

El estado excepcional de



Artistic Rendering - View of Earth

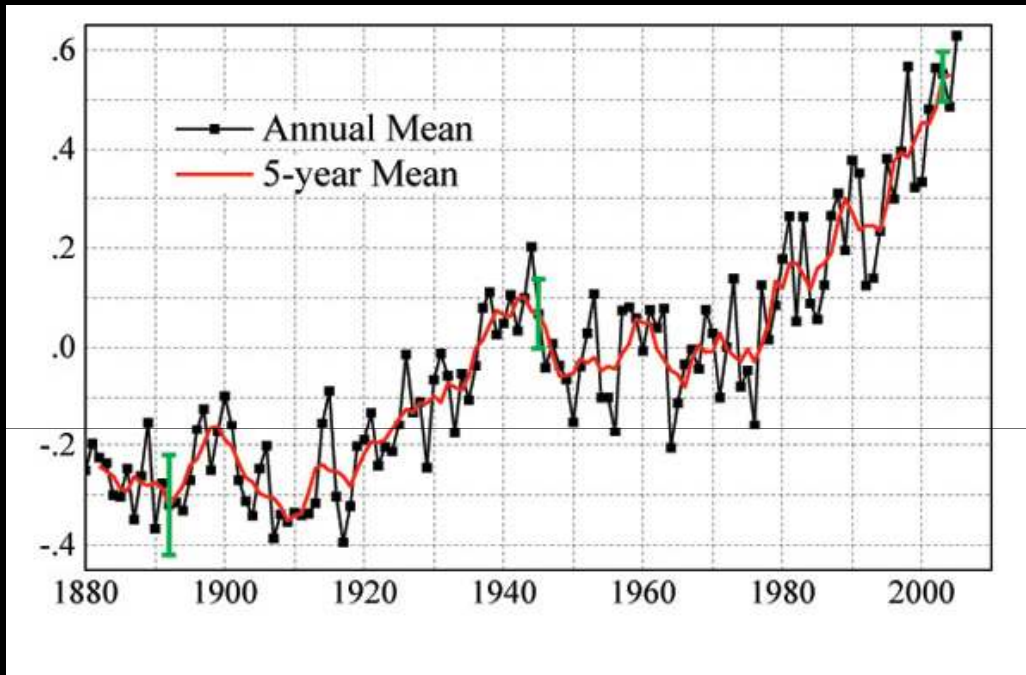
Nuestro Planeta

Diana Ruiz-Pino ruiz@ccr.jussieu.fr

Université de Paris VI-LOCEAN(CNRS/IPSL)

La era Industrial
Un golpe de Calor !

Calentamiento !

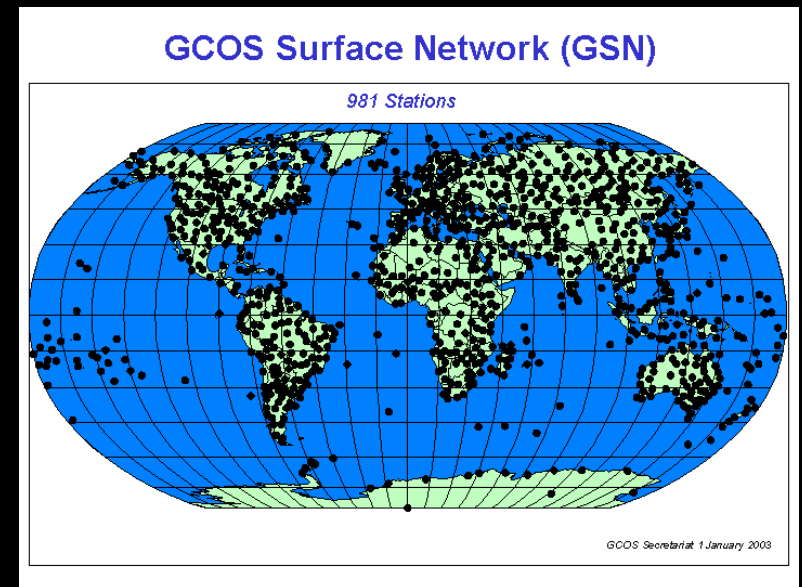


+0.8°C desde el 1880

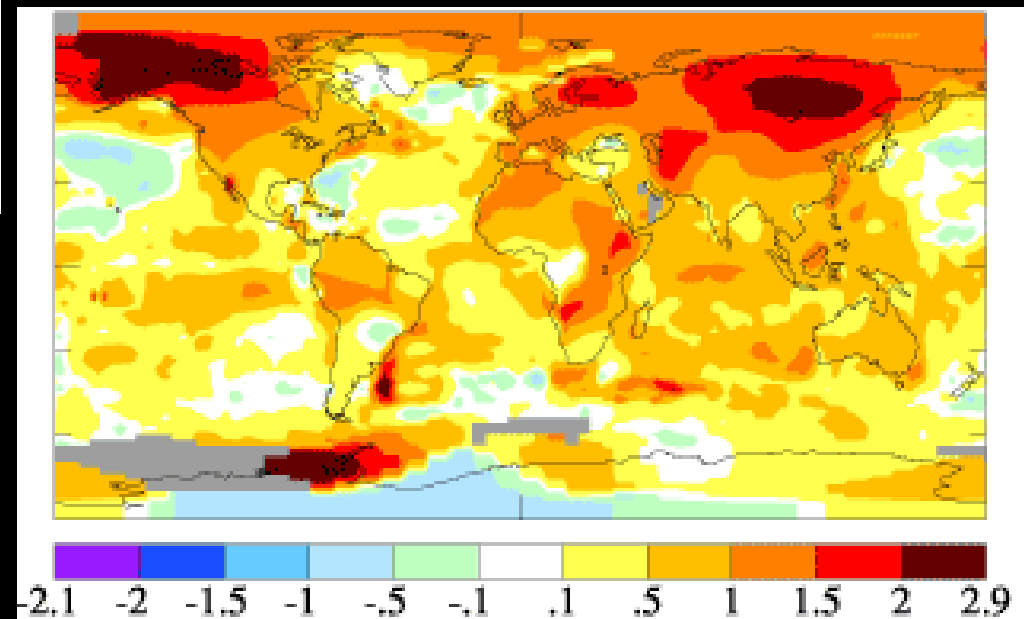
+0.6°C desde 1950

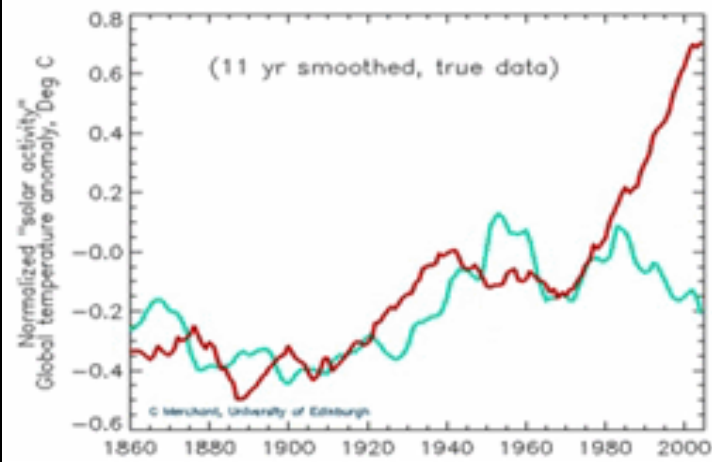
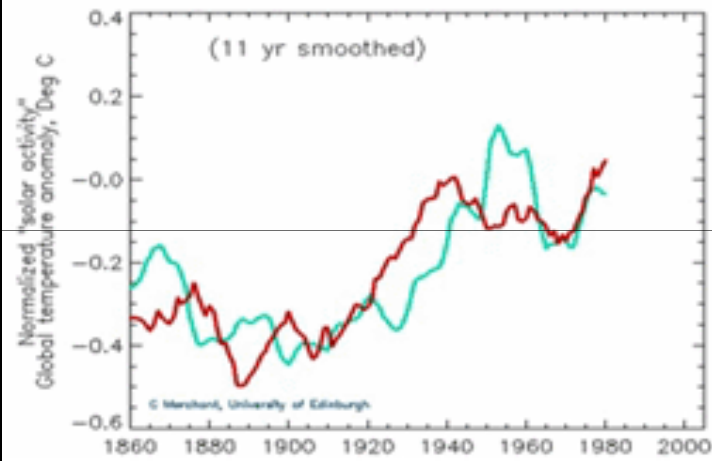
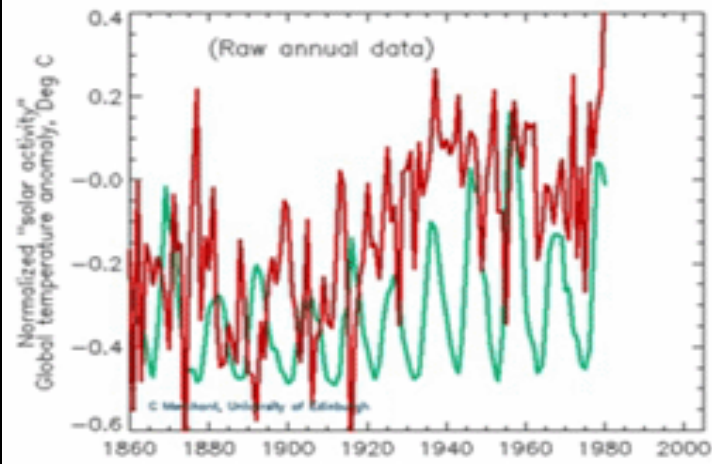
10 record de temperatura durante los últimos 15 year

Nueve de los 10 últimos años fueron más calientes que todos los anteriores a 1860

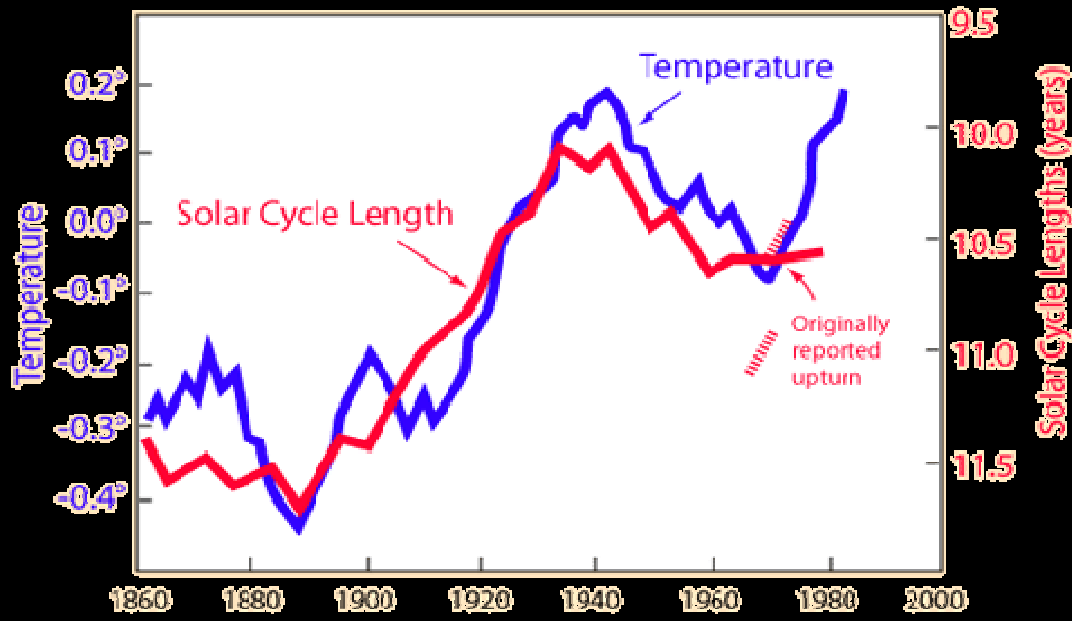


Tendencia 1955 - 2005

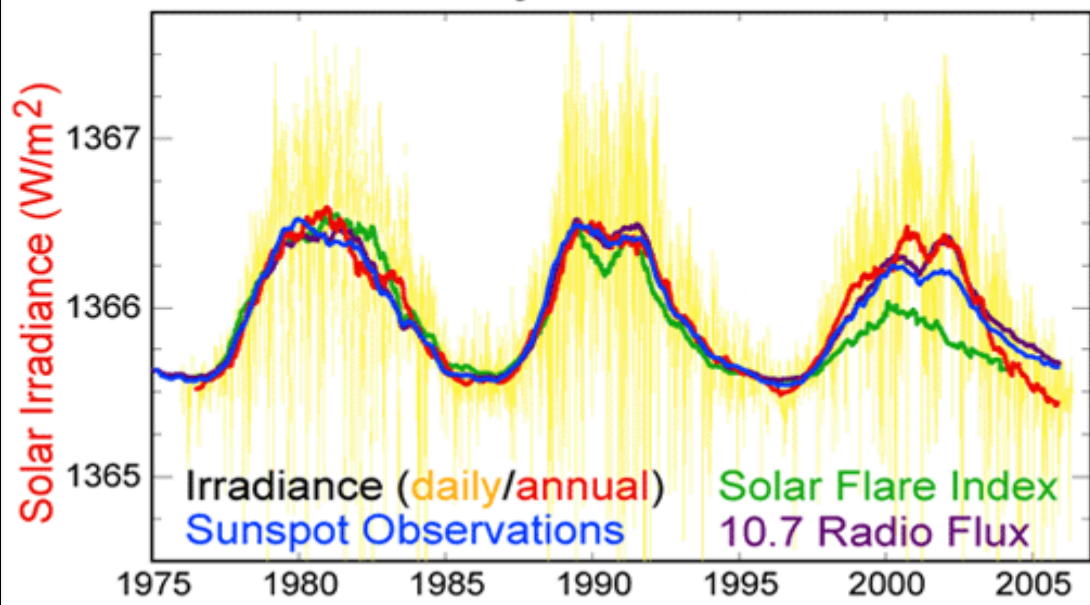




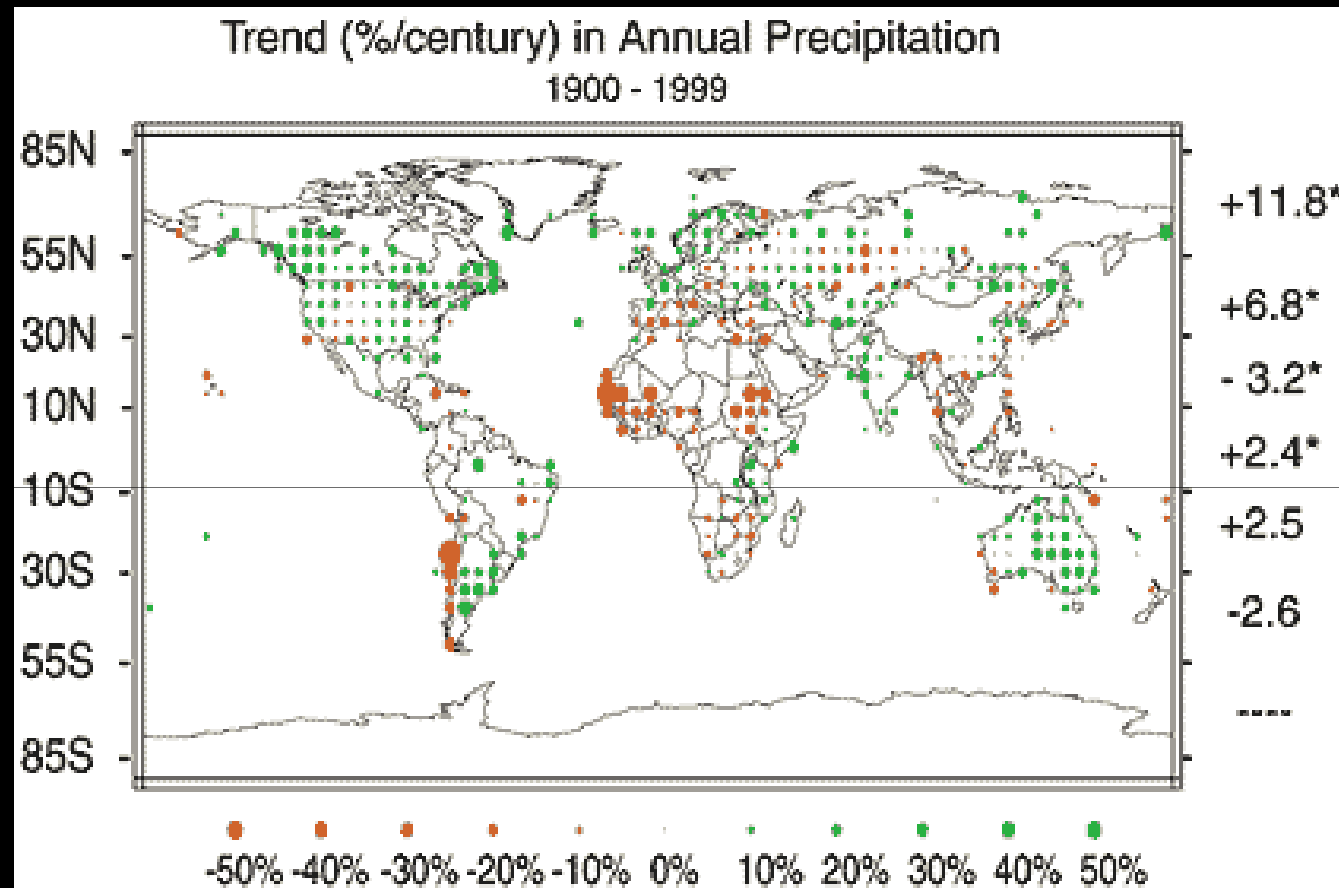
Temperature and Solar Activity 120 years



Solar Cycle Variations



Las precipitaciones también fueron modificadas ...



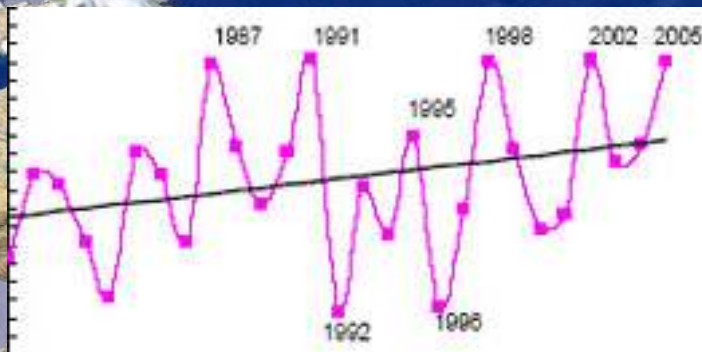
- medias/altas latitudes de l 'H.N : las precip. aumentan (+0,5/1%/década)
- sub-trópico (10N-30N) : las precipitaciones disminuyen más rápidamente (-0.3%/década)

Las calotas disminuyen

2005 Melt
Extent

$240 \text{ km}^3 / \text{an} = 0.5 \text{ mm/yr}$

- 2005 Melt Extent
- 1992 Melt Extent
- 2,000m Elevation

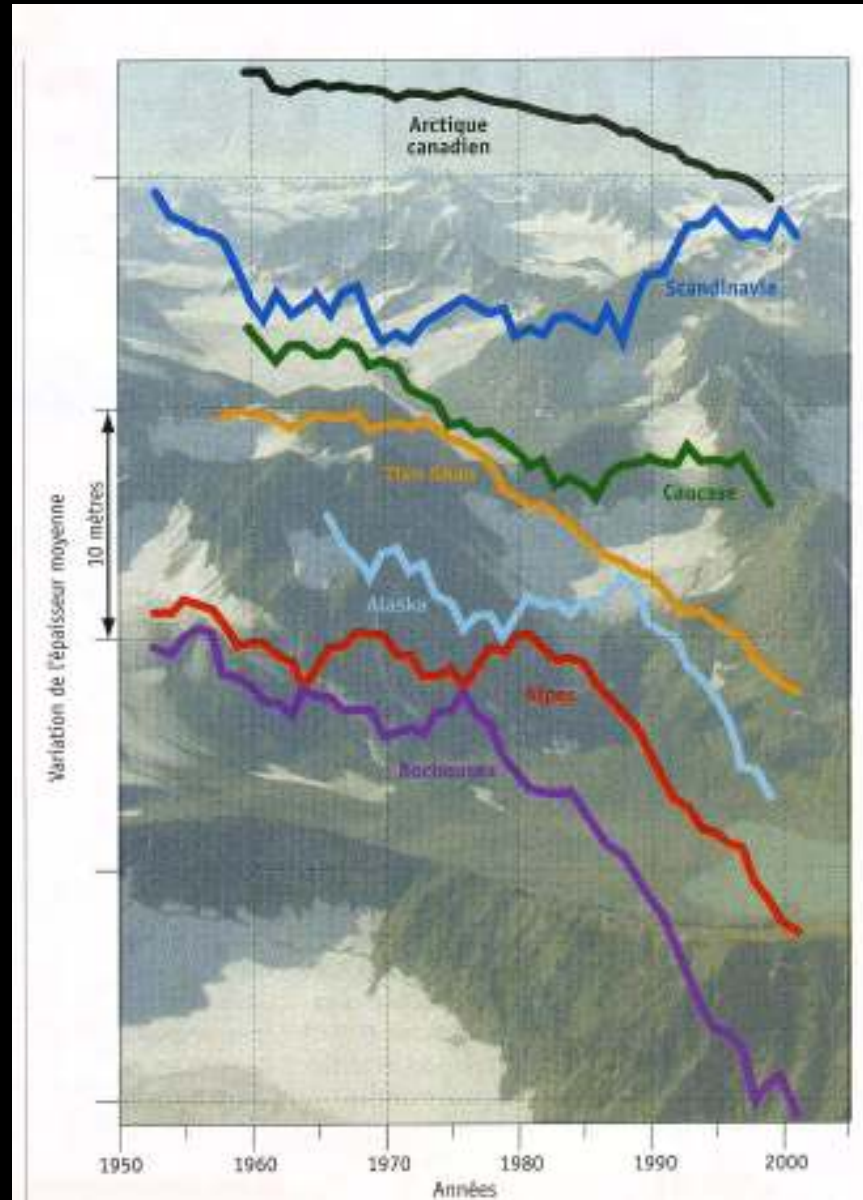


Medida satelital desde 1980

Fundida acelerada de Groenlandia



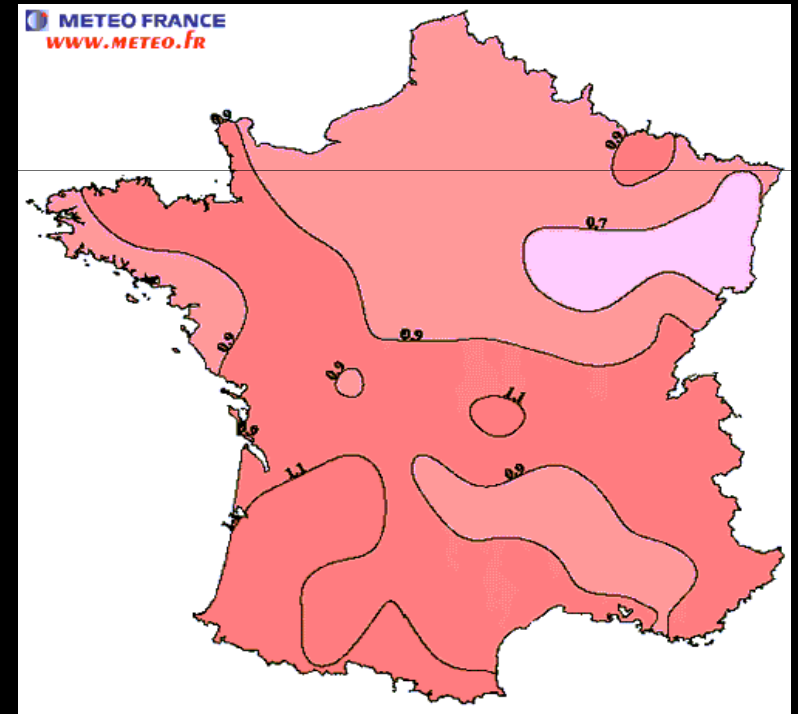
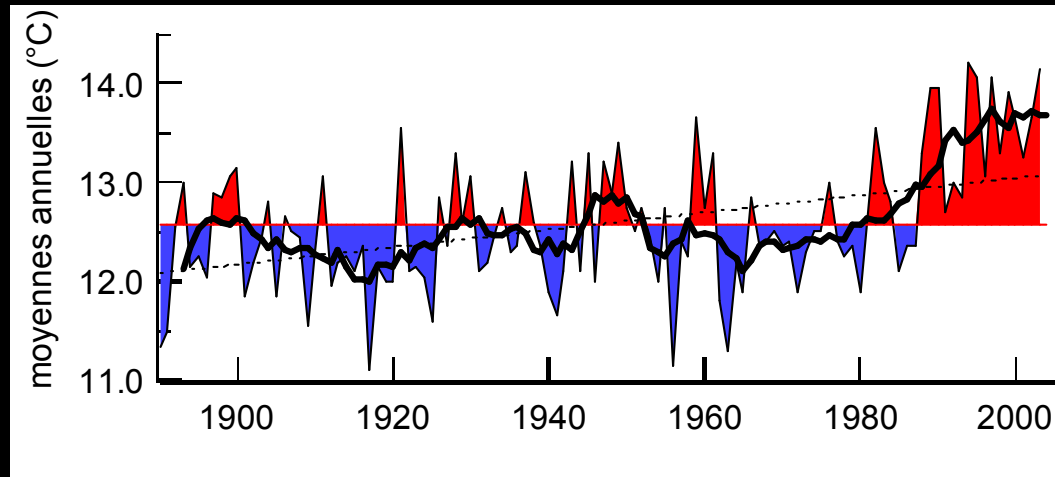
El espesor de los glaciales de montañas disminuye



Historia de temperaturas

Evolution de la temperatura anual en el siglo 20 (70 series homogeneizadas)

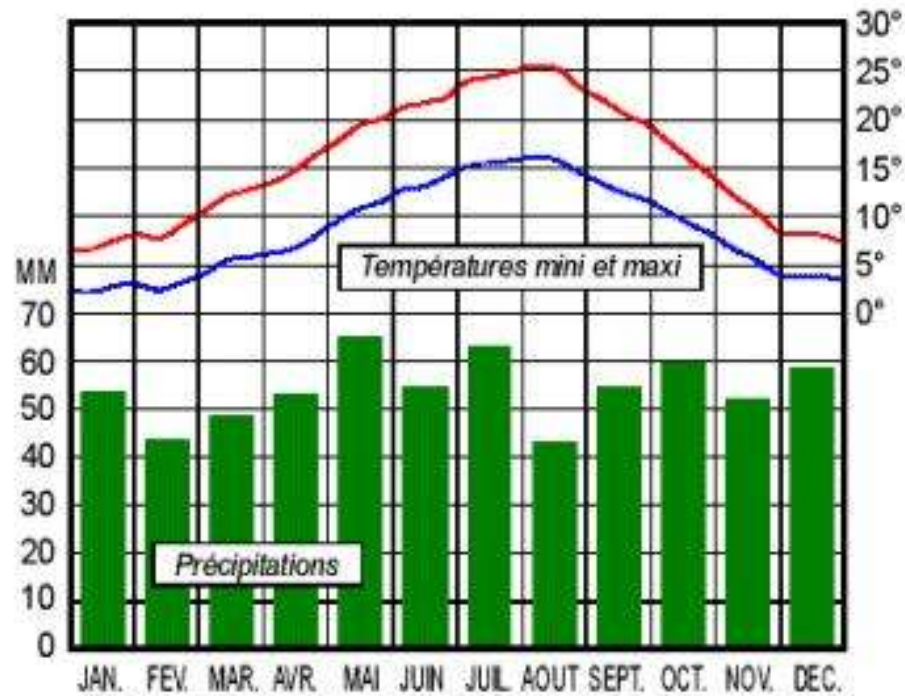
Temperatura anual en Paris desde 1890



El clima de Paris

Promedio 1971-2000

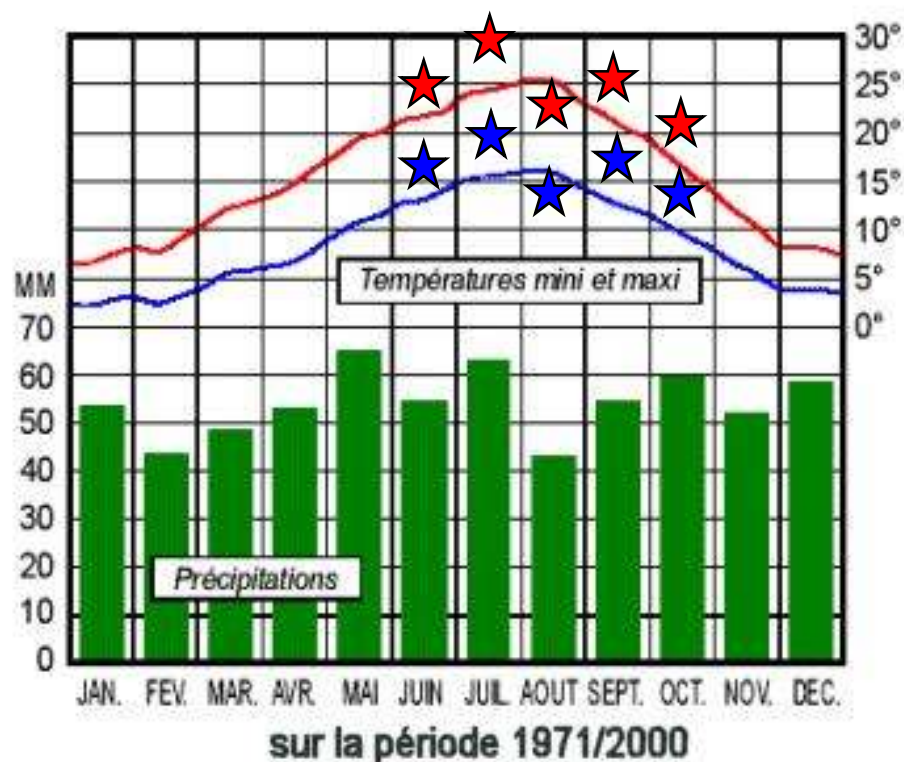
Normales de temperaturas et de precipitations à Paris-Montsouris



sur la période 1971/2000

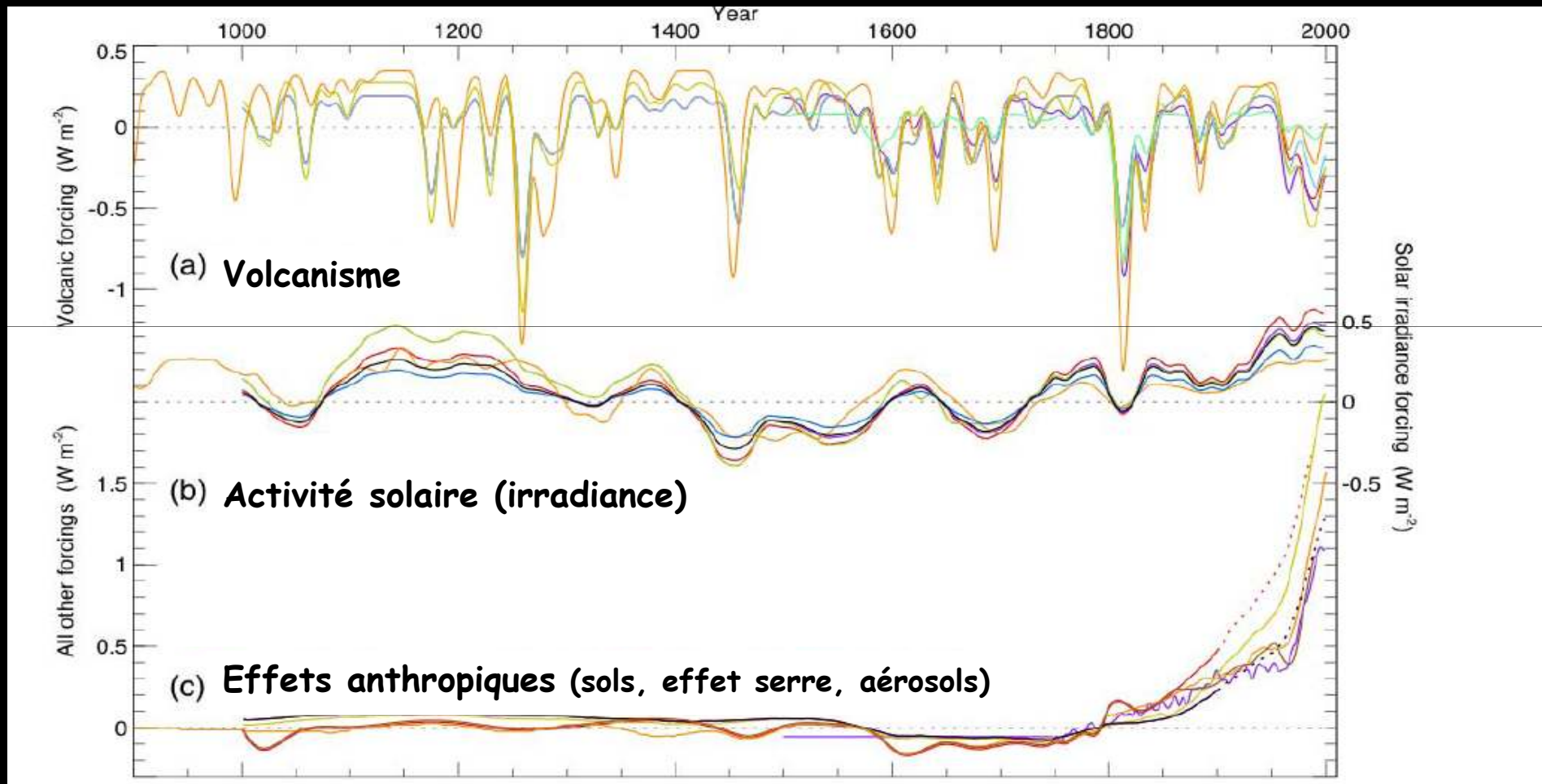
el año 2006 : Calores cada vez más calientes ?

Normales de températures et de précipitations à Paris-Montsouris

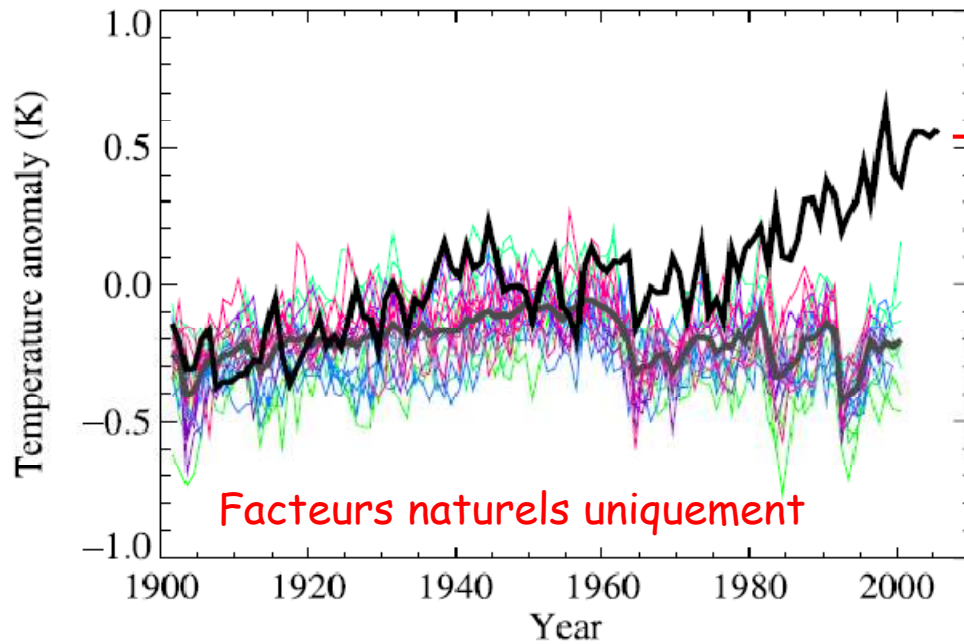


Juin 2006 : + 3 °C / normales
Juillet 2006 : + 4 °C
Août 2006 : - 1.5 °C
Sept. 2006 : + 3.2 °C
Octobre 2006 : + 3.2 °C

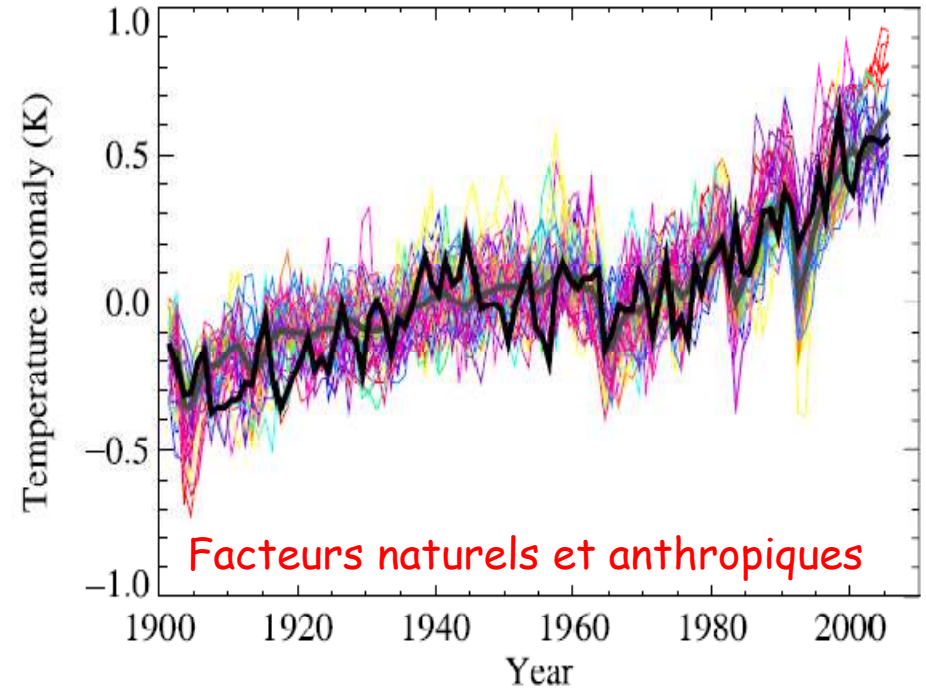
Impacto de diferentes factores sobre el balance radiativo de la Tierra

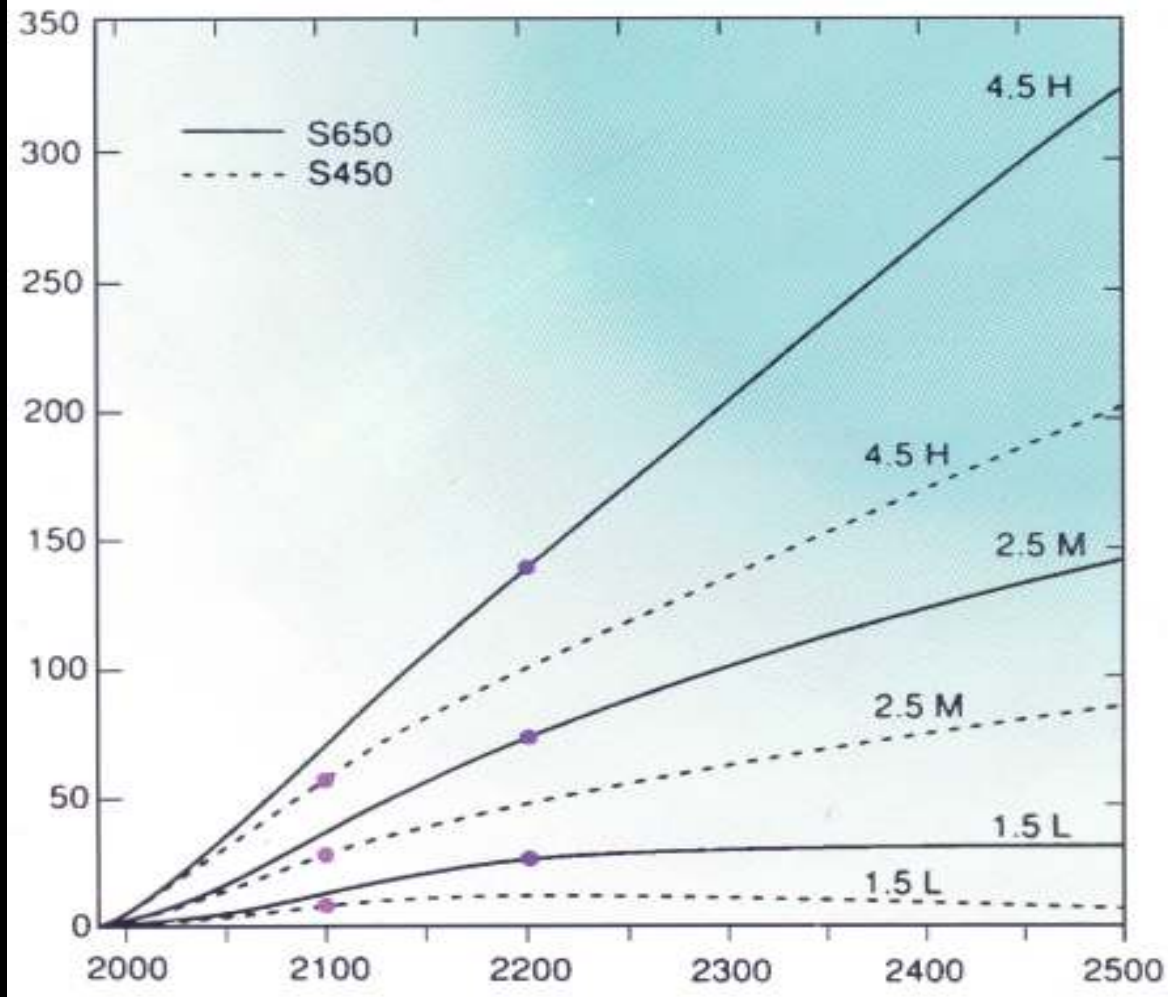


Simulación de la temperatura global



El calentamiento observado desde ~1970 no puede explicarse que por el efecto de actividades humanas (gas efecto de invernadero)

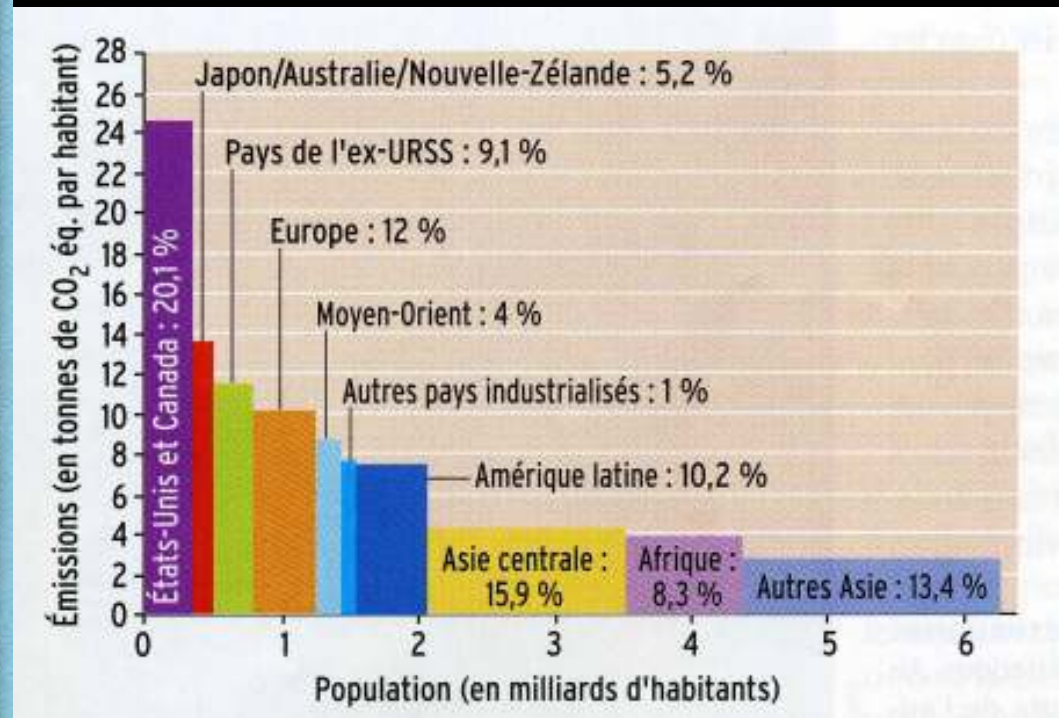
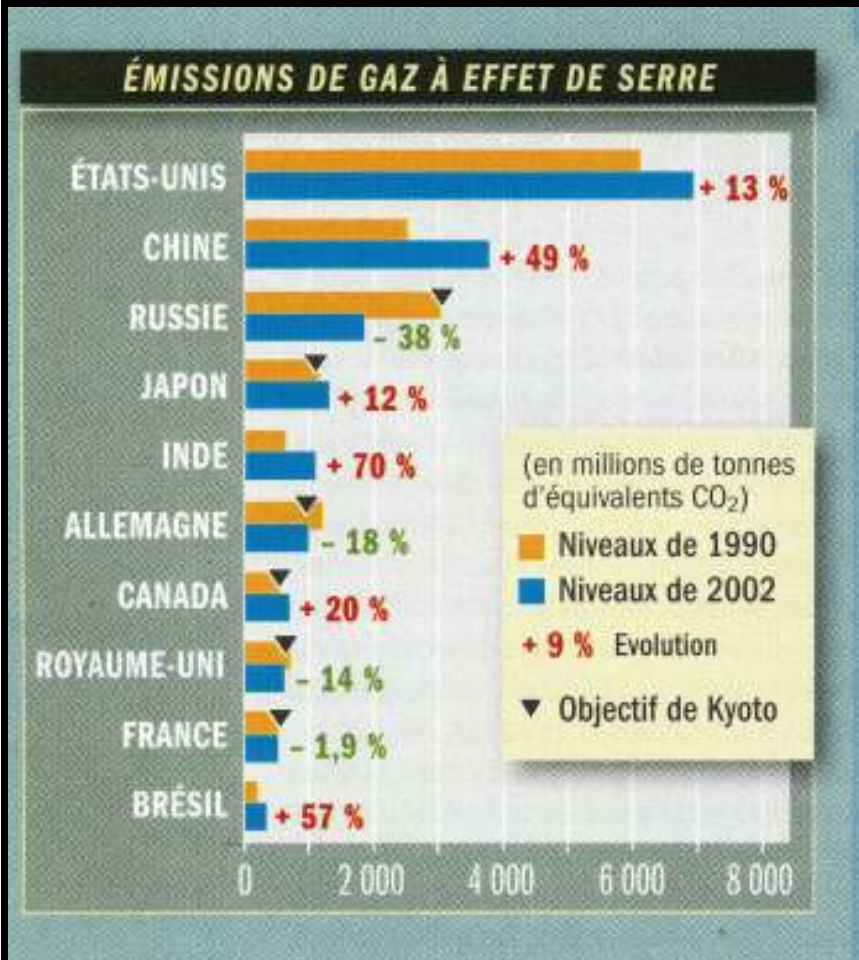




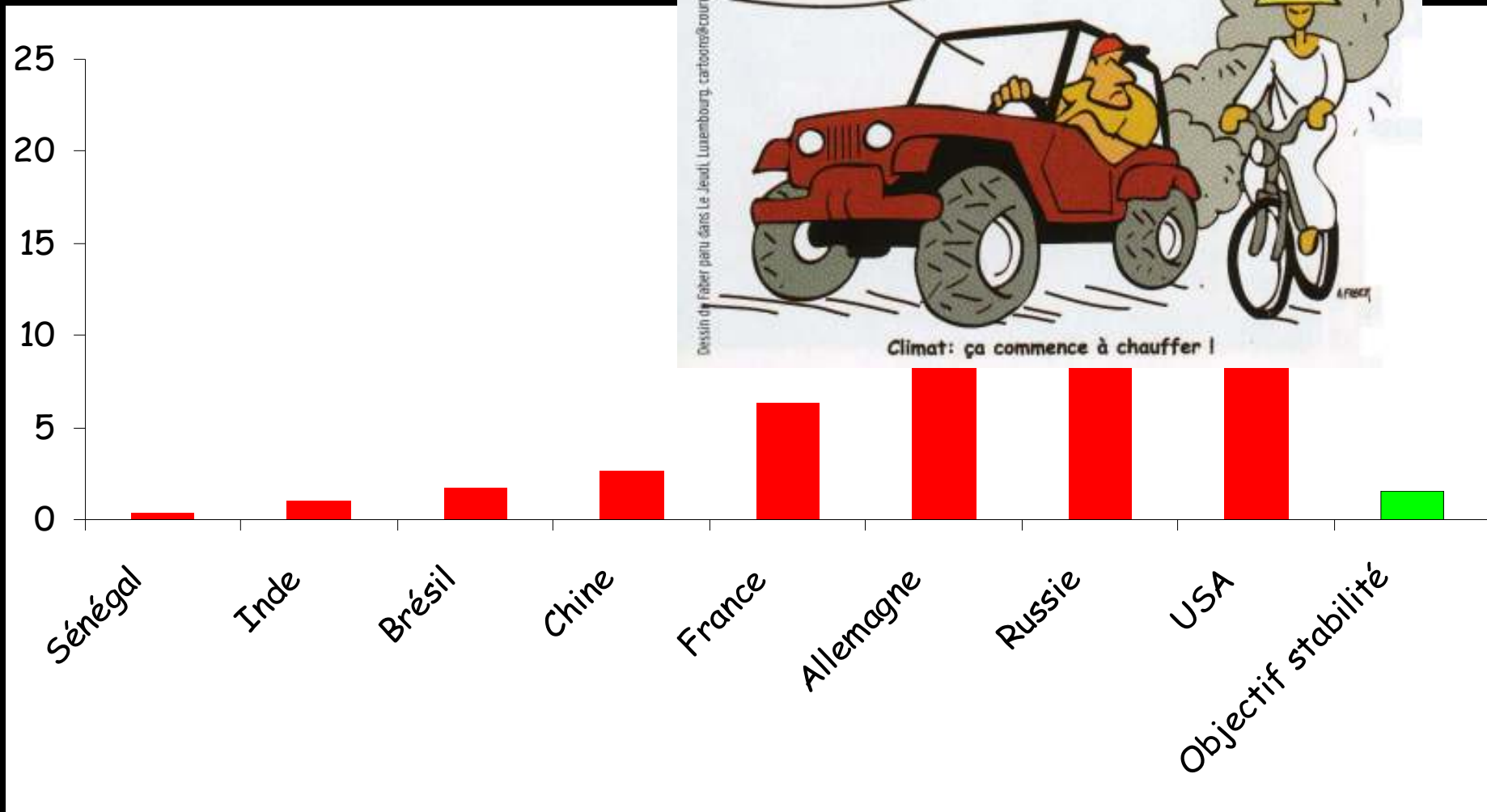
Mismo en caso de estabilización de GEI al final del siglo , el nivel del mar va a continuar a aumentar regularmente (inercia del océano). Se agrega a la escala de algunos siglos el riesgo de que se funda Groenlandia. **Podemos temer una elevación del nivel del mar de 3 a 4 metros para mediados del milenio y una desertificación del Norte de África, sur de USA y México, Norte de Argentina y del sur Europa, escasez de agua.**

Las Responsabilidades

Quién es responsable ?



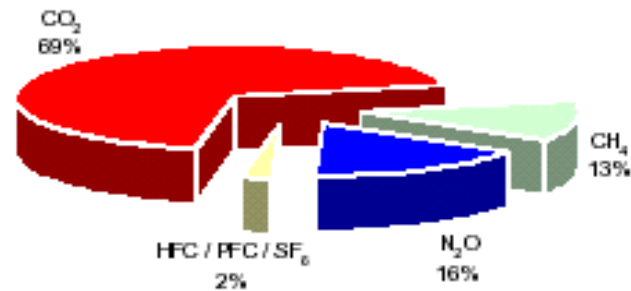
Relargage de CO2 por persona y por año



En Francia : 6 toneladas de CO₂ por persona y por año
El planeta puede « digerir » 1.5 toneladas / habitante

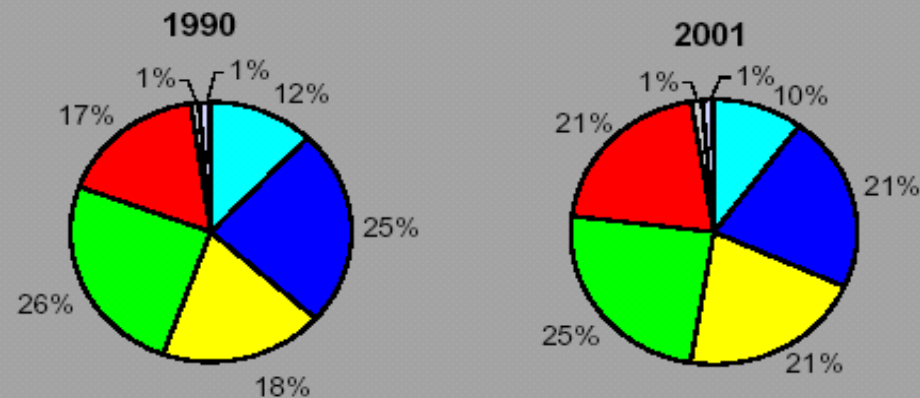
En Francia

Contribution des différents gaz à effet de serre au PRG en 2001 (France métropolitaine)



CITEPA / CORALIE / format SECTEN - février 2003

Répartition des émissions de PRG hors puits par secteur



- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| Transformation énergie | Industrie manufacturière |
| Résidentiel / tertiaire | Agriculture/sylviculture |
| Transport routier | Autres transports |
| Autres | Puits |

En el mundo

Gas carbónico : CO₂

- 6, 4 GtC/an (années 1990)
- Petroleo
- Carbon
- Gaz natural
- Cemento (3%)
- Sumideros : Ocaano (1,7 GtC/an)
- Vegetation (1,7 GtC/an)

Metano : CH₄

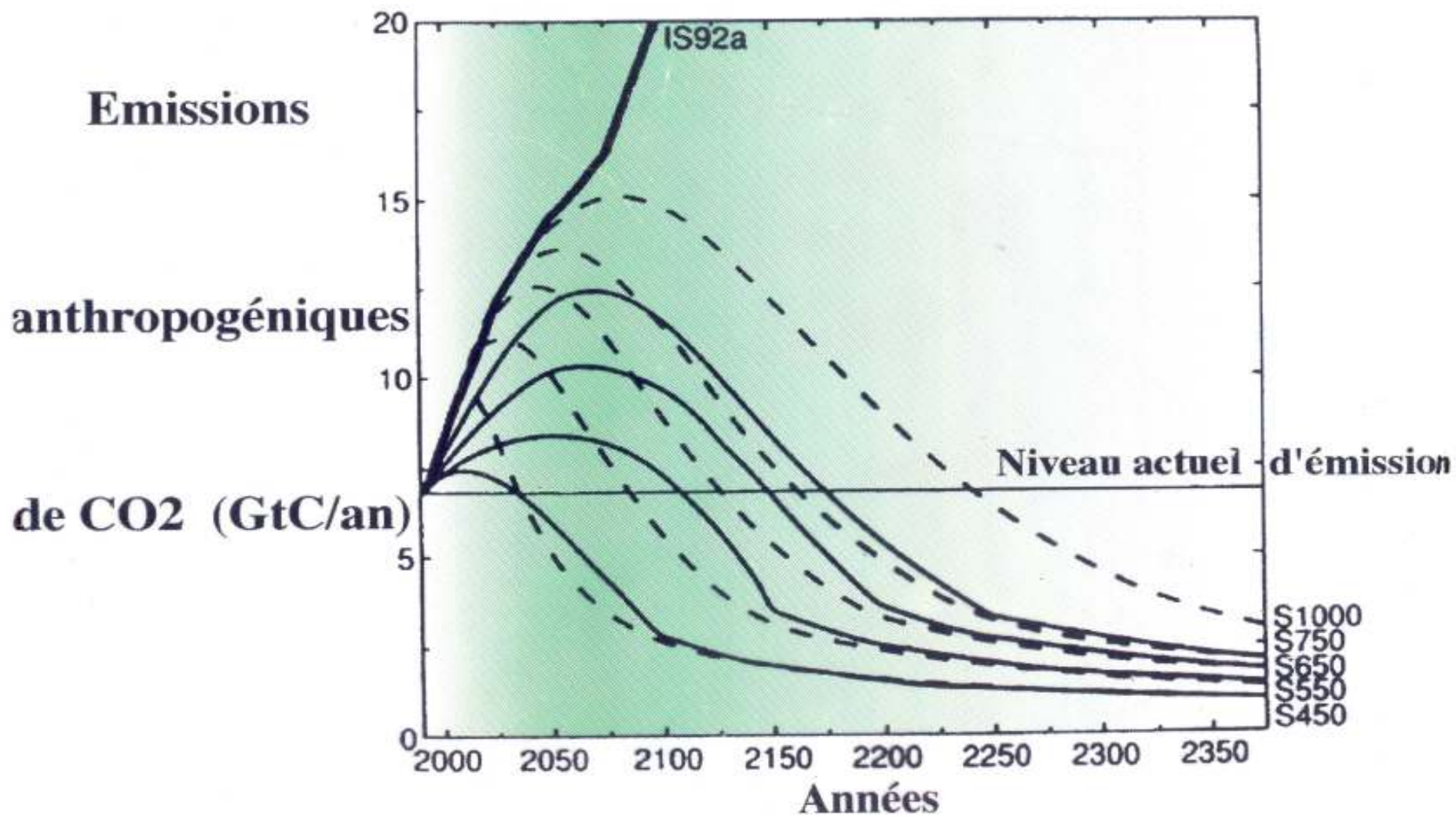
- Emisiones naturales (marais)
- Hidrocarburos
- Agricultura
- Descargas

Oxido Nitroso

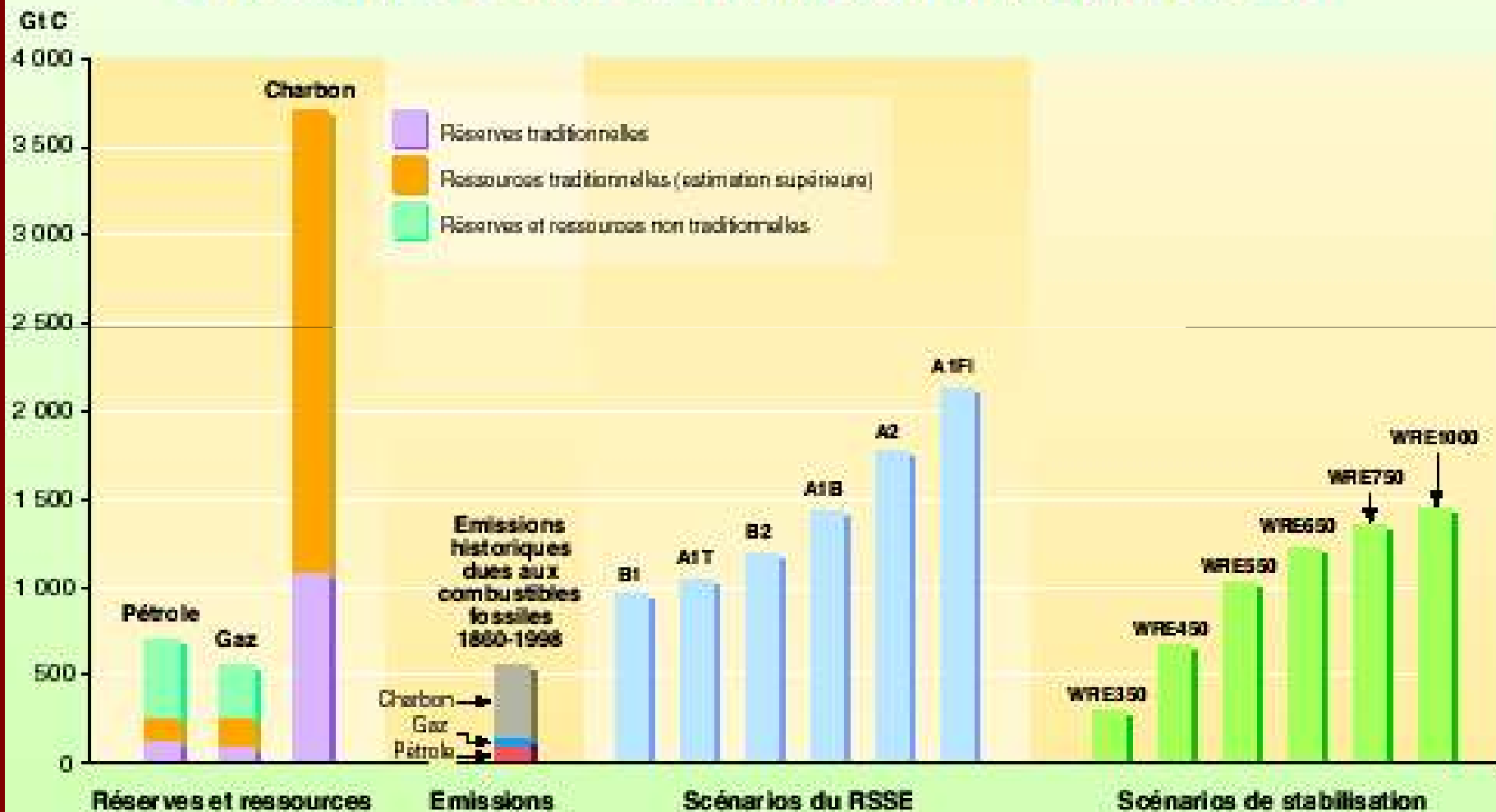
- Emisiones naturales
- Agricultura, elevage, biomasa
- Actividades industriales

HFC, PFC, SF₆

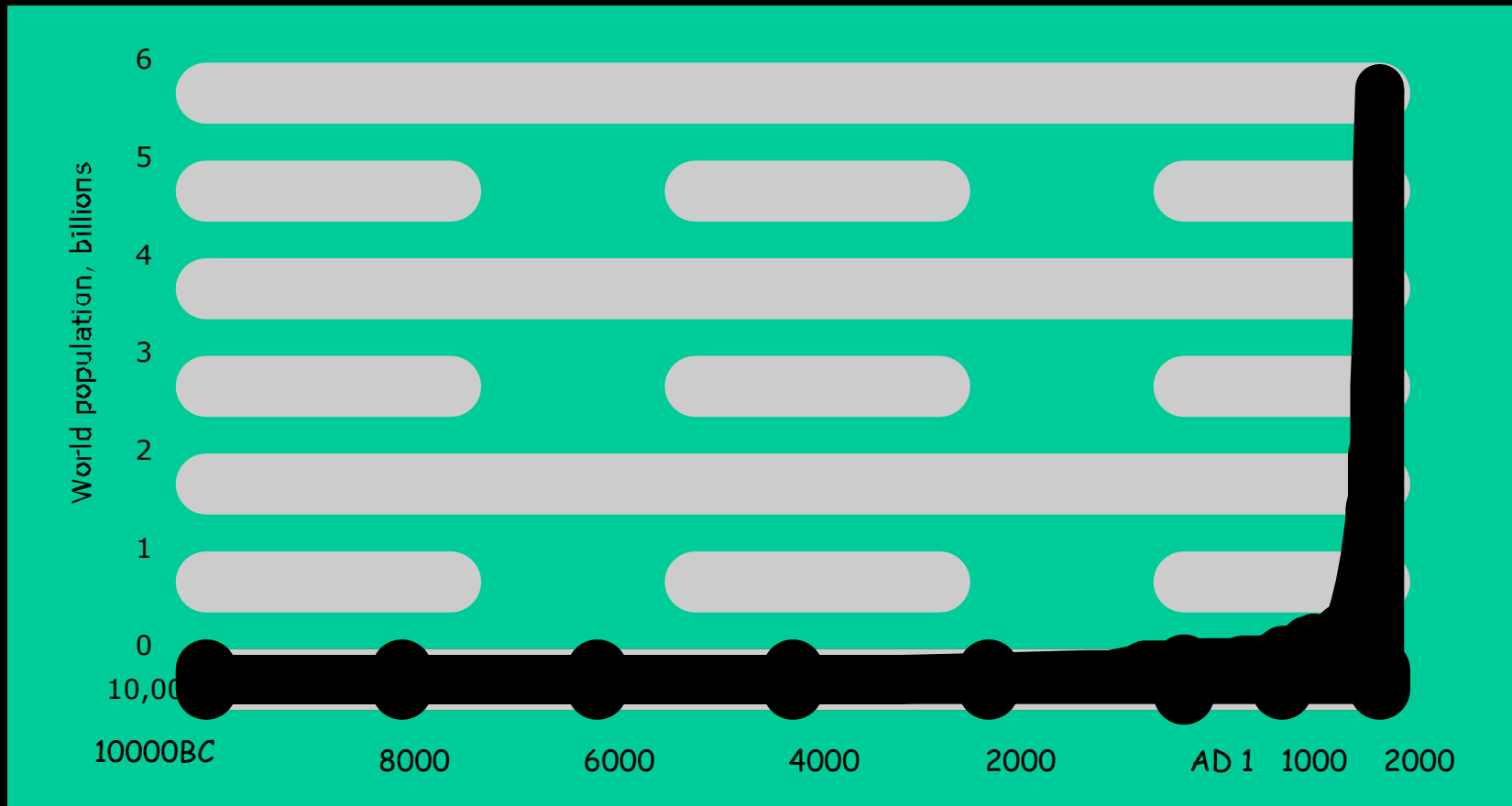
Ozono



Carbone dans les réserves et ressources de combustibles comparé aux émissions historiques de carbone dues aux combustibles fossiles, et aux émissions de carbone cumulées, fournis par un ensemble de scénarios du RSSE et de scénarios de stabilisation du TRE jusqu'en 2100



CO2-Población



6 Milliards 12 Octobre 1999

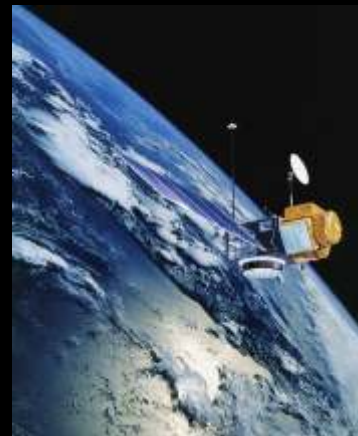
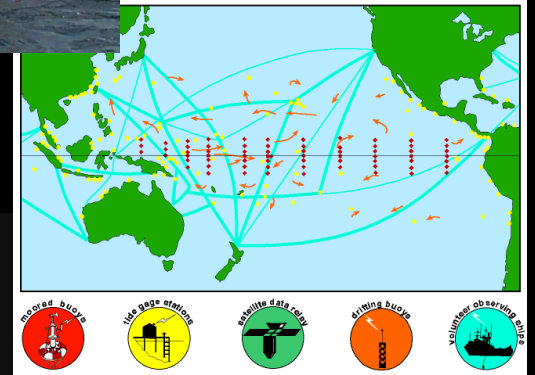
12 en 40 ans, 24 en 80 ans, 48 en 120

Observar y medir el océano

- empresa titánica
- Coordinación internacional
- Campañas en el mar
- Boyas fijas o derivantes
- Rdes tiempo real
- Satélites

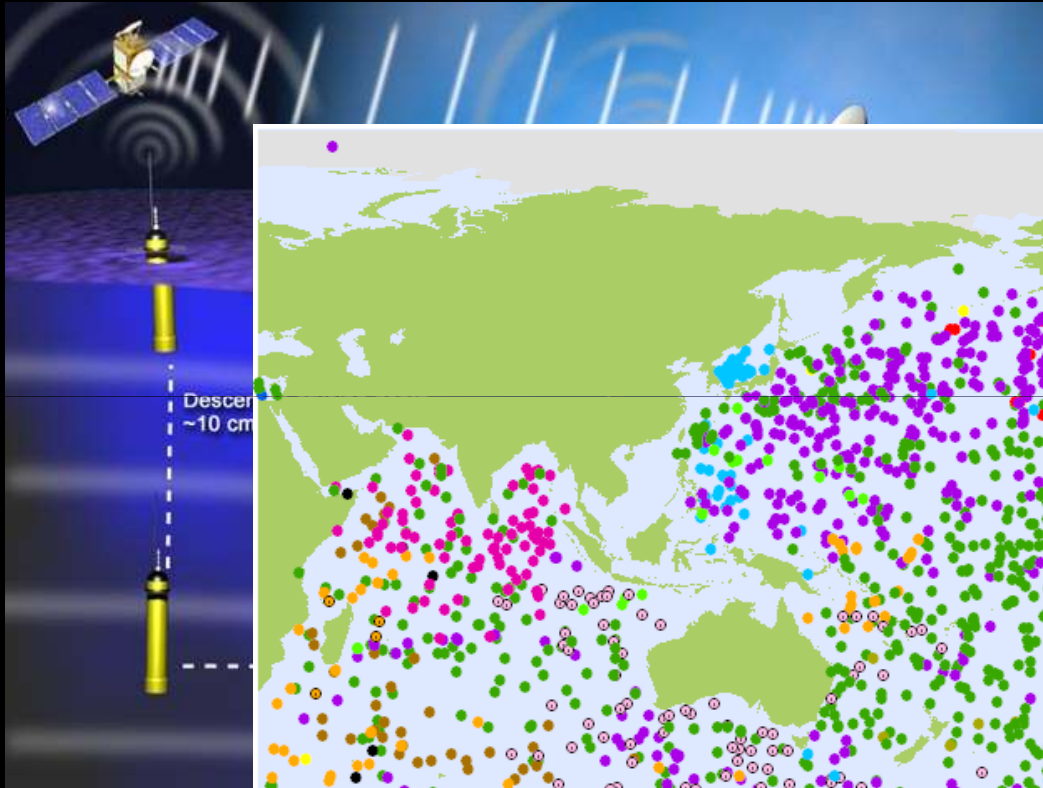


ENSO Observing System

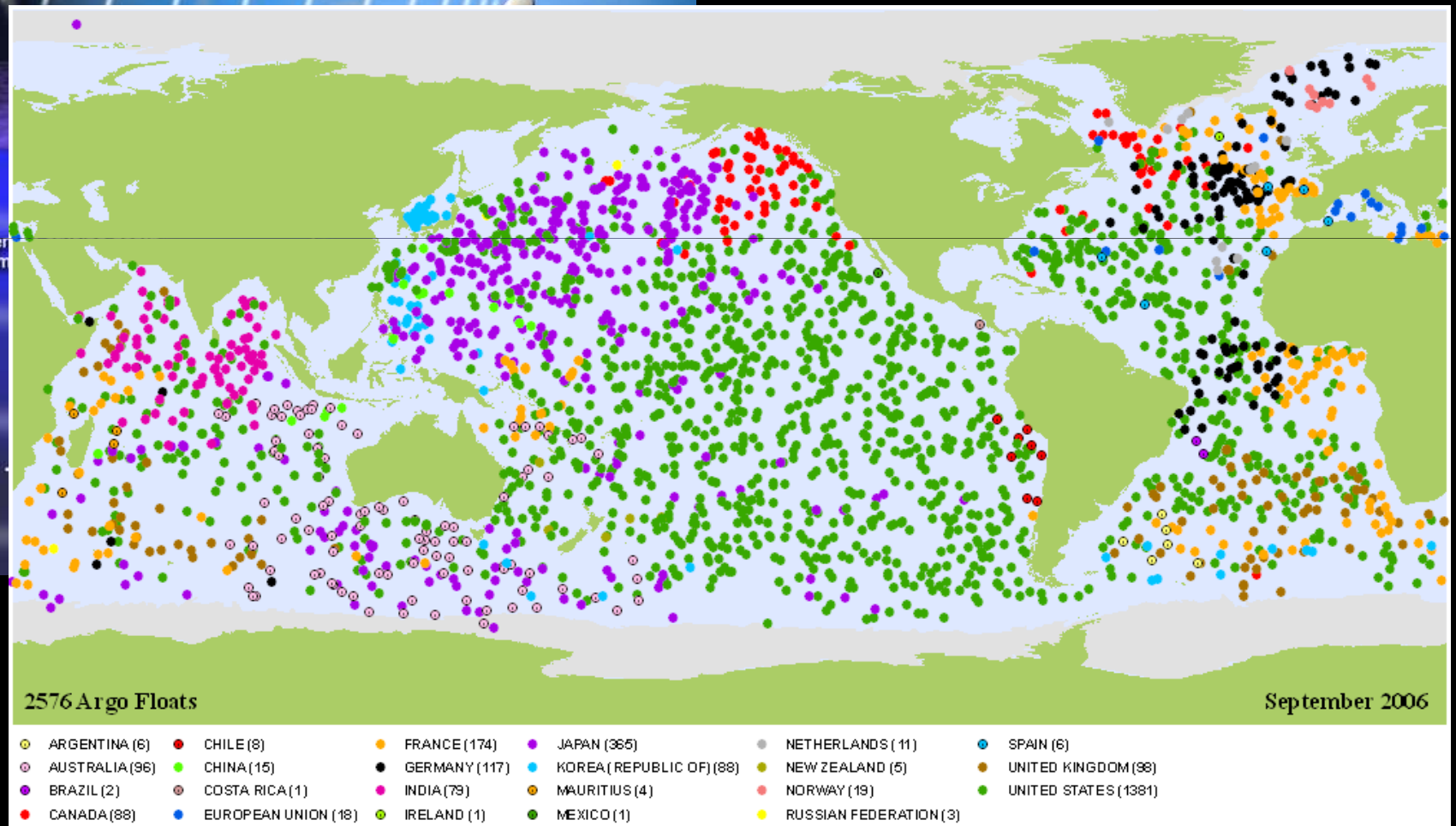


Boyas derivantes ARGO

Perfiles automáticos de temperatura y de salinidad

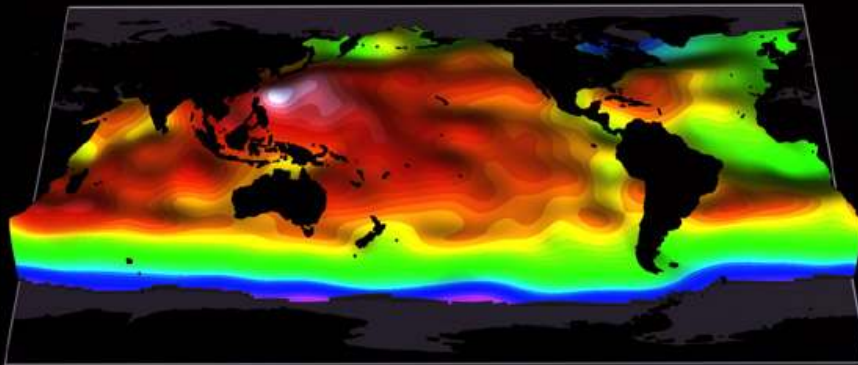


2599 boyas (31 Oct 2006)



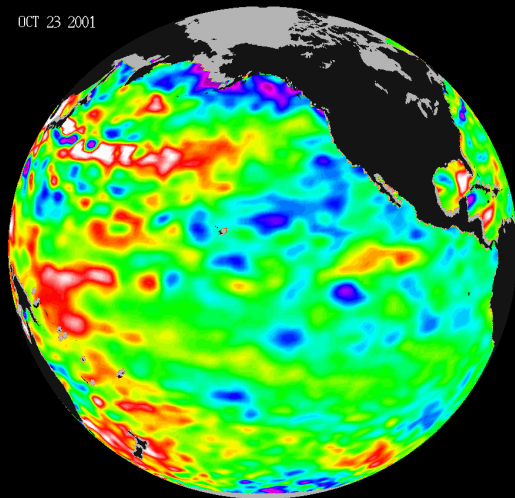
Satelites Topex-Poseidon/JASON

La altura del mar al centímetro...

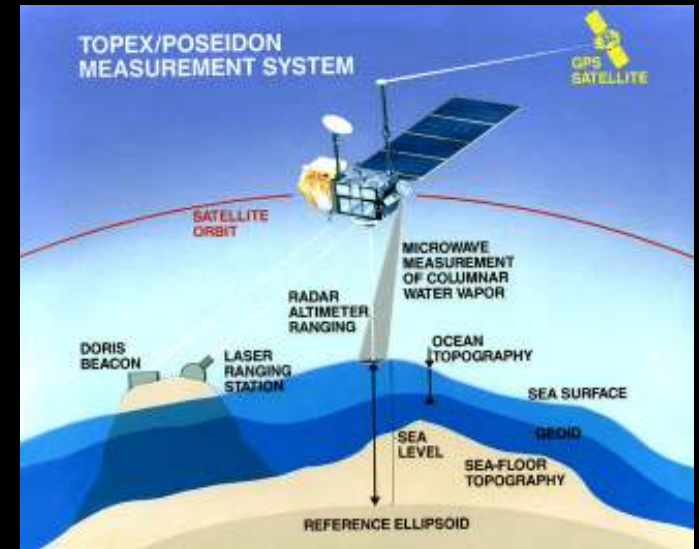


...globalmente...

OCT 23 2001



... cada 10 días !



TOPEX/Poseidon



Emitido
5,5 1,6

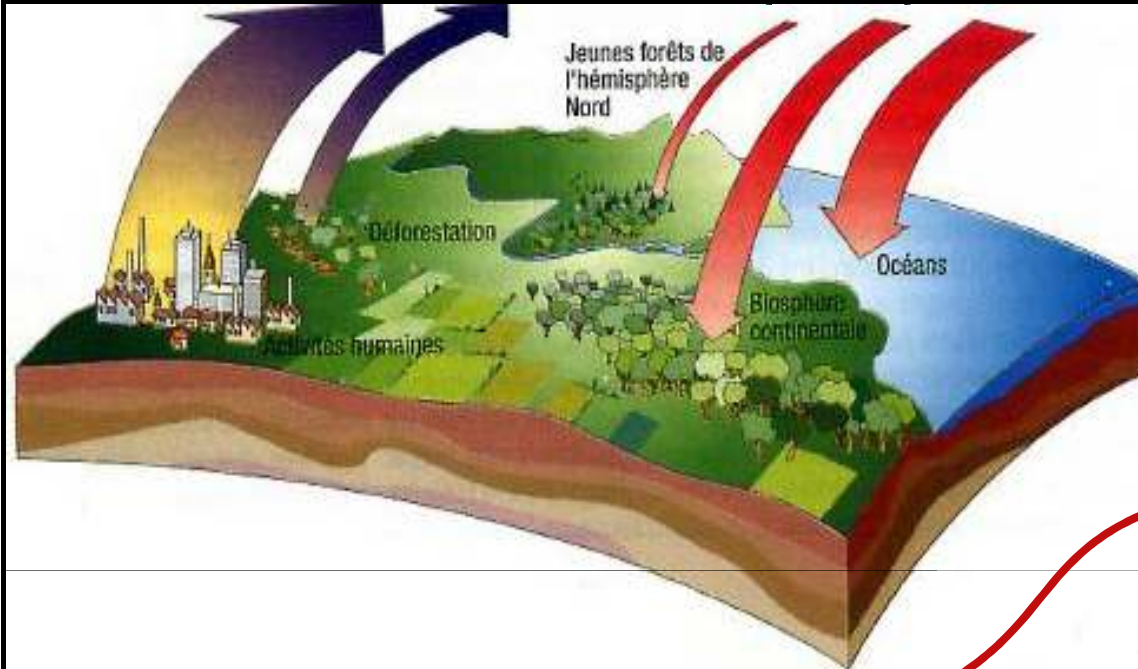
Absorbido
1,8 2,0

Le ciclo del Carbono

Perturbación antrópica

Acumulación :
3,3 miles de millones de ton por año

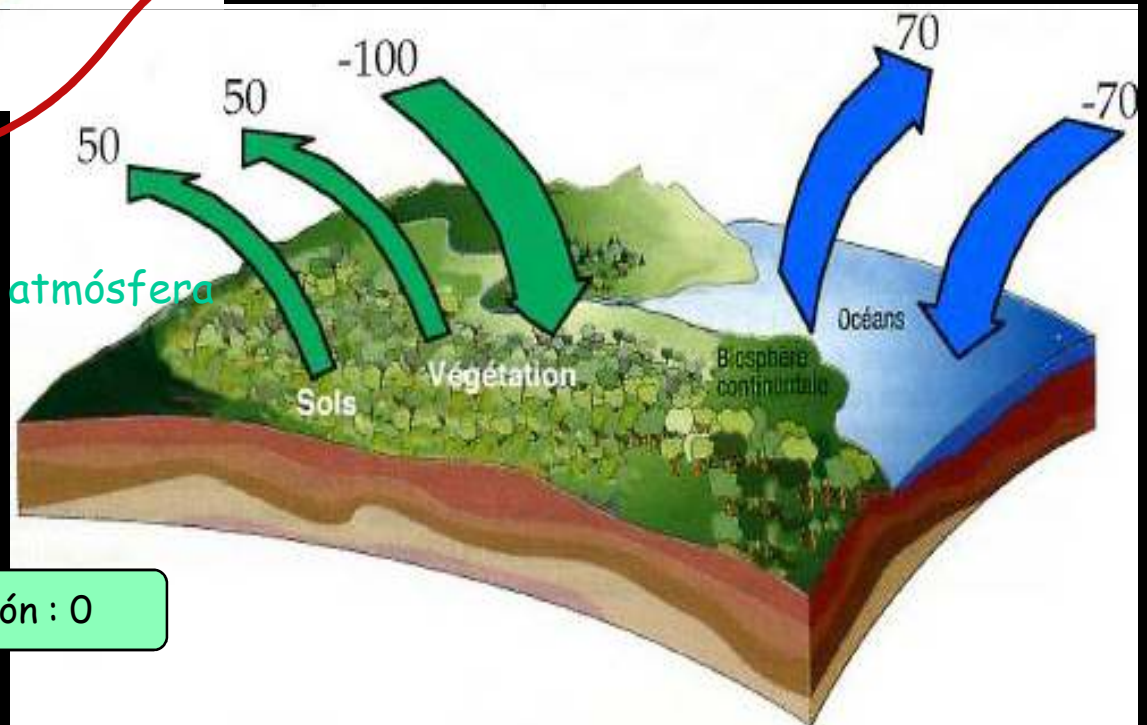
Echanges océans
- atmosphère



Ciclo natural

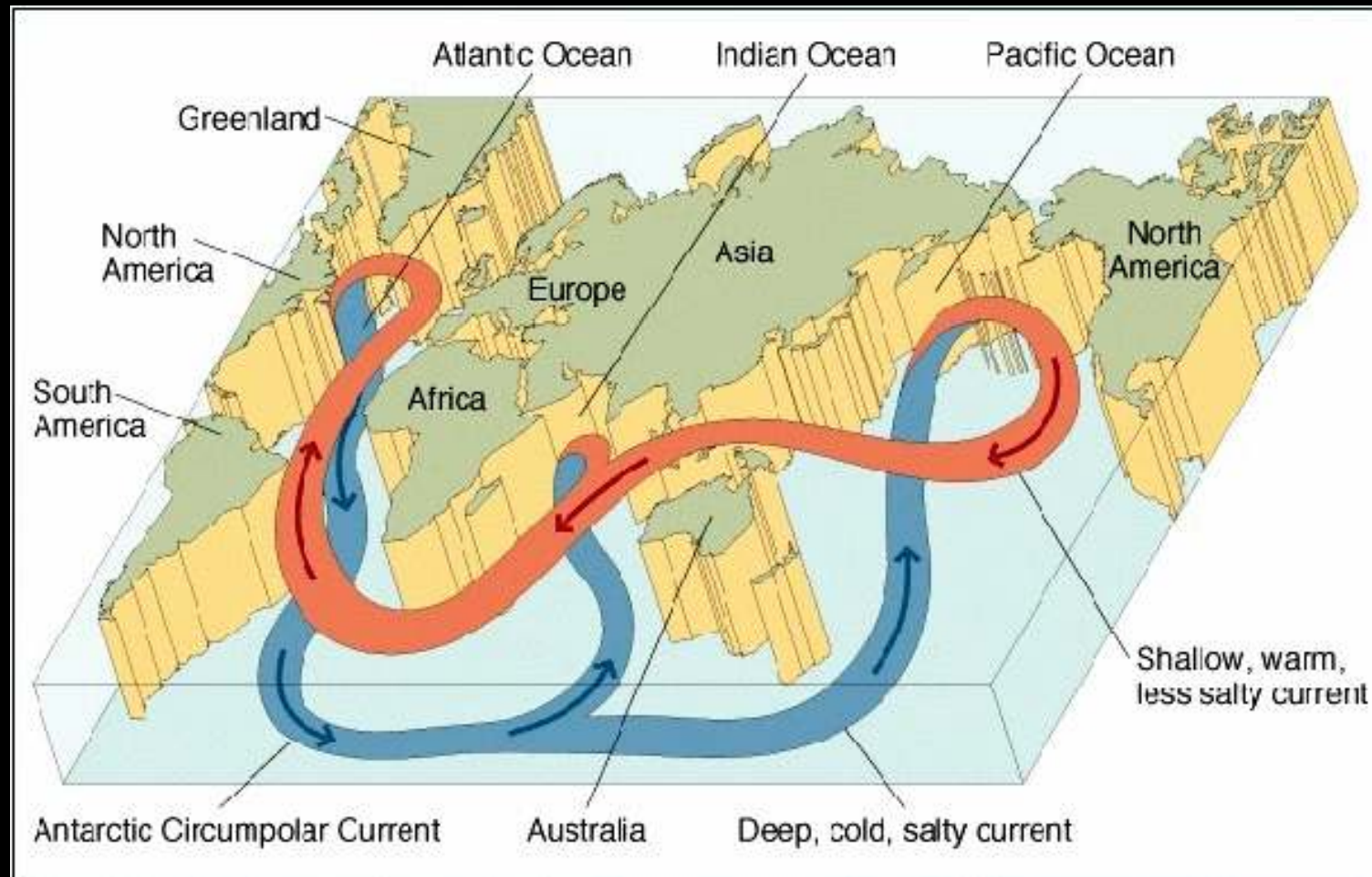
Intercambios
continentes - atmósfera

Acumulación : 0

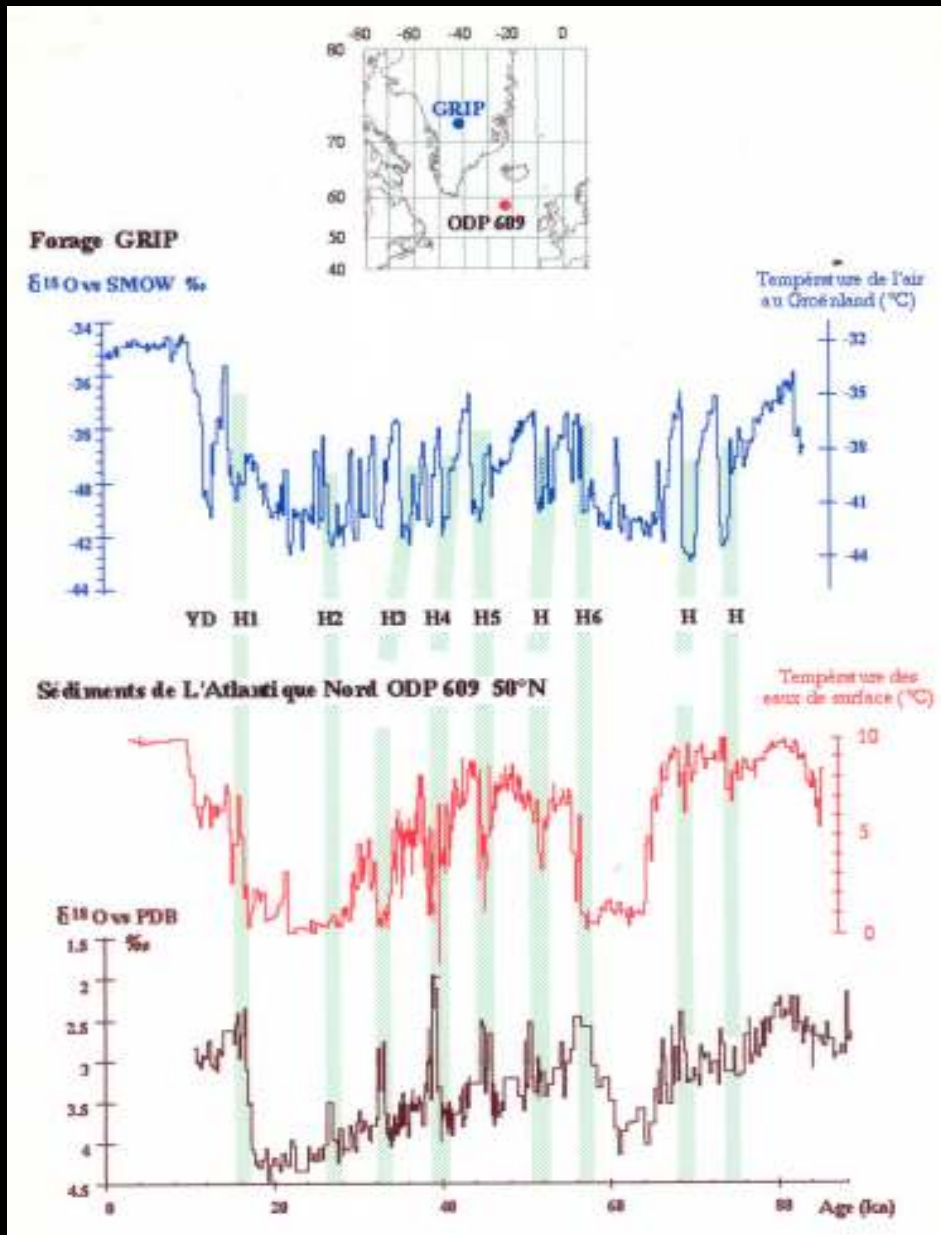


La circulación thermohalina

Una cinta transportadora global...



...que avanza a 1 cm/s !



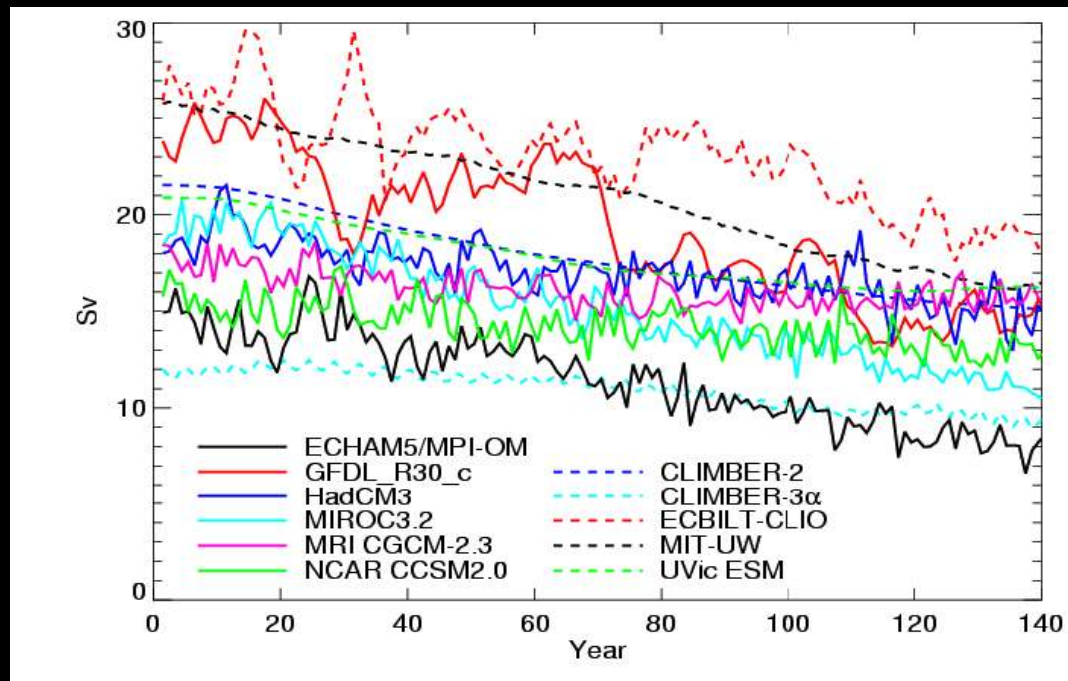
Descubrimiento de variaciones climáticas
 rápidas en el pasado
 (~ 10°C en algunas décadas)
 Groenlandia, Atlántico norte, continente

Modificaciones del ciclo hidrológico
 Ligados a la descarga masiva de icebergs

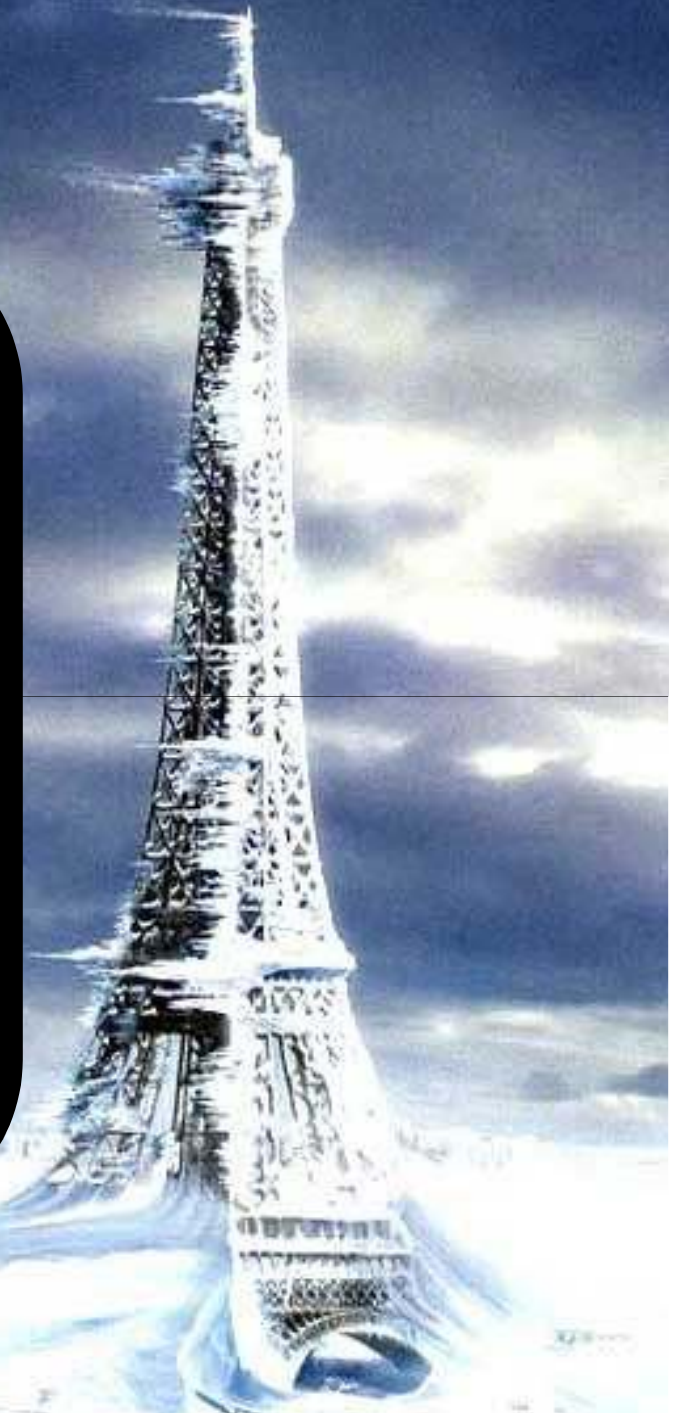
Riesgo de sorpresa climática en
 un clima plus caliente (aporte de agua
 dulce a través de precipitaciones)

Modificación de la circulación thermohalina ?

Evolución de la circulación thermohalina



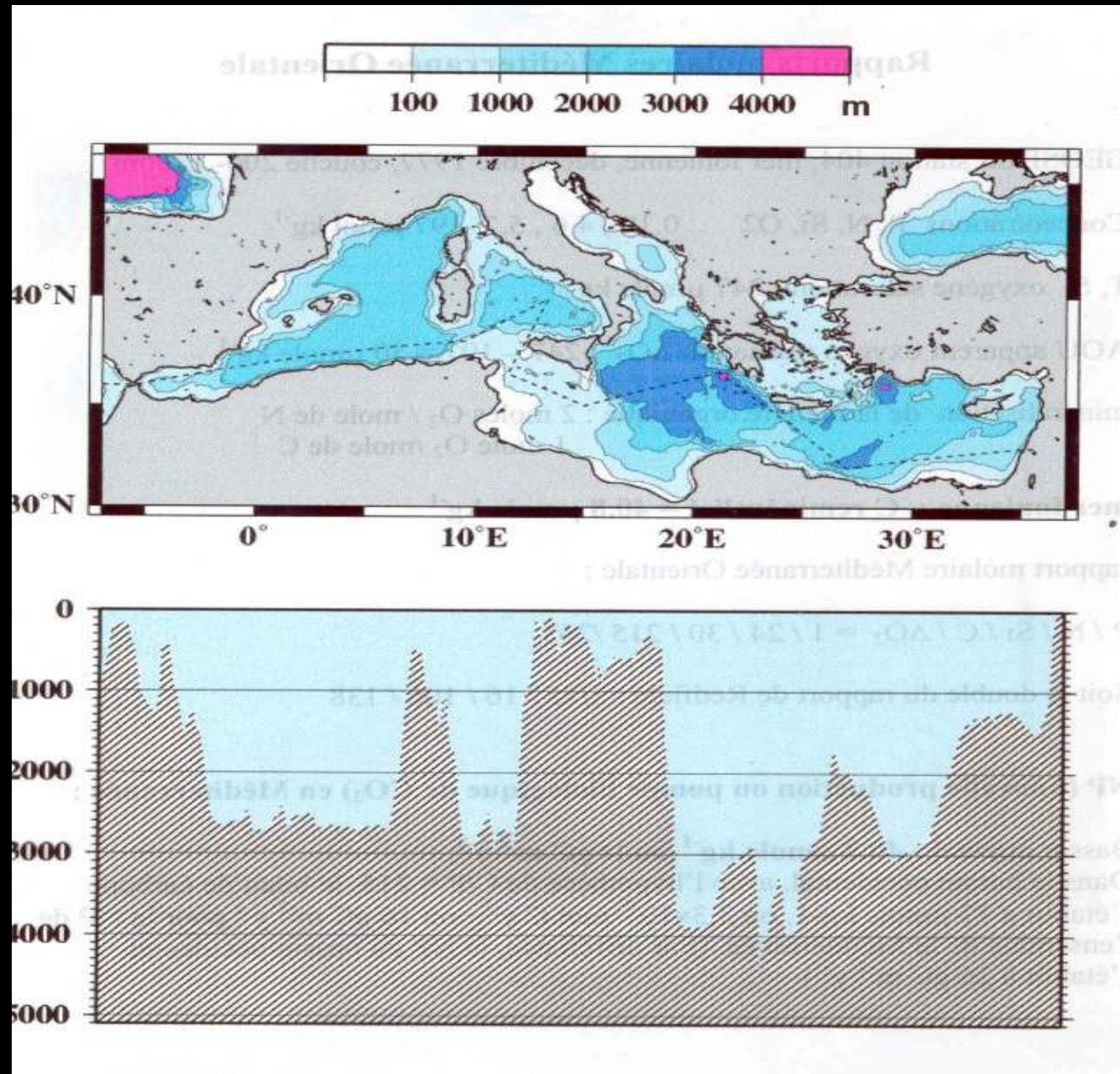
Modelos del GIEC



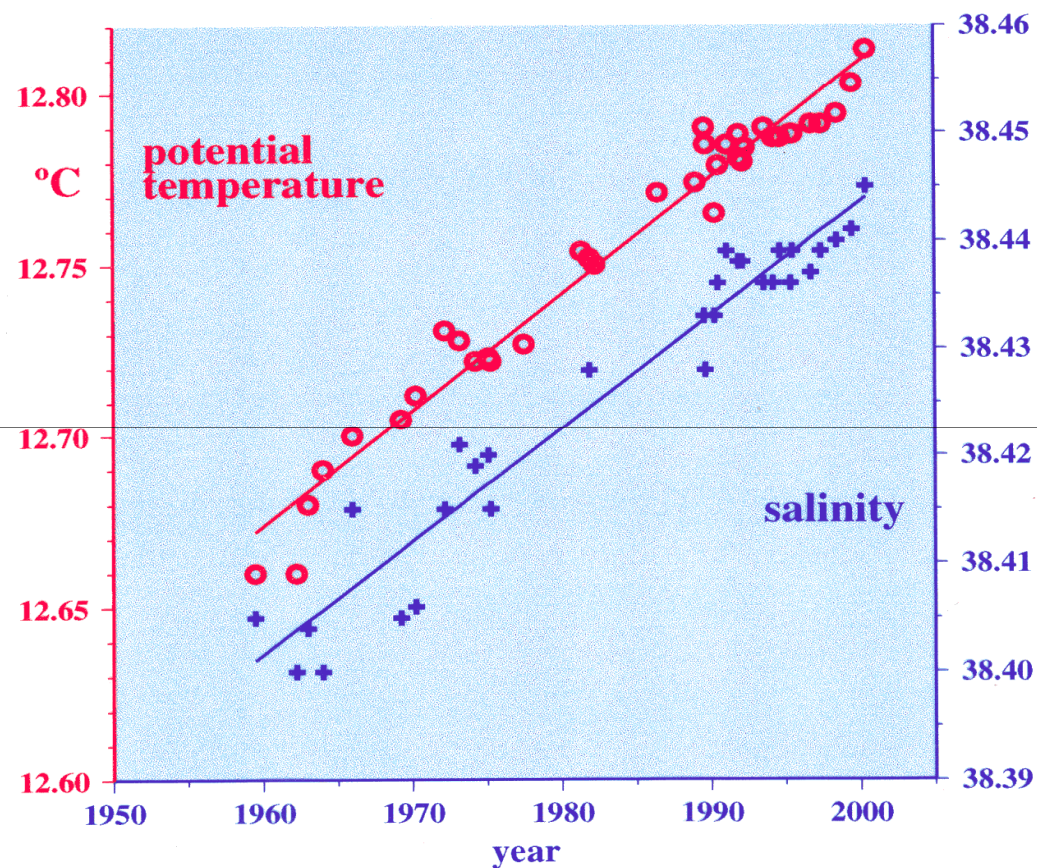
Si para la Gulf- Stream
Las aguas de superficie
Se vuelven poco densas
* Muy poco probable
desde ahora hasta el fin
del siglo
* Correspondería a un
retorno rápido a un clima
cercano al actual

En conclusión : llave de la física en la evolución del clima, por lo tanto el estudio se basa en una aproximación multidisciplinaire :

- matemáticas, física, química, biología, tecnología
- ciencias de los seres vivos (biosfera, biodiversidad),
- ciencias económicas, humanas y sociales
- con un enfoque político cada vez más importante.



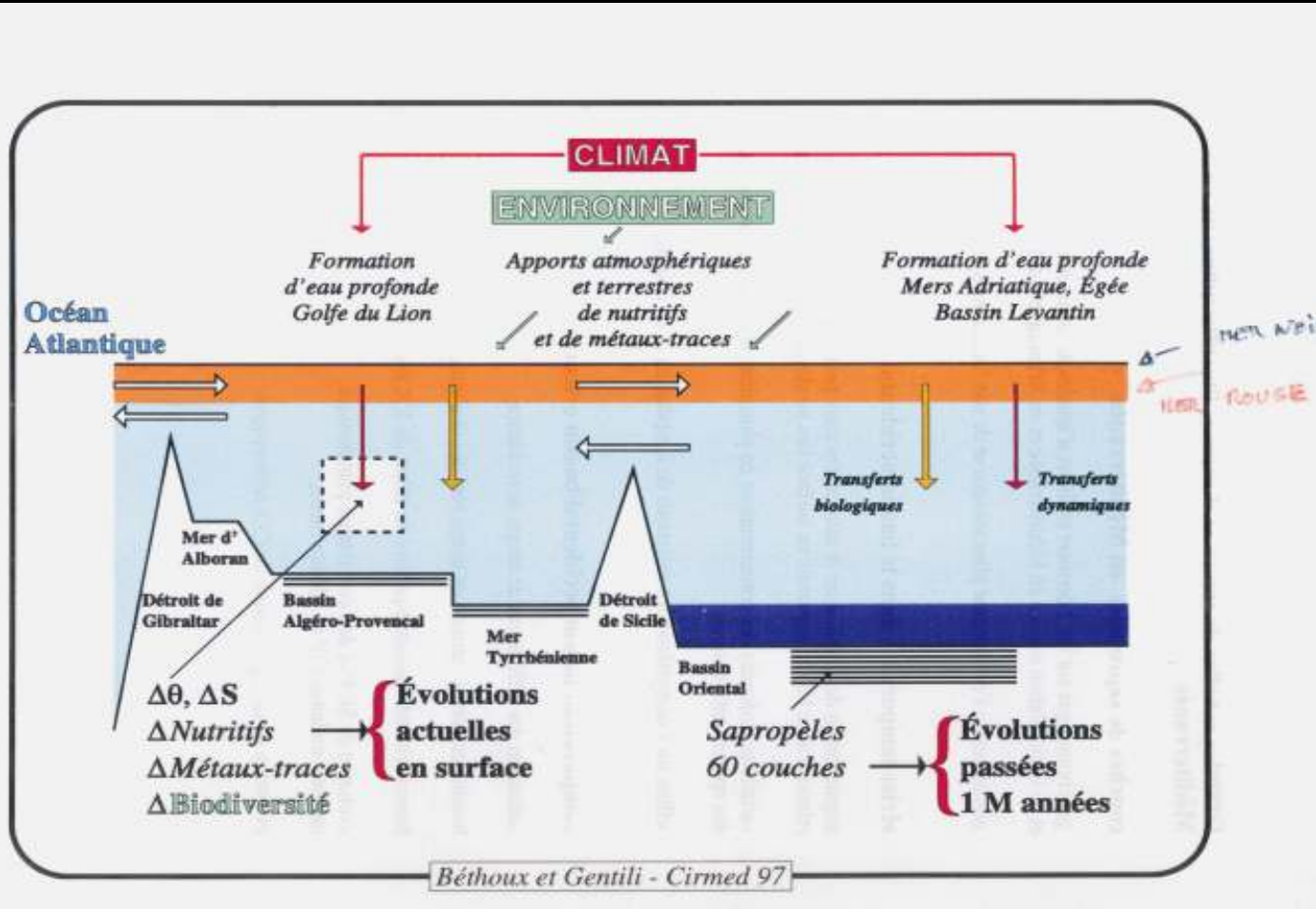
TEMPERATURE AND SALINITY EVOLUTIONS
IN THE ALGERO-PROVENCAL BASIN
Deep water - mean value 2000-2700 m



$\Delta\theta = 0.14\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Delta S = 0.04$

- en superficie y en invierno, en las zonas de formación de aguas profundas,
- amplitudes más fuertes, cerca de 1°C y $0,5\text{ S}$ desde 1950



Origen del aumento de la temperatura y la salinidad profunda del Mediterráneo :

- - balance térmico: modificaciones del balance térmico y del balance de agua a través de la superficie

- aumento del efecto invernadero, calculado en 2 Wm^{-2} o sea un 1.5%.

Primera prueba marina de la realidad de este problema

- Balance de agua: aumento de la evaporación, disminución de las precipitaciones,
- modificaciones antrópicas de aportes del Mar Negro y del Mar Rojo. Aumento de 10% del déficit en agua.
- Consecuencias: aumento de la formación de agua profunda !!!

Las actividades humanas ya han influenciado el clima ?

Grupo Intergubernamental sobre la Evolución del Clima

International Panel on Climate Change (GIEC / IPCC)

IPCC 1990 ? : Las variaciones pueden ser debidas a una variabilidad natural ; (No se sabe)

IPCC 1995 : Las conclusiones sugieren una influencia discernible sobre el clima global. (Puede ser)

IPCC 2001 : Hay nuevas pruebas fuertes de que la mayoría del calentamiento observado desde hace 50 años es atribuible a las actividades humanas (Probablemente)

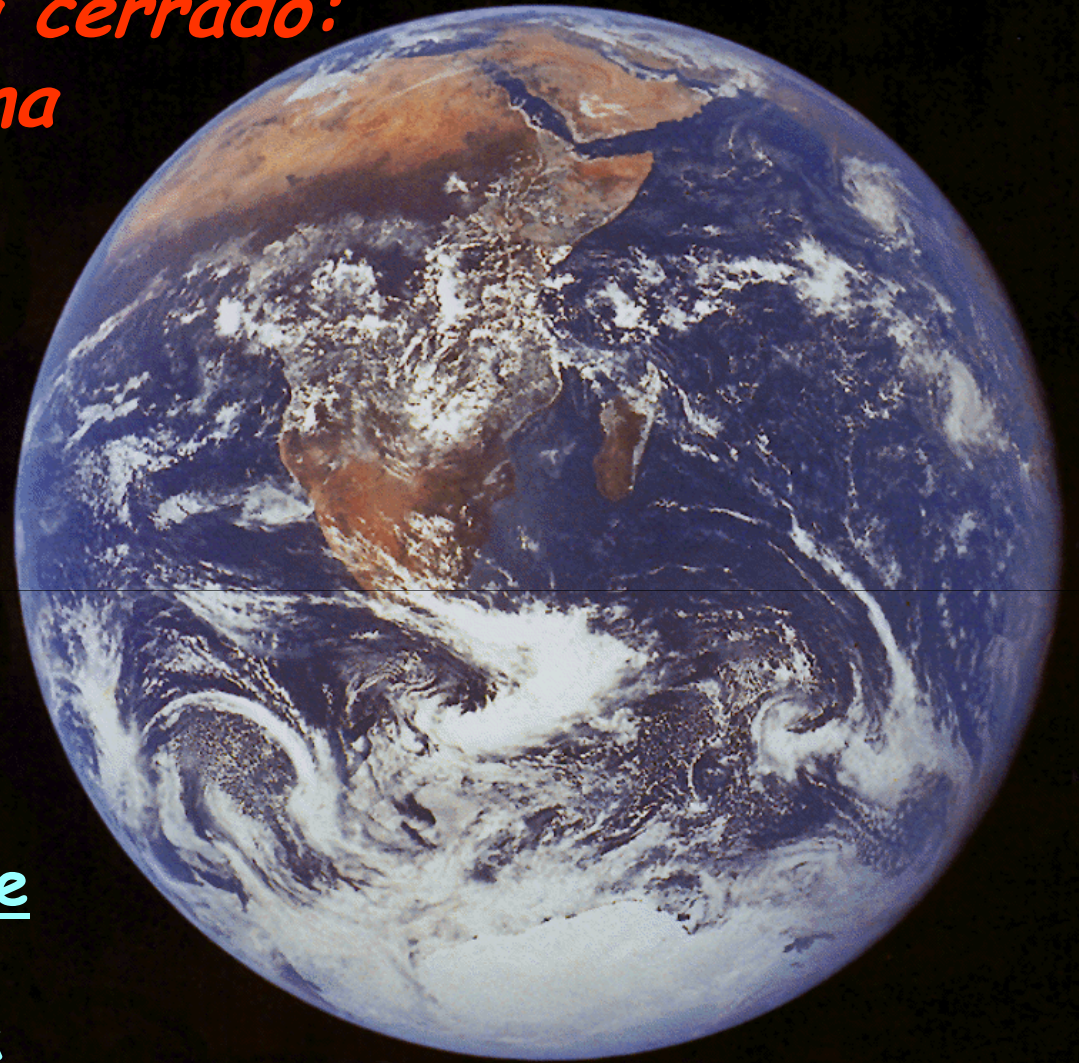
IPCC 2007 Sí (« ES »)

*El debate científico está cerrado:
Hemos modificado el clima*

Incertezas sobre :

- la amplitud
- los efectos regionales
- los riesgos de cambios rápidos

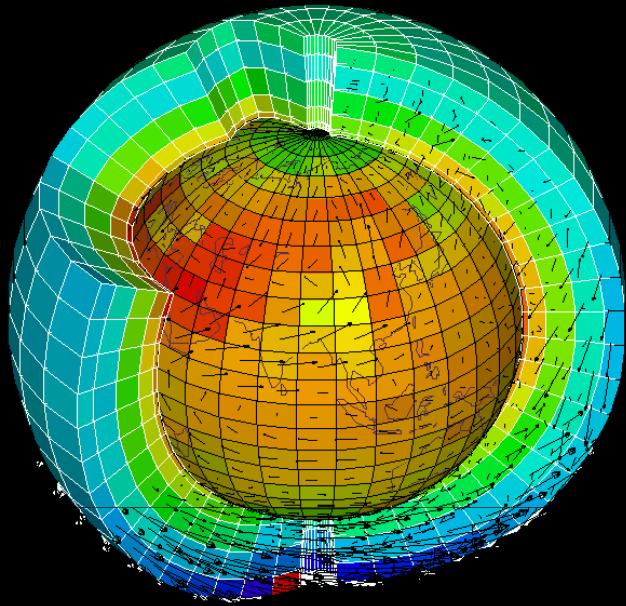
La mitad de las incertezas está ligada a los escenarios de emisiones de CO₂, consecuentemente es nuestra elección cuál será la sociedad en que vamos a vivir



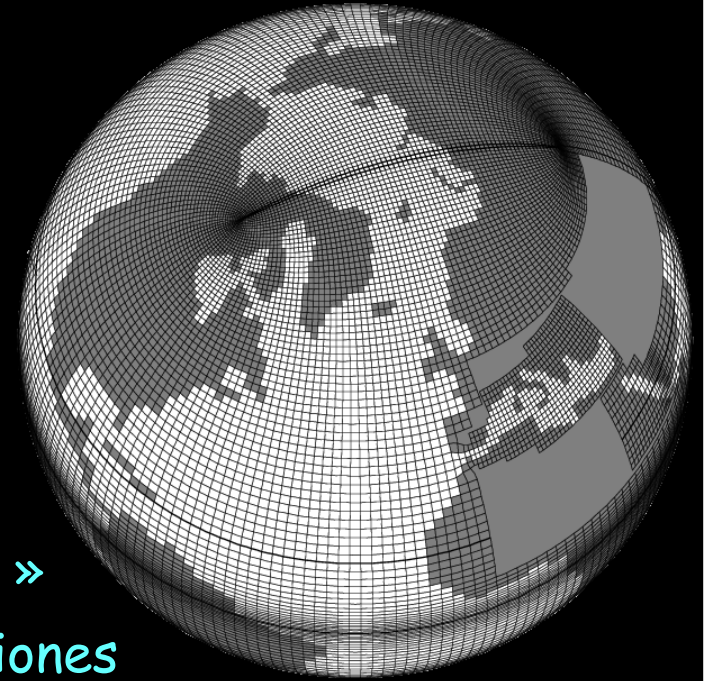
Hacia dónde vamos ?



Modelaje del clima

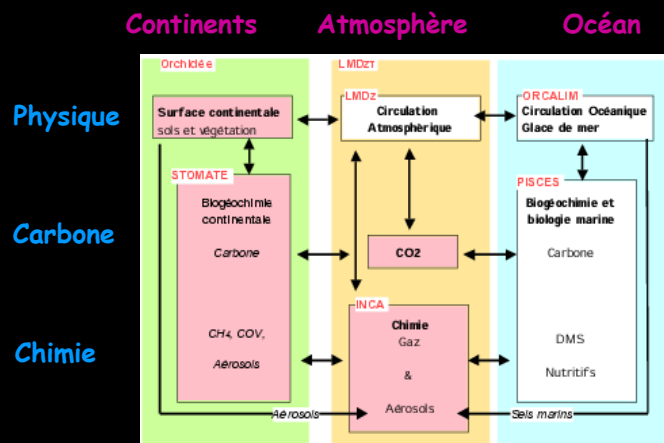


Modelos matemáticos de
La atmósfera y del océano



Dsafíos:

- procesos « sub-retículo »
- validación por observaciones
- capacidad de super-computadoras
- Acoples pluri-disciplinarios



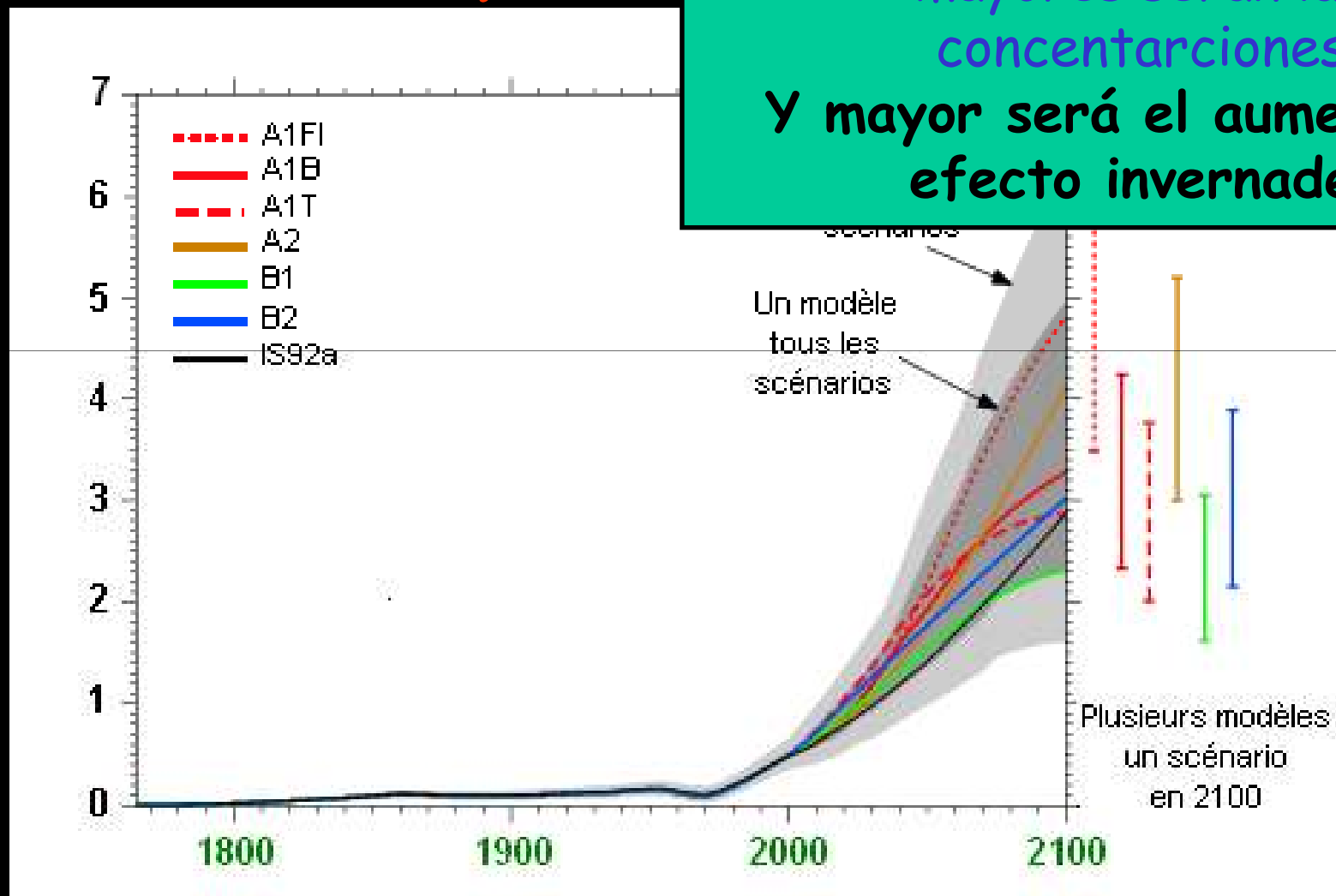
Calculateur NEC du CNRS



Proyecciones de la temperatura media superficial

No hay sorpresas :
Cuanto más se eleven
las emisiones,
mayores serán las
concentraciones.

Y mayor será el aumento del
efecto invernadero



La dispersión de las previsiones
(de 1.4 à 5.8 °C en 2100) ligada a :

- la mitad por nuestro comportamiento
- la otra mitad por el comportamiento del sistema climático

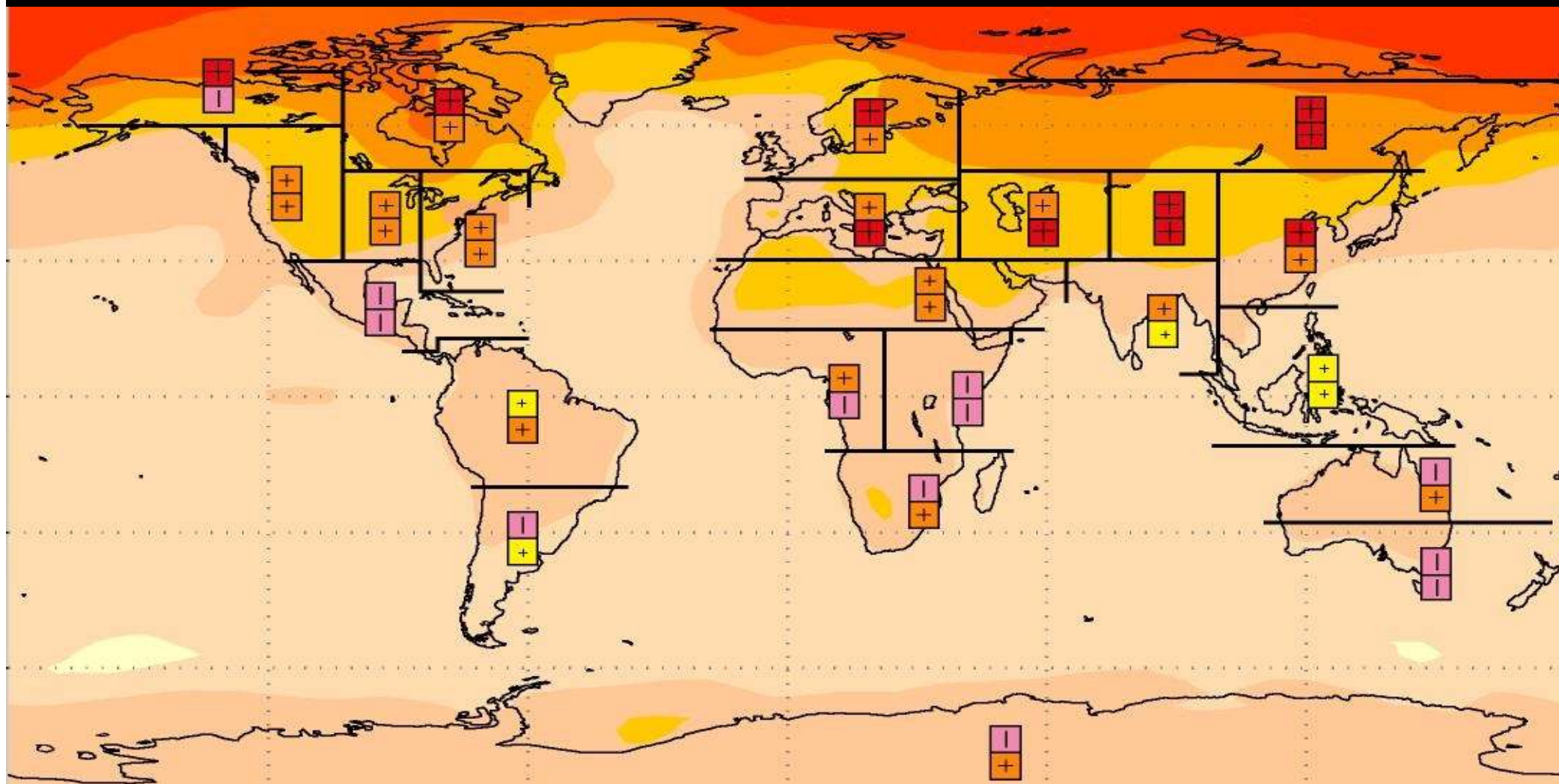
Vapor de agua

Hielo marino

Nubes

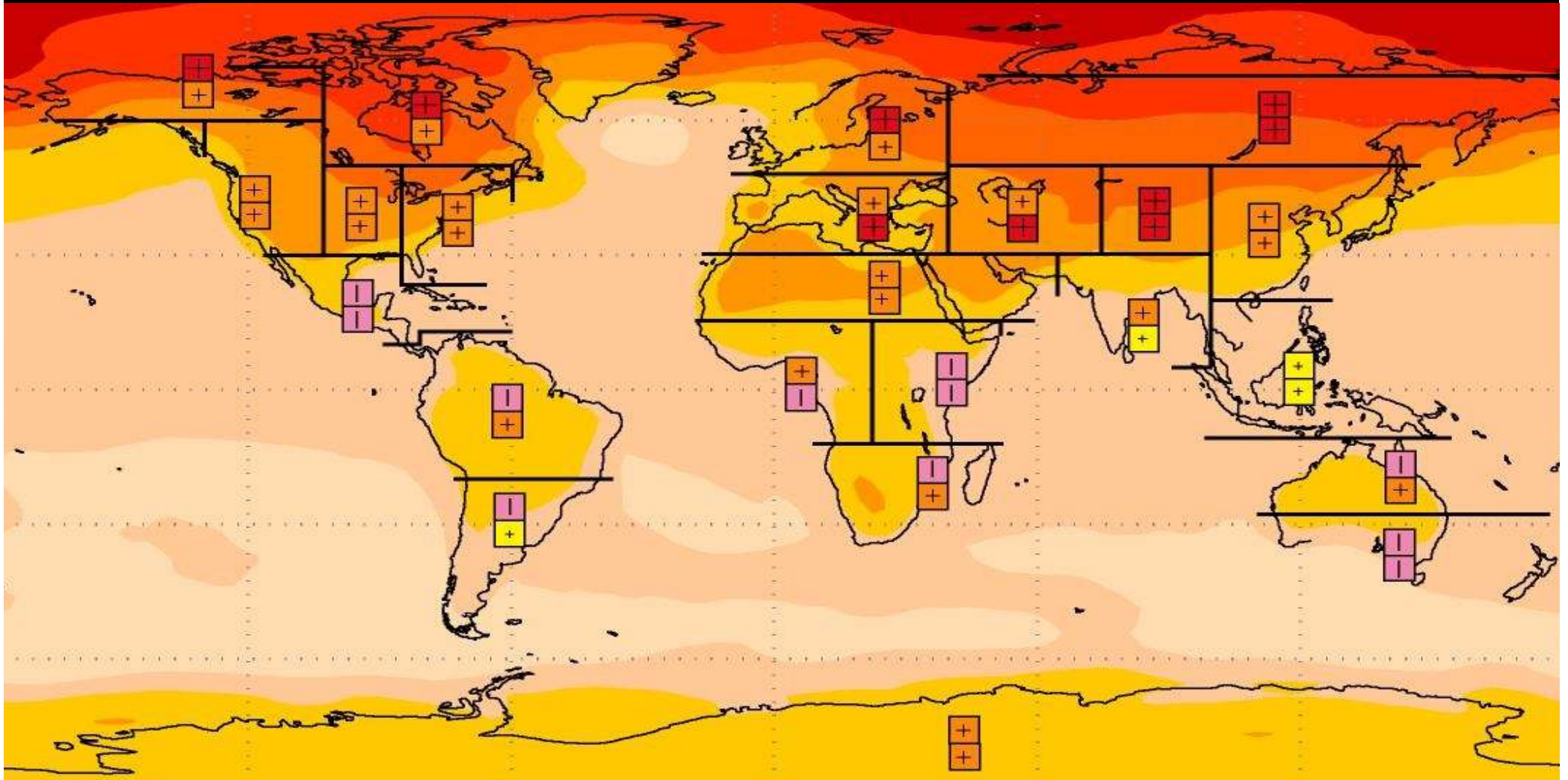
Cuál será el clima en 2100 ?

Si moderamos nuestras emisiones de GEI



clima en 2100 ?

Si continuamos como actualmente



La concentration de CO₂, la température, et le niveau de la mer continuent d'augmenter bien après la réduction des émissions

Ampleur de la réponse

Temps nécessaire pour parvenir à l'équilibre

Maximum des émissions de CO₂
0 à 100 ans

Élévation du niveau de la mer due à la fonte des glaces :
Plusieurs milliers d'années

Élévation du niveau de la mer due à la dilatation thermique :
Des siècles à des millénaires

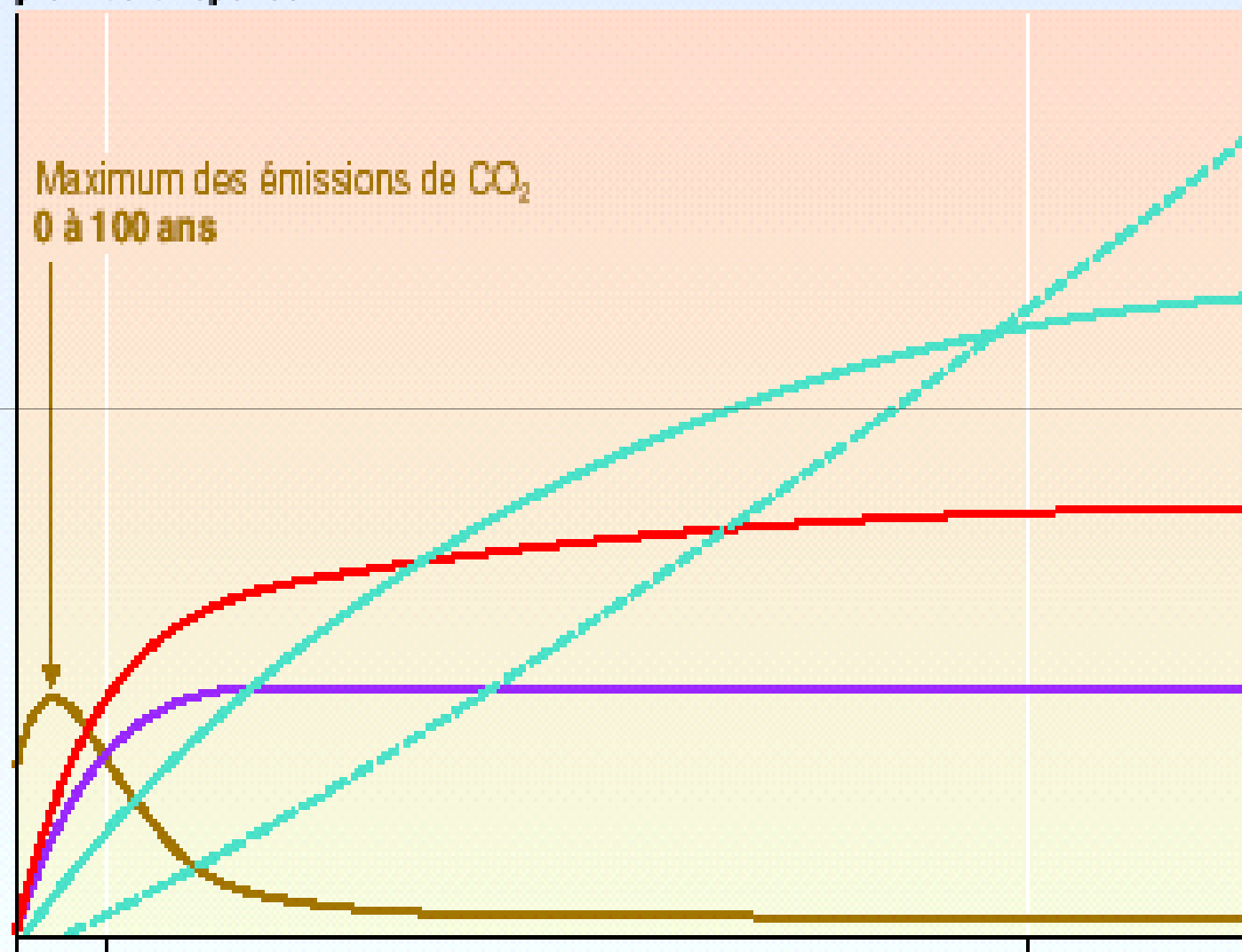
Stabilisation de la température :
Quelques siècles

Stabilisation du CO₂ :
100 à 300 ans

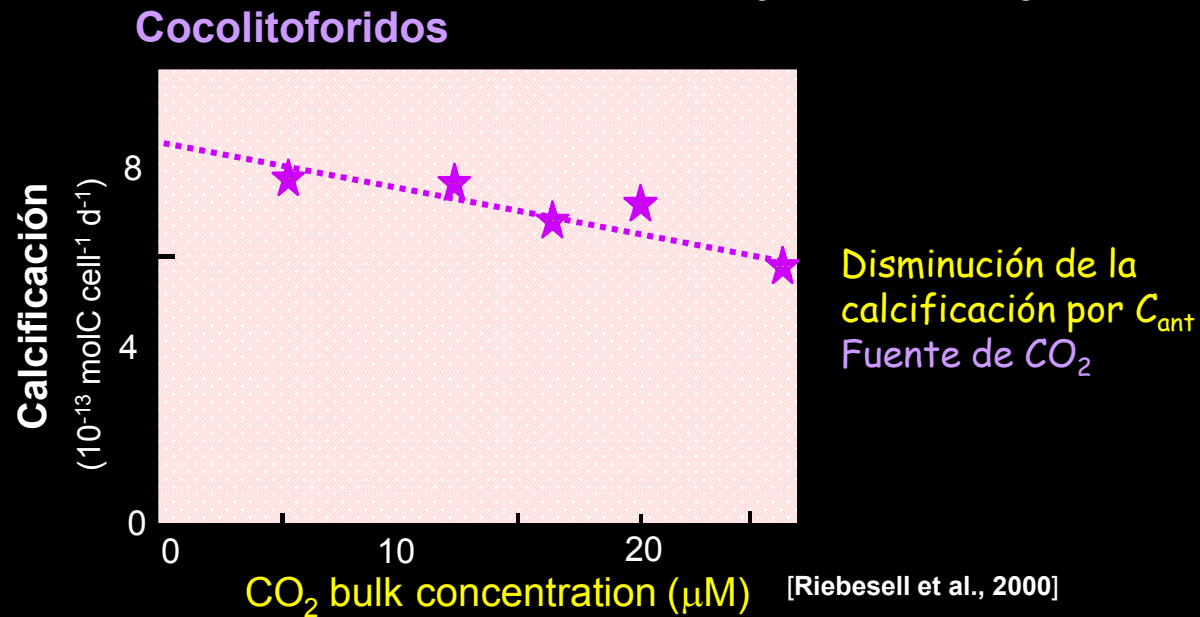
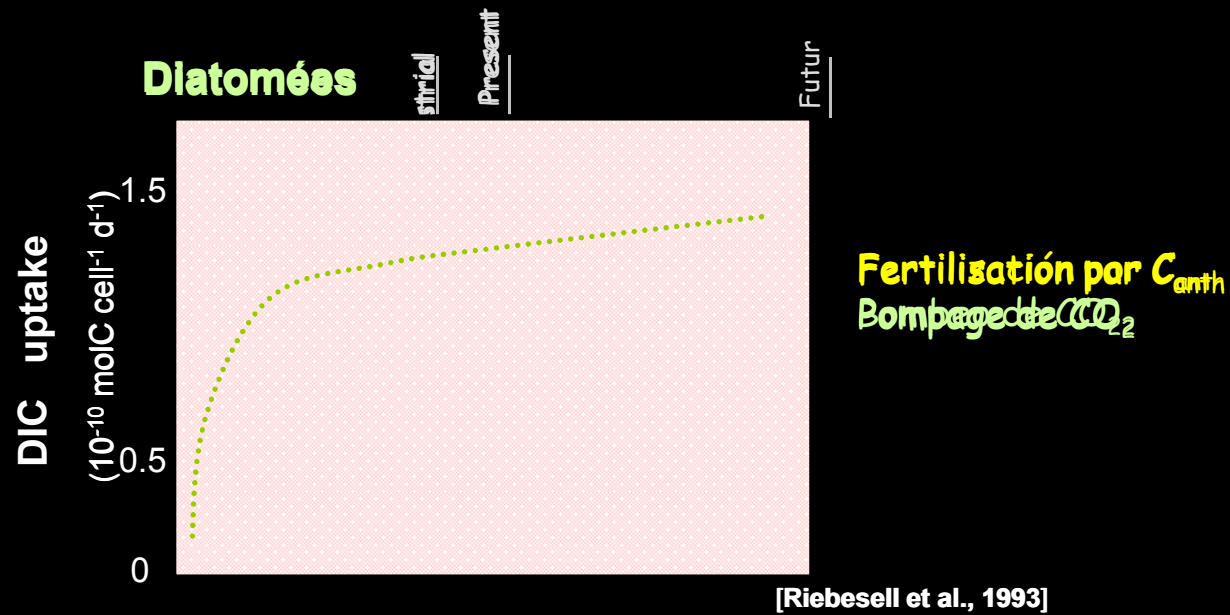
Emissions de CO₂

Aujourd'hui 100 ans

1000 ans

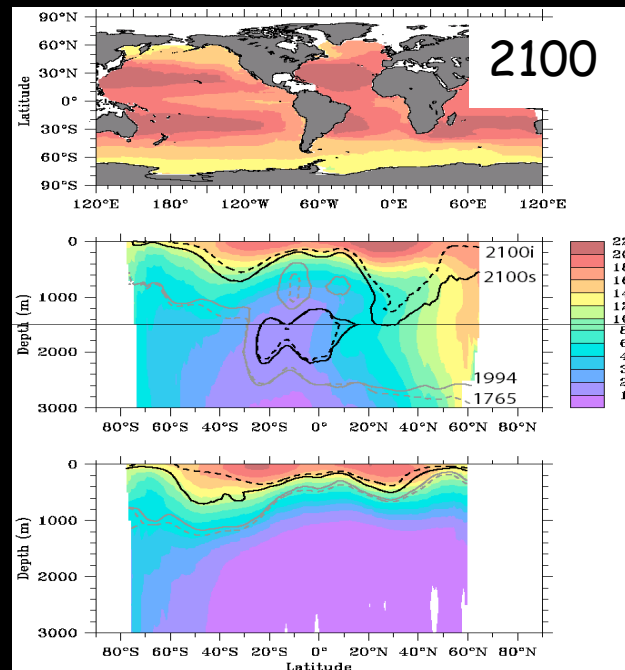
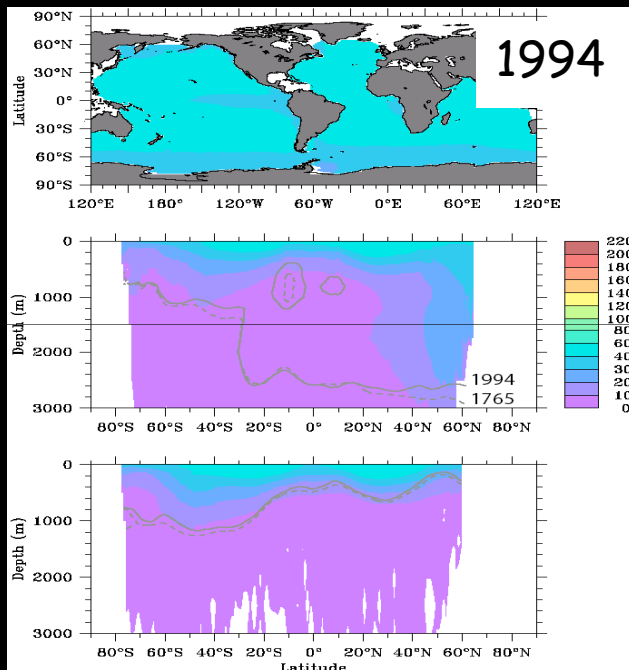


ORGANISMOS SILICEOS Y CALCIFICANTES : IMPACTO DEL CO₂



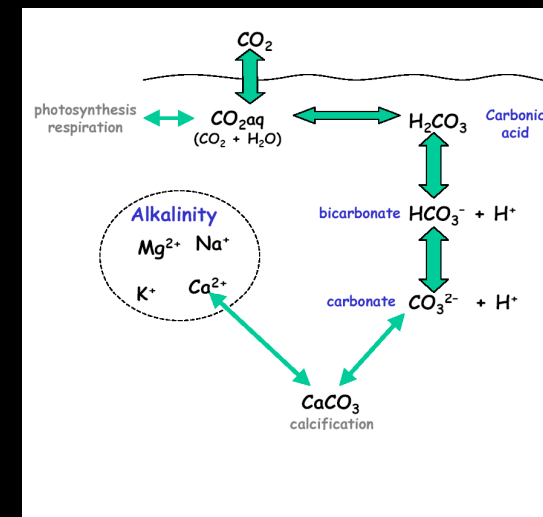
Acidificación del océano

Carbono antropogénico disuelto



Orr *et al.*, Nature 2006

Absorción de CO_2



Modificación del equilibrio químico del océano (pH disminuye)

Acidificación del océano

Limacina helicina
(Pterópodo polar)



Movie credit: Brad Seibel

Desplazamiento/desaparición de ciertos organismos con estructura calcárea, eslabones de la cadena alimentaria

La gran barrera de coral amenazada... y las islas Tuvalu pronto englutidas ?



Impactos del Cambio Climático : socio-económicos (I)

Ecosistemas Terrestres y Acuáticos

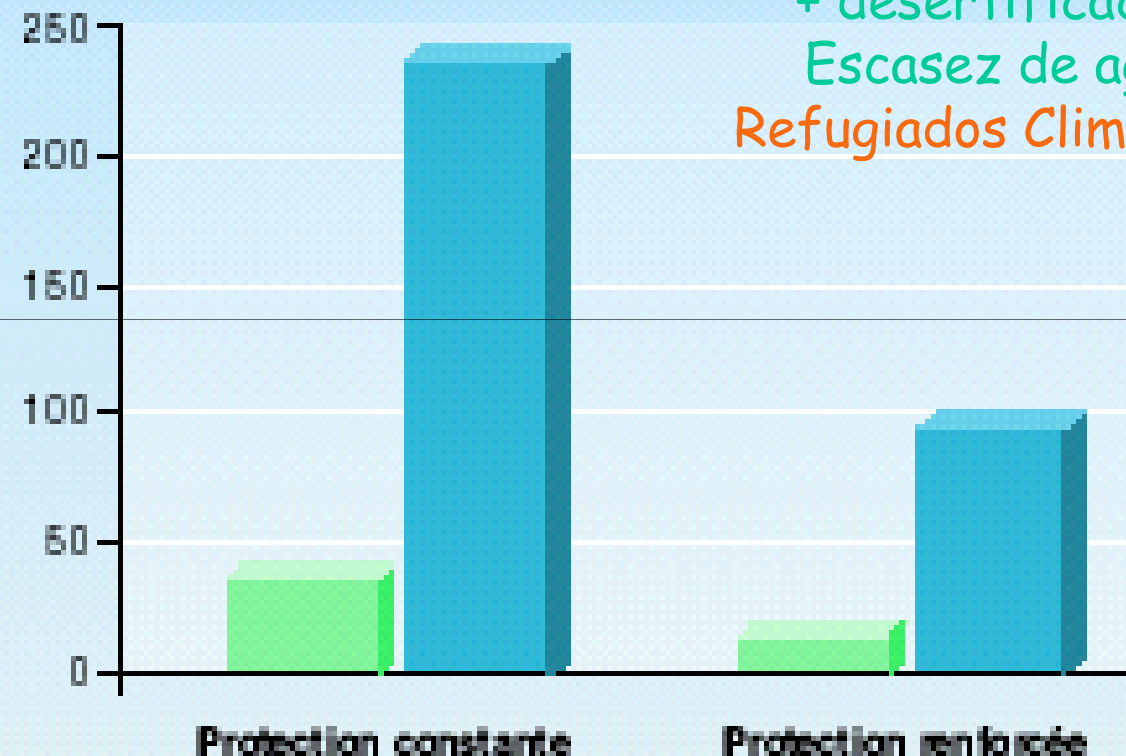
- Un tercio (1/3 a 2/3) de las superficies boscosas sufrirá una vasta mutación (máxima en latitudes altas, mínima en latitudes tropicales)
- Riesgo de condiciones extremas en regiones desérticas y semi-desérticas.
 - Ecosistemas de montaña et costeros (particularmente sensibles).

Hidrología et Recursos de Agua

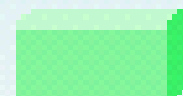
- Ecosistemas fluviales, Esparcimiento (30 à 50 % de los glaciares pueden desaparecer)
Falta grave de agua !!!

Adaptation et nombre moyen annuel de personnes inondées par des ondes de tempêtes côtières : projection pour les années 2080

Millions de personnes



+ desertificación
Escasez de agua
Refugiados Climáticos



Niveau de la mer actuel



Elévation du niveau de la mer de 40 cm

Impactos del Cambio Climático : socio-económicos (II)

Agricultura

- Los riesgos de dieta alimentaria y de hambruna podrían aumentar en ciertos lugares

Infraestructuras.

- Riesgos de inundaciones (de 46 a 92 a 118 M de personas)
 - 6% Holanda, 17.5% Bangladesh, 80% Isla Majuro
 - Tormentas severas
 - Retroceso de tierras por erosión

Salud

- Riesgo de recrudecimiento de enfermedades infecciosas (y alergias !!)
(Paludismo, dengue, Fiebre amarilla, encefalitis viral).
- Vulnerabilidad de poblaciones dependería de los recursos naturales, técnicos y sociales.

Qué Hacer ?

Qué haría falta hacer ?

Ir a ver la película de Al Gore !

by far the most terrifying film
you will ever see.

an inconvenient truth

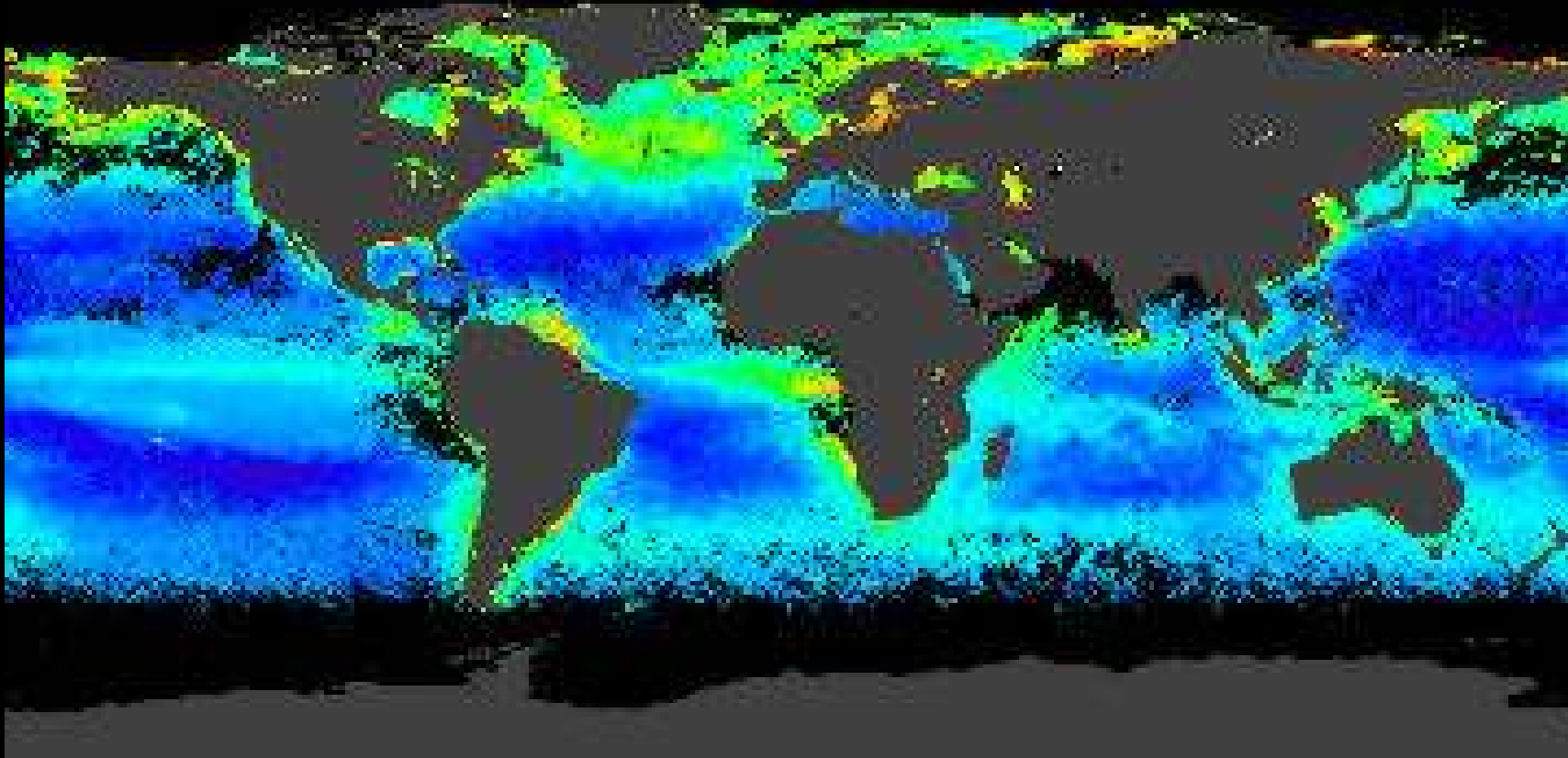
A GLOBAL WARNING

An Inconvenient Truth on DVD
November 21

Fertilizar Artificialmente el océano

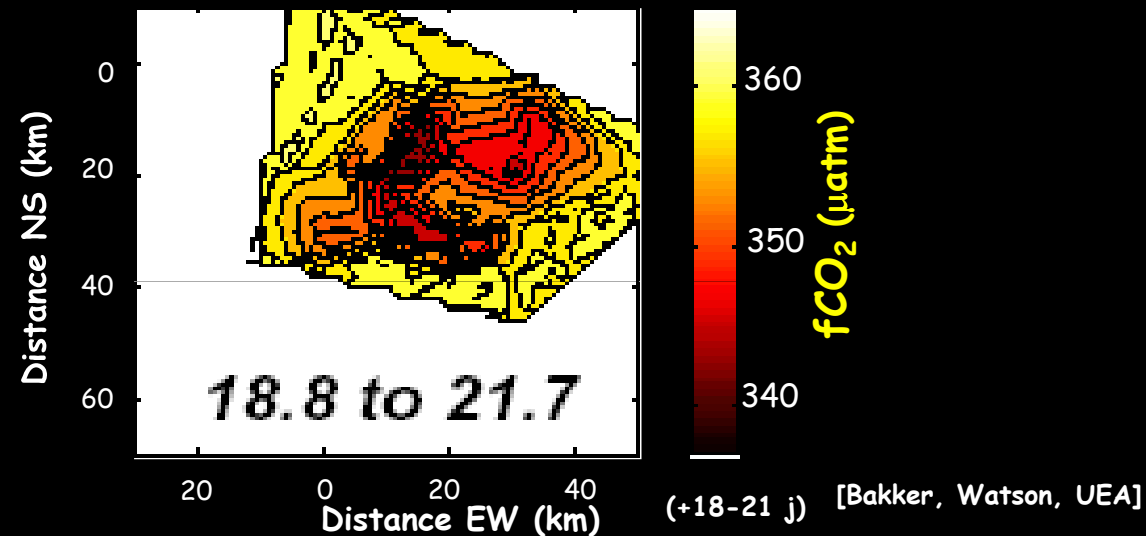
Chlorofila superficial

(Satélite SeaWifs)



Fertilización Artificial del Océano Austral

METALES-POLVOS Y CO_2_{atm}



USA : Fertilización Artificial, costo energético ????

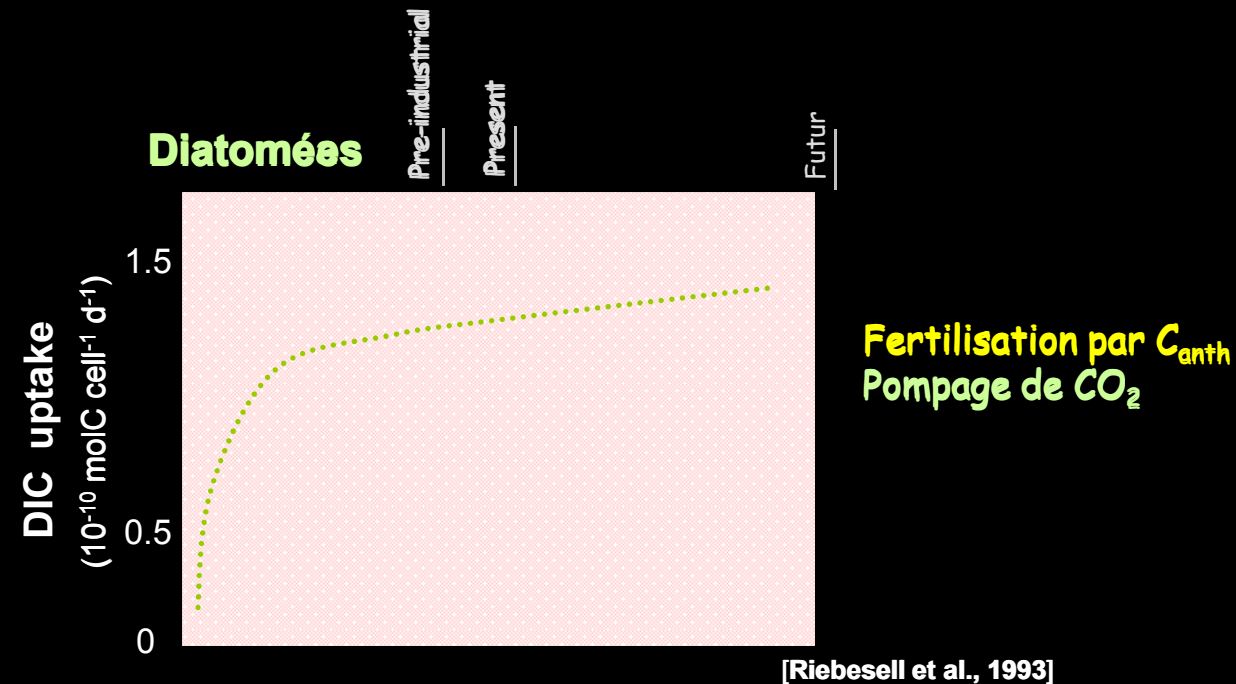
UE : Fertilizaciones Naturales (PATAGONIA), Impacto en el Laboratorio

Depositar el Carbono en exceso de la atmósfera
en el océano y/o en el sedimento

- Construir la tecnología necesaria para extraer el CO₂ de la atmósfera
- Tecnología para inyectar y repartir este carbono a diferentes profundidades , en qué zonas ?

Estudios en laboratorio del efecto del aumento del CO₂ en la biota, en la química del carbono (océano y sedimento)

A ESCALA CELULAR : IMPACTO de un aumento de CO_2 Sobre el Plancton SILICEO (Laboratorio)



Otras soluciones científicas :

Stockage Océanico

Stockage geologico (en los pozos de petróleo)

Enfriamiento de la atmósfera

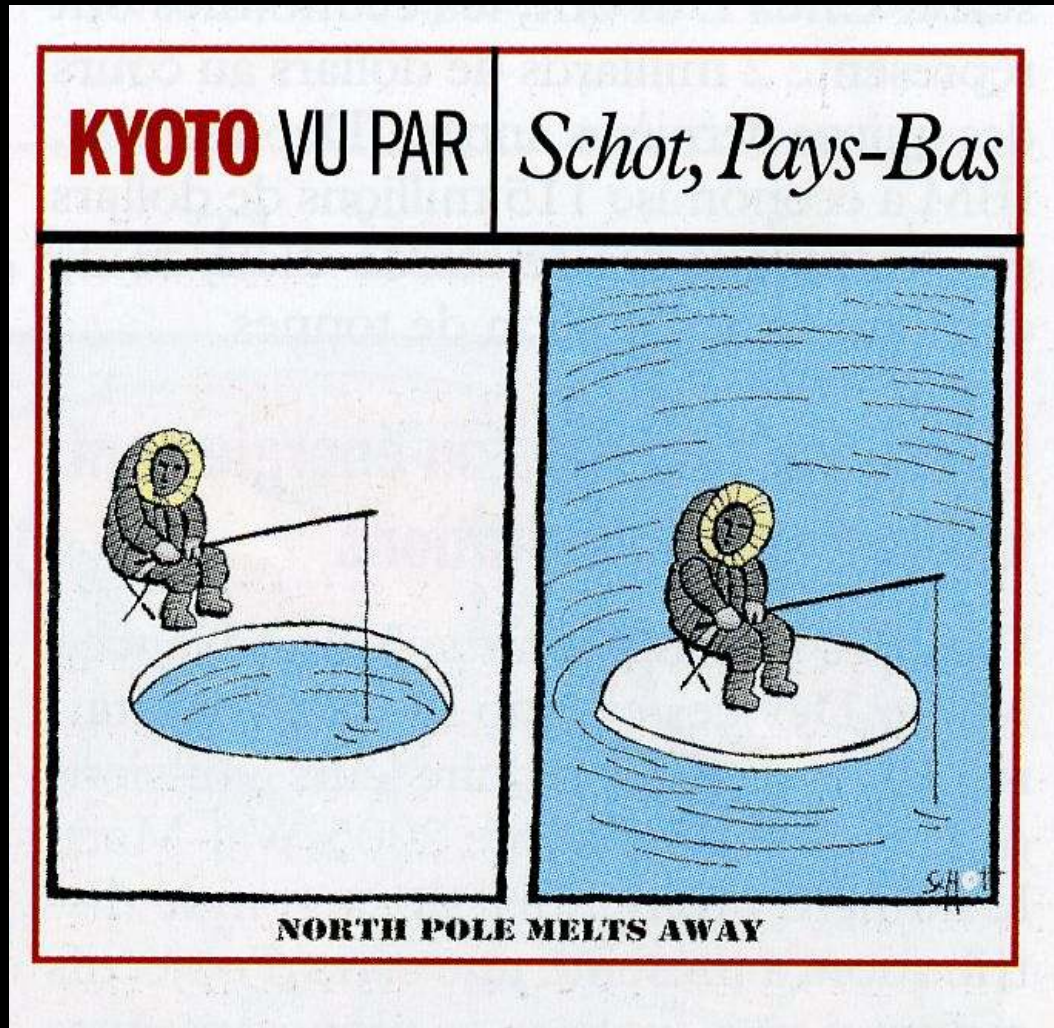
La deforestación : una fuente de 0.6 à 2.5 GtC a-1

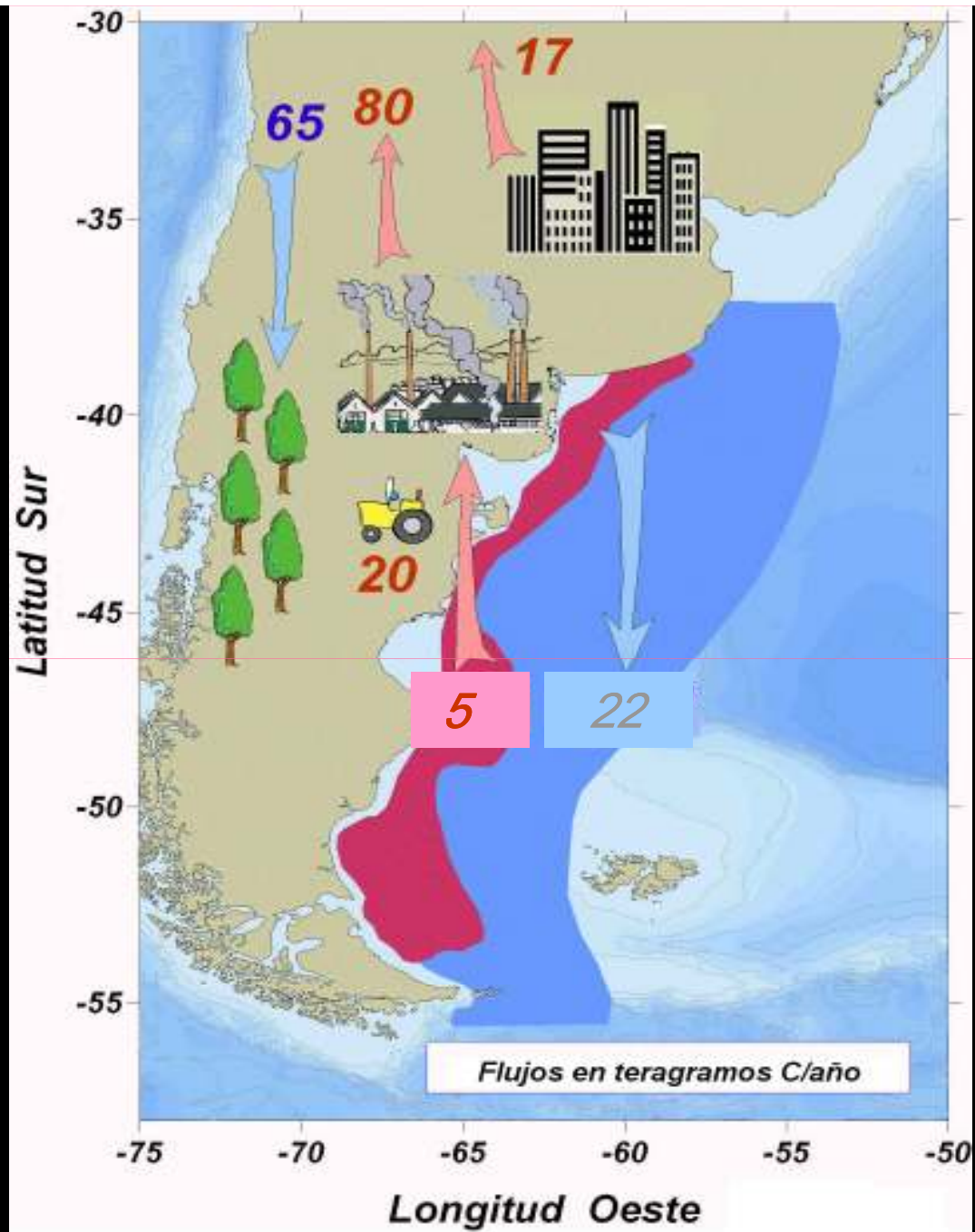
Solución : reforestar

Asie : 1.08
Am. Du sud : 0.55
Afrique : 0.29



Impuesto al Carbono ?





Los bonos de carbono son un mecanismo internacional propuesto en el Protocolo de Kyoto para la reducción de emisiones de GEI.

- El sistema ofrece incentivos económicos para las empresas que contribuyan a la mejora de la calidad ambiental disminuyendo la emisión GEI, mientras que las que emiten más quedan sujetas a un régimen de penalidades. Se considera el derecho a emitir CO₂ como un bien canjeable con un precio establecido en el mercado.
- Las reducciones de emisiones de GEI se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER). Un CER equivale a una tonelada de carbono que se deja de emitir a la atmósfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono a países industrializados. Los tipos de proyecto que pueden solicitar una certificación son, por ejemplo, generación de energía renovable, mejoramiento de eficiencia energética de procesos, forestación, etc. Los firmantes del Protocolo de Kyoto pronosticaban una reducción probable de unas 28 ppm en la concentración de CO₂ para el 2050.

Los críticos opinan que, en realidad, de esta manera se pone en funcionamiento un mercado de miles de millones de dólares que comercializa medio ambiente virtual. Dado que estos bonos pueden canjearse por reducciones de países más pobres, los países desarrollados del hemisferio norte, responsables de más de un 90% de las emisiones de CO_2 , acceden a un medio que les permite continuar e inclusive aumentar la emisión de GEI. Es por esa razón que algunos piensan que la medida será totalmente improductiva en cuanto a la disminución de las emisiones de CO_2 .

Más allá de estas críticas, si bien la captura de dióxido de carbono realizada por el Mar Patagónico no es canjeable por bonos, la misma superaría los 14000 millones de dólares anuales en el mercado antes descrito.

Qué sociedad ?

Protocolo de Kyoto (entro en vigor en 2005)
Moderar el aumento de las emisiones de CO2
Horizonte 2008-2012 : -5% con respecto a 1990
No firmado por USA, Australia, China, India
Mecanismos específicos (mercado de carbono)

Informe Stern

El costo económico de la inacción es, a largo plazo, muy superior al costo de la acción



(IB)

Protocolo de Kyoto

	Autorización	Observado	
	1990 - 2010	1990-1995	
Unión Europea	- 8%	- 1%	(949 - 936)
OCDE (Sin EU)	- 6%	+ 8%	(2086 - 2254)
y para USA	- 7 %	+ 7%	
Transición	- 1%	- 29%	(1311 - 925)
Desarrollo	+ 25%		(1774 - 2225)

Crecimiento previsible de ~ 30 PPM entre 1990 y 2010 para el CO₂

GEI, clima y elección de sociedad : algunas guías

*Actualmente : emisiones mundiales +25%
con respecto a 1990*

Principio de desarrollo sostenible

*Asegurar el bienestar de los hombres de hoy sin comprometer el de los
hombres de mañana*

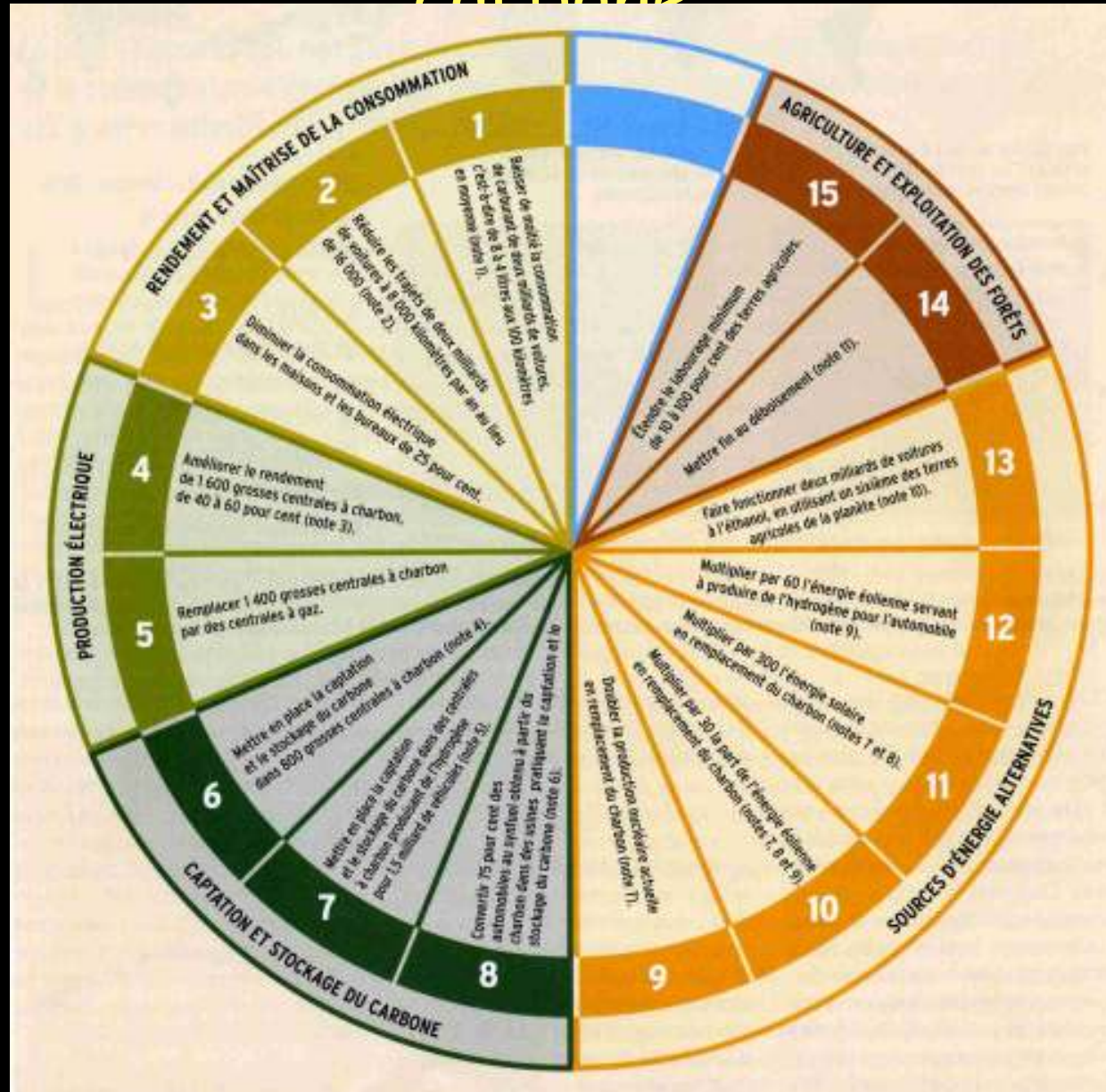
Soluciones Societales

Desarrollo de una tecnología (autos, industria)
limpia o no provocadora de polución

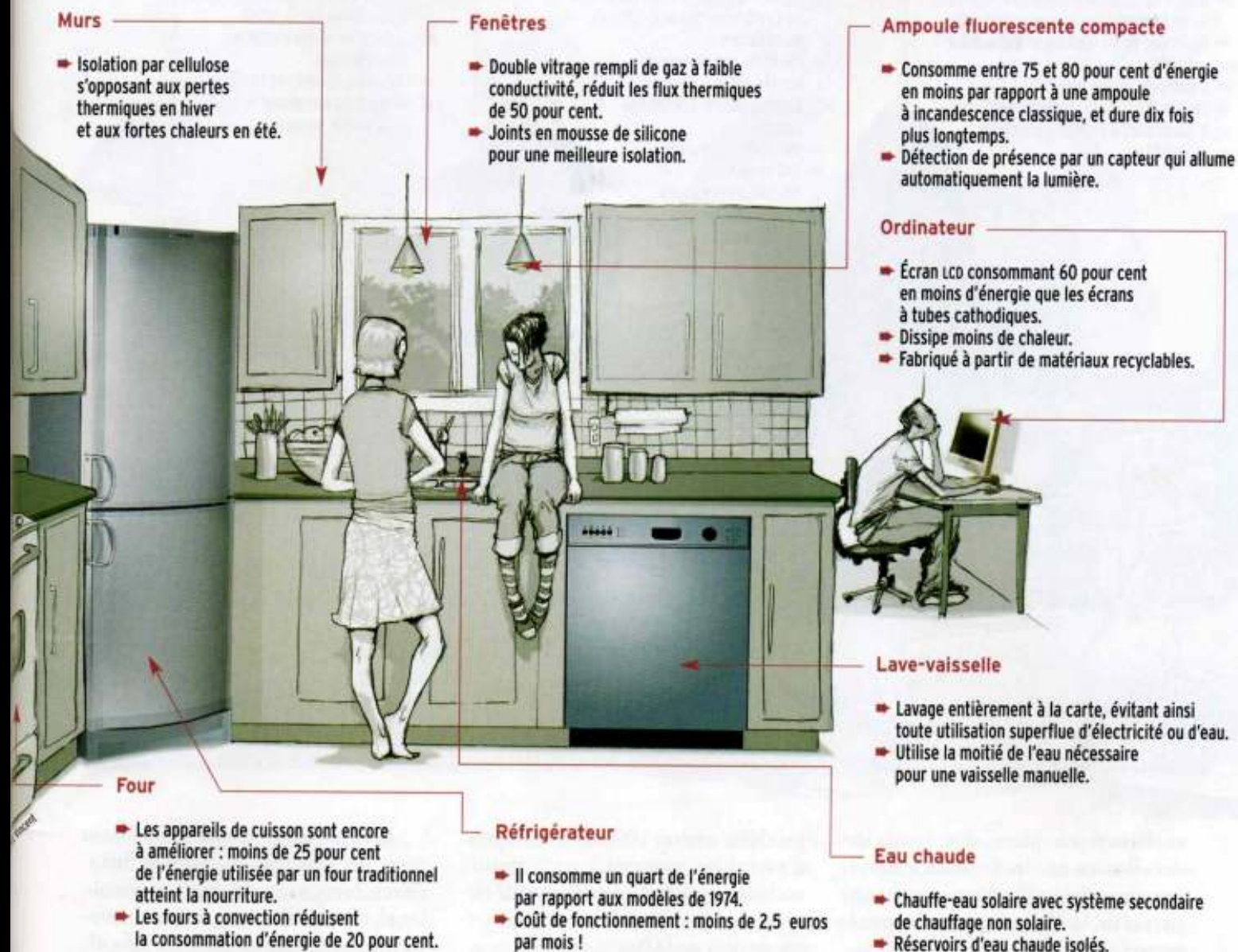
Reducir el número de autos, el número de
aviones, transporte eléctrico (a base de H) y
colectivo, precios de los productos , energía y
del consumo con impuesto al daño ecológico
(climático)

Controlar el aumento de la población del
planeta, regular los flujos migratorios en
función del cambio climático ?

15 maneres de reducir las emisiones de carbono



Mejorar el rendimiento energético



Murs

- Isolation par cellulose s'opposant aux pertes thermiques en hiver et aux fortes chaleurs en été.

Fenêtres

- Double vitrage rempli de gaz à faible conductivité, réduit les flux thermiques de 50 pour cent.
- Joints en mousse de silicone pour une meilleure isolation.

Ampoule fluorescente compacte

- Consomme entre 75 et 80 pour cent d'énergie en moins par rapport à une ampoule à incandescence classique, et dure dix fois plus longtemps.
- Détection de présence par un capteur qui allume automatiquement la lumière.

Ordinateur

- Écran LCD consommant 60 pour cent en moins d'énergie que les écrans à tubes cathodiques.
- Dissipe moins de chaleur.
- Fabriqué à partir de matériaux recyclables.

Four

- Les appareils de cuisson sont encore à améliorer : moins de 25 pour cent de l'énergie utilisée par un four traditionnel atteint la nourriture.
- Les fours à convection réduisent la consommation d'énergie de 20 pour cent.

Réfrigérateur

- Il consomme un quart de l'énergie par rapport aux modèles de 1974.
- Coût de fonctionnement : moins de 2,5 euros par mois !

Lave-vaisselle

- Lavage entièrement à la carte, évitant ainsi toute utilisation superflue d'électricité ou d'eau.
- Utilise la moitié de l'eau nécessaire pour une vaisselle manuelle.

Eau chaude

- Chauffe-eau solaire avec système secondaire de chauffage non solaire.
- Réservoirs d'eau chaude isolés.

El objetivo último de la convención marco sobre los cambios climáticos (CCNUCC) es:

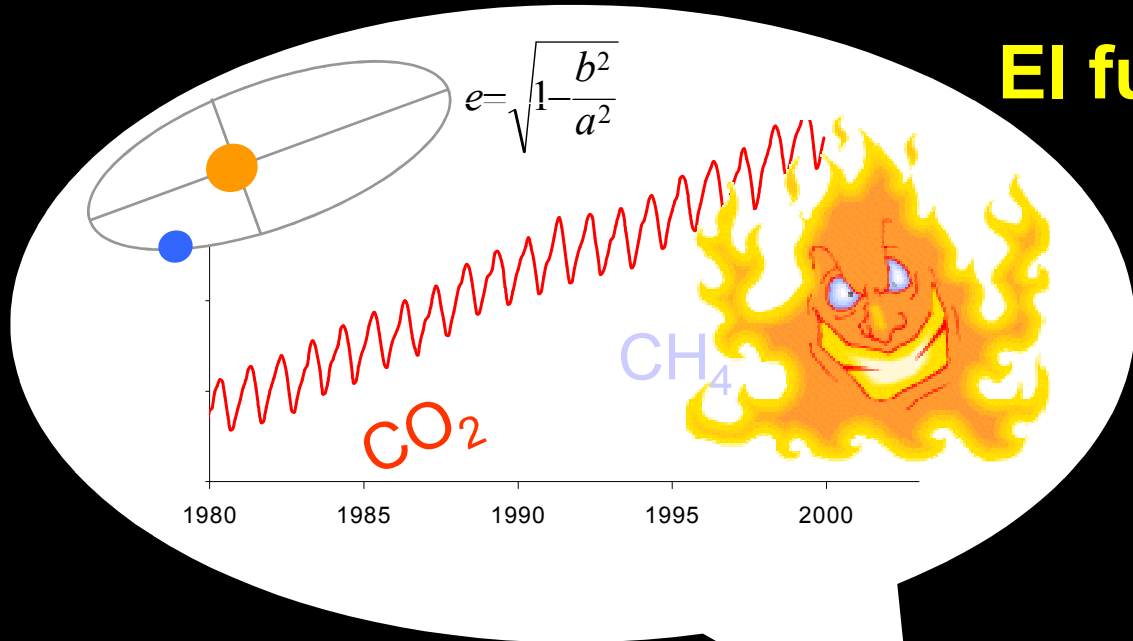
de estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida toda perturbación antrópica peligrosa del sistema climático, y en un lapso conveniente para que :

- los ecosistemas puedan adaptarse naturalmente a los cambios,*
- la producción alimentaria y las necesidades de agua no seans amenazadas*
- el desarrollo economico pueda continuar de una manera sostenible*

***que l'on traite le changement climatique comme « une guerre »
que l'on évite les réfugiés climatiques (Le monde, Avril 2007)*

*et pour les générations futures :
une planète qui leur permette de « vivre ensemble » DRP (Paris, 2007)*

El futuro ?



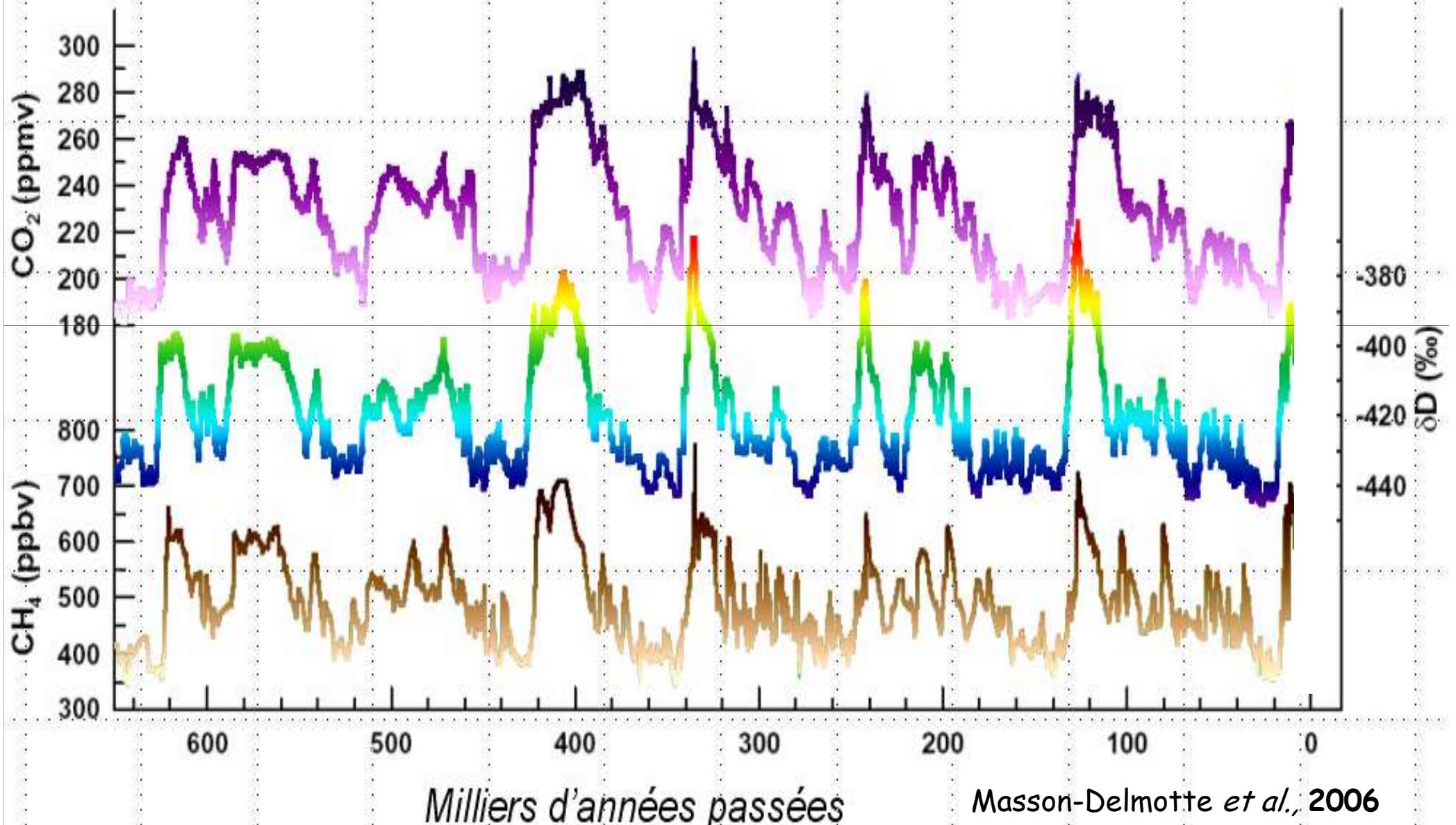
La complejidad de las interacciones y las incertezas en la estimación de los flujos mar-atmósfera a nivel global impiden aún respuestas definitivas



• Incertitudes ; risques de surprises

- Amplitude du changement climatique
- Caractéristiques régionales
- Modification des précipitations et du bilan d'eau
- Les extrêmes climatiques (tempêtes, tornades...)
- Autres forçages climatiques
- Rétroactions et couplage (chimie/climat, biosphère, océan)
-

*Température, CO₂
et méthane (CH₄)*



Physique et Climat

* Ce que nous savons (nos certitudes)

- Les activités humaines ont augmenté l'effet de serre (1%)

- Le climat se réchauffe

* Ce que nous croyons

- Il est probable qu'une large part du réchauffement observé au cours des 50 dernières années est lié aux activités humaines

* Ce que nous prédisons

- Les scénarios fournis par les économistes

- Ce qu'il faudrait faire

* Incertitudes ; risques de surprises