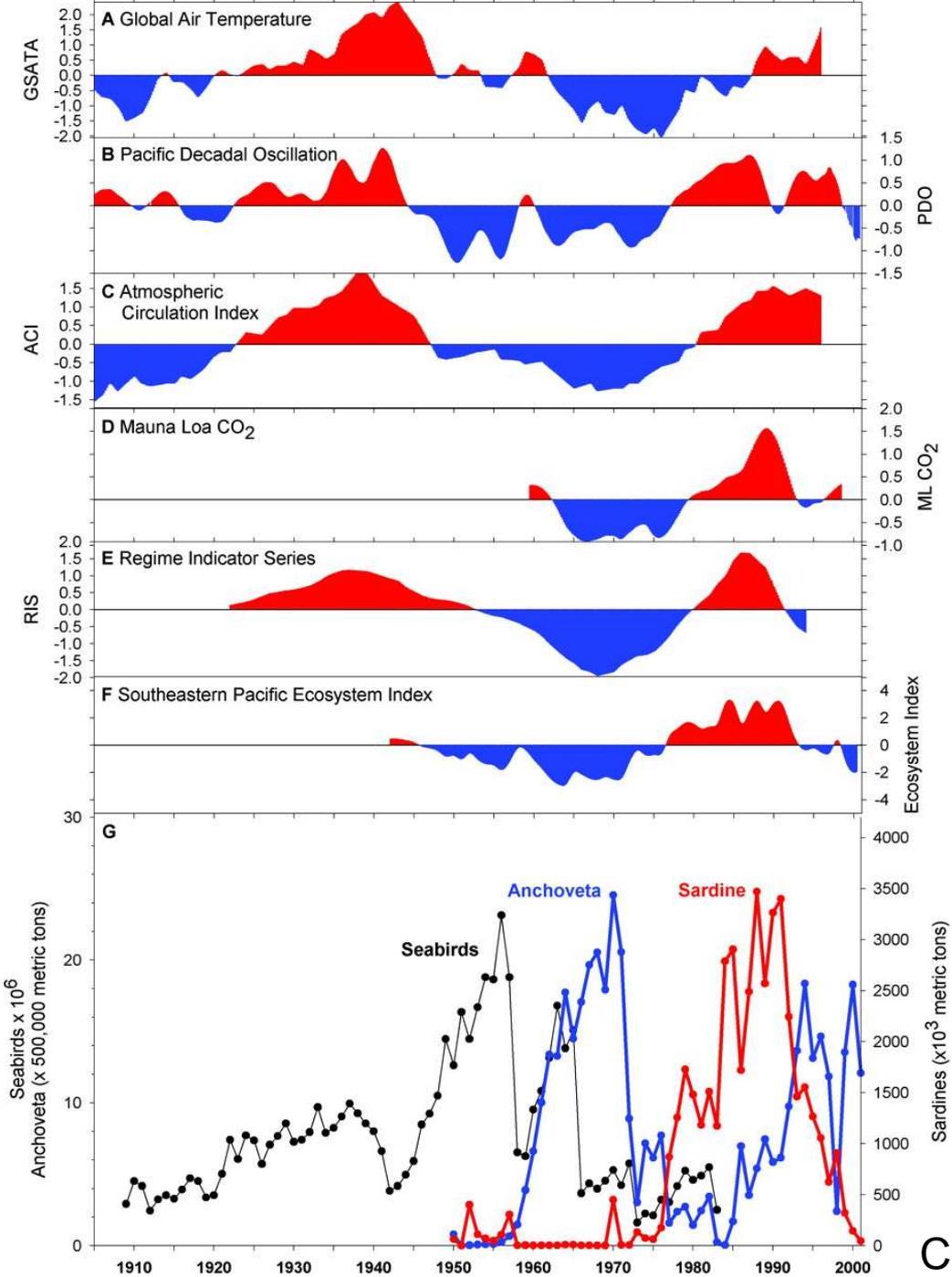


# Augmentation du niveau de la mer:

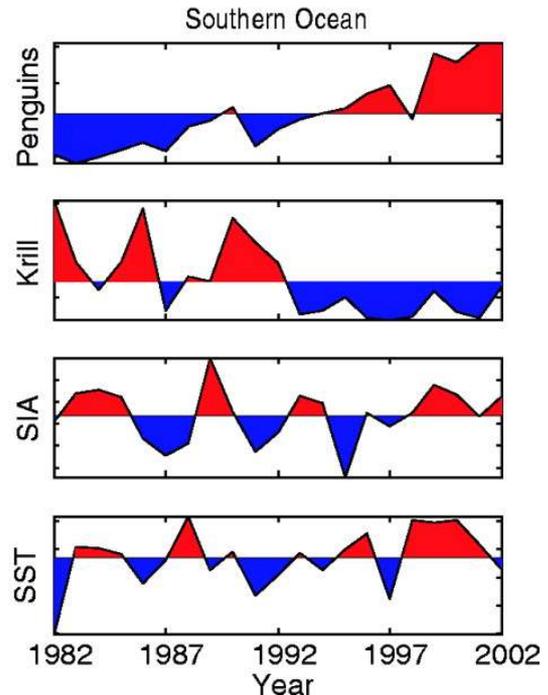
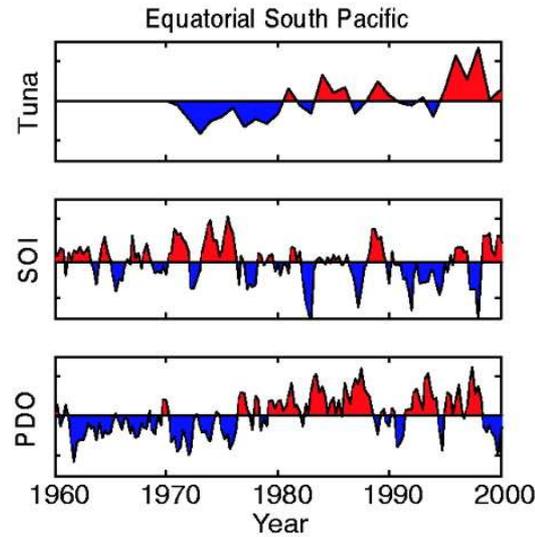
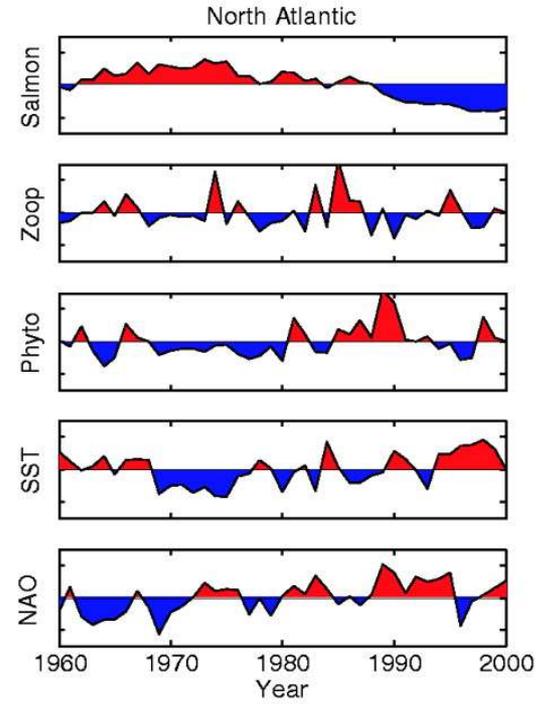
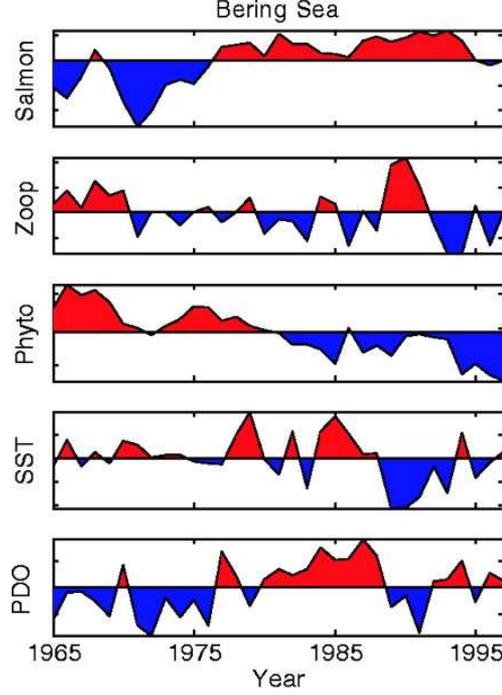


Impacts biologiques?.

Example:  
Pacific Ocean:  
anchovies, sardines,  
and PDO



Other examples  
of such potential  
links:

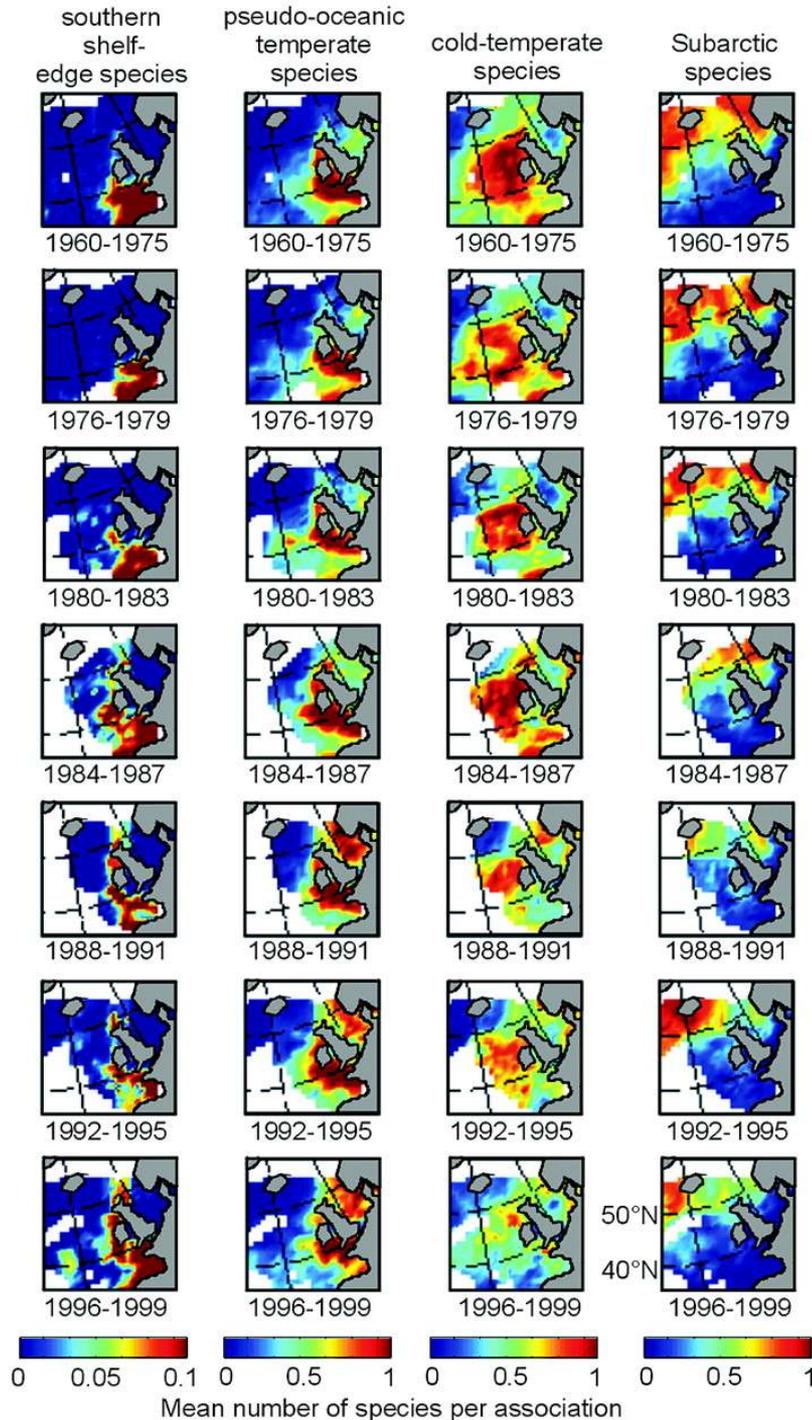


deYoung et al., 2004

Impact biologique:

Atlantique nord

Evolution de la distribution de copépodes types sous l'impact du réchauffement global



Beaugrand et al 2002

# Nine Ferrous Fertilizations

<u>Experiment</u>	<u>Location</u>	<u>Month(s), Year</u>
IronEx I	E Eq Pac	10-11, 1993
IronEx II	E Eq Pac (3)	5-6, 1995
SOIREE	Aust. Sect. SO 61°S	2, 1999
EisenEx	Atl. Sect. SO 48°S	12, 2000
SEEDS	NW Pac. 48.5°N	7, 2001
SOFeX North	Pac. Sect. SO, 56°S	1-2, 2002
SOFeX South	Pac. Sect. SO, 66°S	1-2, 2002
SERIES	N Pac., 50°N	6, 2002
Eifex	Atl. Sect. SO	2-3, 2004

Not shown:

GreenSea 1

GreenSea 2

Gulf of Mexico

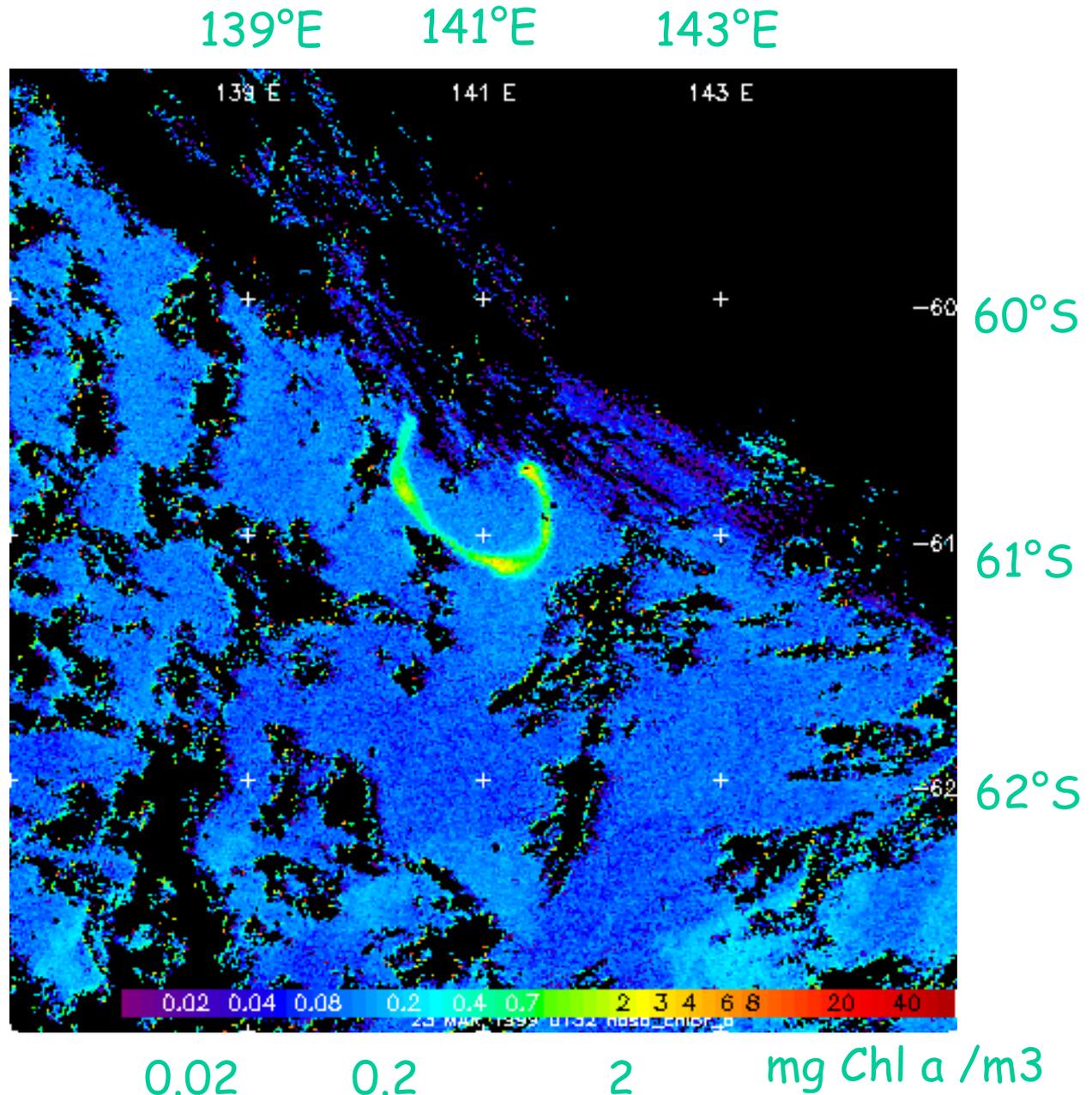
Gulf of Mexico

1, 1998

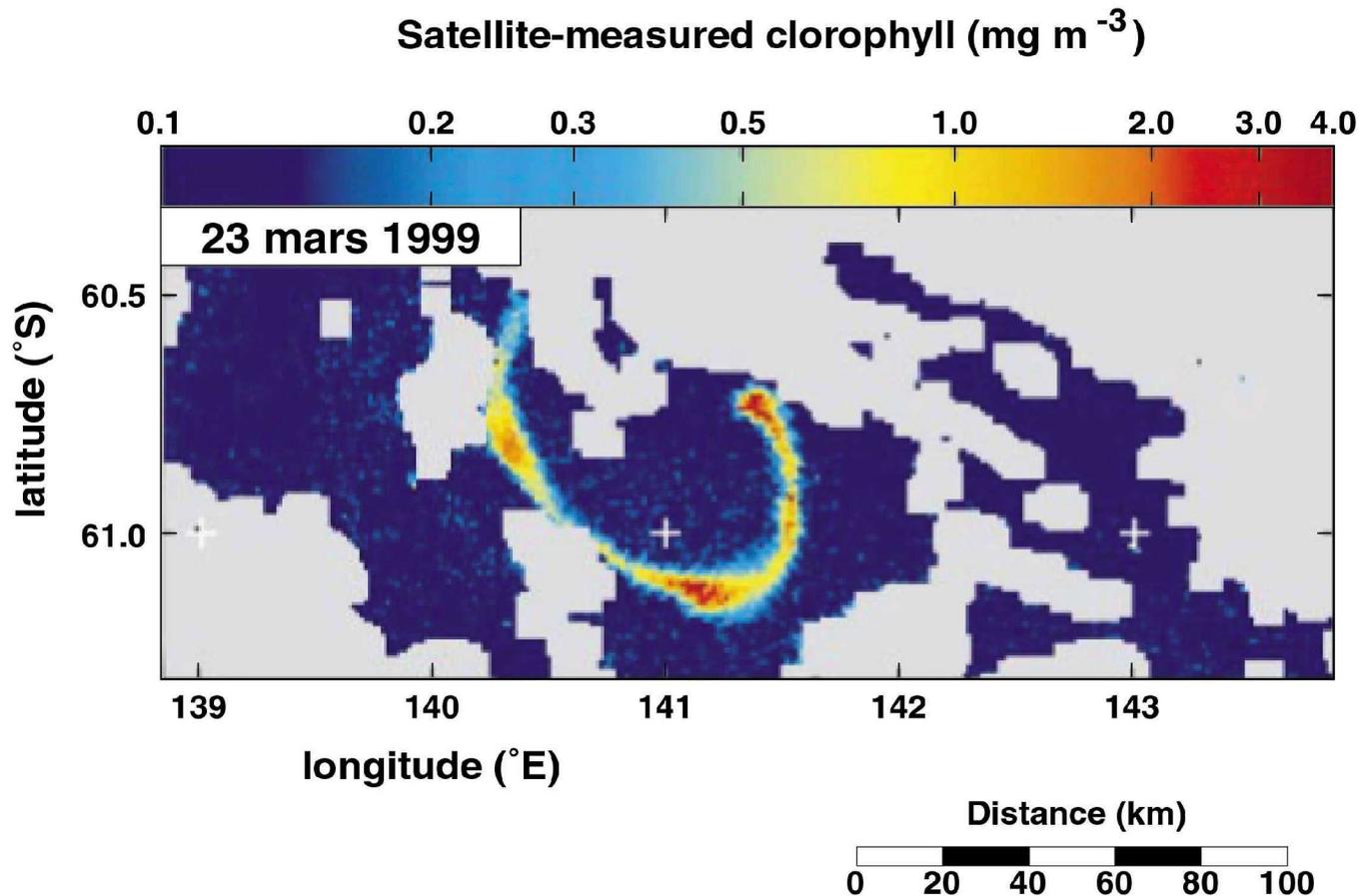
5, 1998

# SOIREE after 42 days

23 March 1999  
(Abraham et al., 2000)



Fertilisation de l'océan en fer pour intensifier la pompe biologique de CO<sub>2</sub>: ici dans l'Océan Austral: ça marche!!



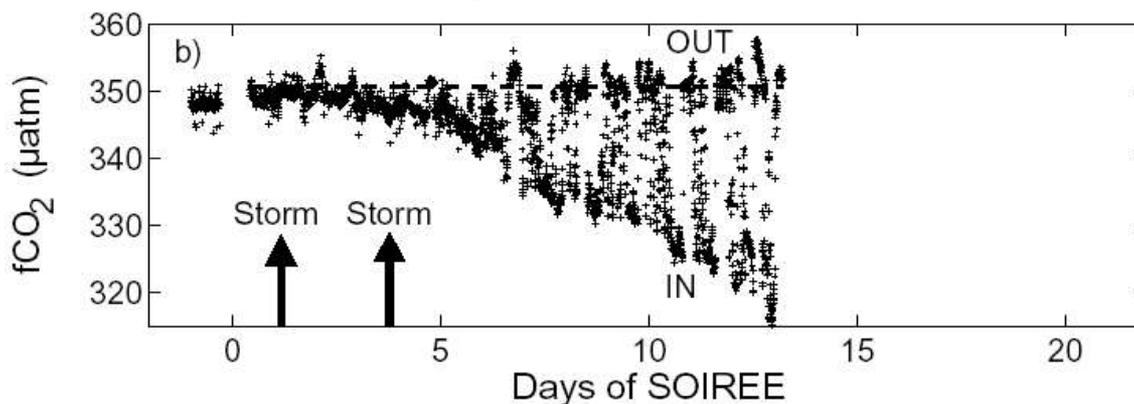
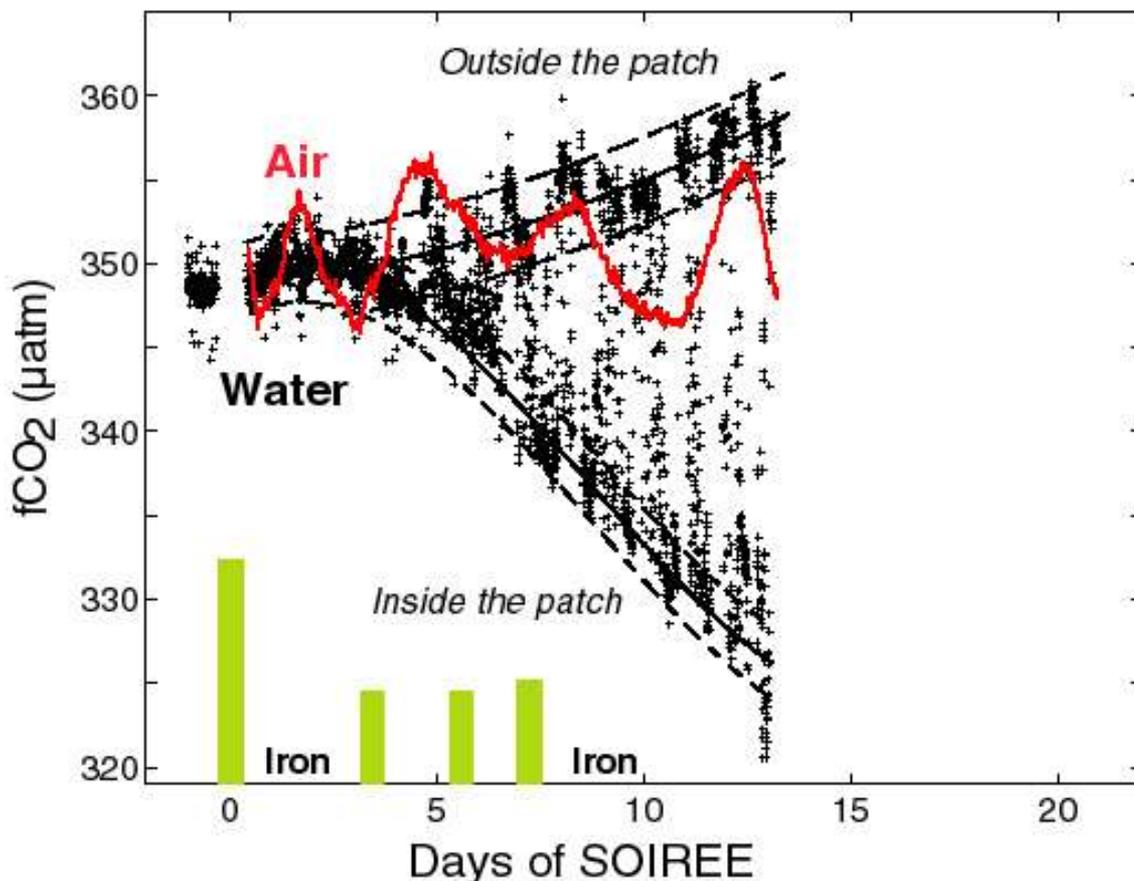
*Boyd et al. (2000) Nature, 407: 695-702*

# Surface water $f\text{CO}_2$ in SOIREE



Dorothee Bakker, Andy Watson, Cliff Law, 2001

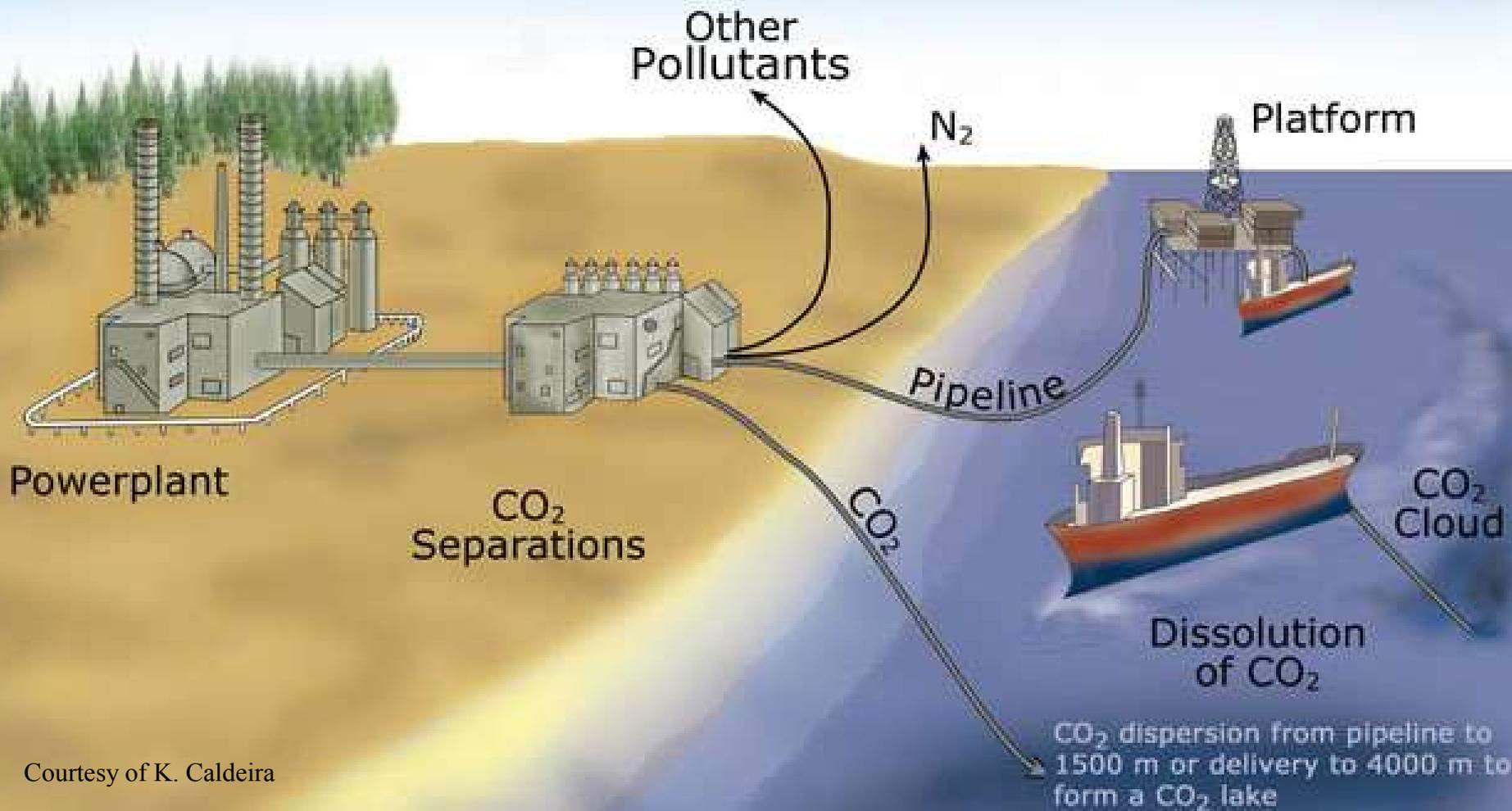
normalized to standard atmospheric pressure and constant temperature



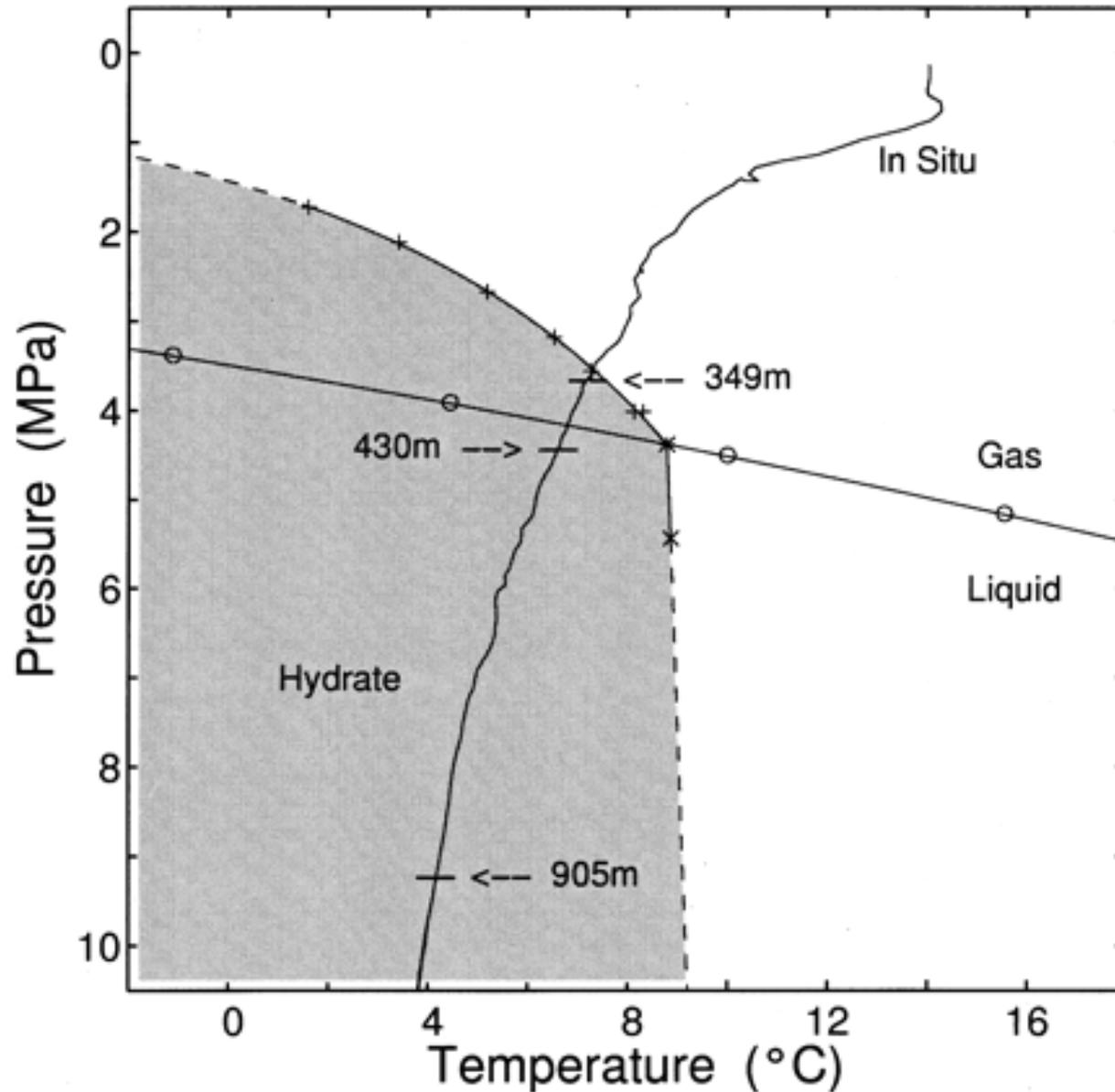
## Quelques projets de séquestration de CO<sub>2</sub>

Projet	Lieu	MTonnes de CO <sub>2</sub> injectées	Source	Statut
Sleipner	Mer du Nord	20	Gas field	en cours
Weyburn	Canada	20	Oil field	Phase
In Salah	Algérie	18	Gas field	début 2
Gorgon	Australia	125	Saline aquifer	In prep.
Frio	USA	3000	Saline aquifer	Phase pilote
RECOPOL	Pologne	3000	Coal seams	en cours

# Injection directe de CO<sub>2</sub> dans l'océan



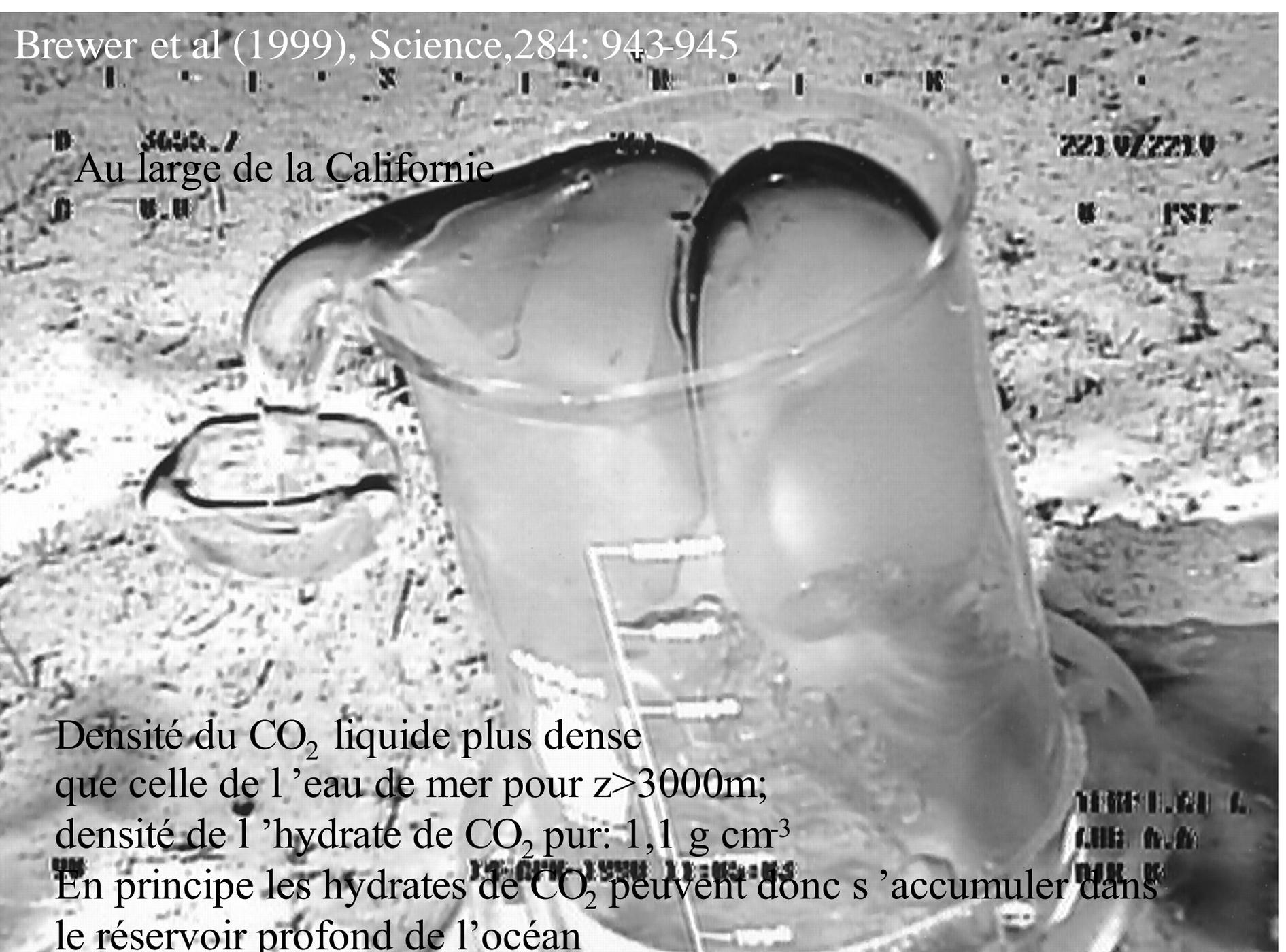
La séquestration du CO<sub>2</sub> par l'océan: par injection en profondeur  
Stabilité des hydrates: Peter Brewer (1999), *Science*, 284: 943-945.



Brewer et al (1999), Science, 284: 943-945

Au large de la Californie

Densité du  $\text{CO}_2$  liquide plus dense  
que celle de l'eau de mer pour  $z > 3000\text{m}$ ;  
densité de l'hydrate de  $\text{CO}_2$  pur:  $1,1 \text{ g cm}^3$   
En principe les hydrates de  $\text{CO}_2$  peuvent donc s'accumuler dans  
le réservoir profond de l'océan



Selon David Cyranoski (in Science, 2004)  
le Research Institute of Innovative  
Technology for the Earth (RITE) de Kyoto (Japon)  
qui a le soutien du Kansai Electric Power Company (Osaka)  
développe des projets très intenses d'épandage  
de CO<sub>2</sub> dans le fond des océans.

Les essais préliminaires montrent qu'au niveau  
de 20000 à 5000 ppm la faune locale (vers) meurt mais Kenji Kato,  
un microbiologiste de l'université de Shizuoka a montré qu'à plus  
faibles concentrations le CO<sub>2</sub> peut modifier la structure des  
communautés bactériennes.

Précipitation des carbonates de calcium dans l'océan  
Feely et al., 2004.

