

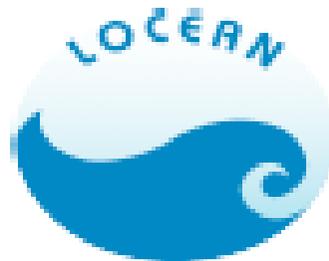
Modélisation de la biogéochimie marine à l'IPSL (TOP : Tracers in the Ocean Paradigm)

Nos outils

Des projets en cours

Quelques résultats marquants

Conclusions / Perspectives



Nos outils

- Organisation : Groupe BIOMAR (équipes de recherche LOCEAN / LSCE)
 - Réunions Scientifiques (2x / mois)

Groupe NEMO-TOP (autour des outils biogéochimie marine)

- Réunions Développement (2x / an)
en lien avec Equipe Système NEMO

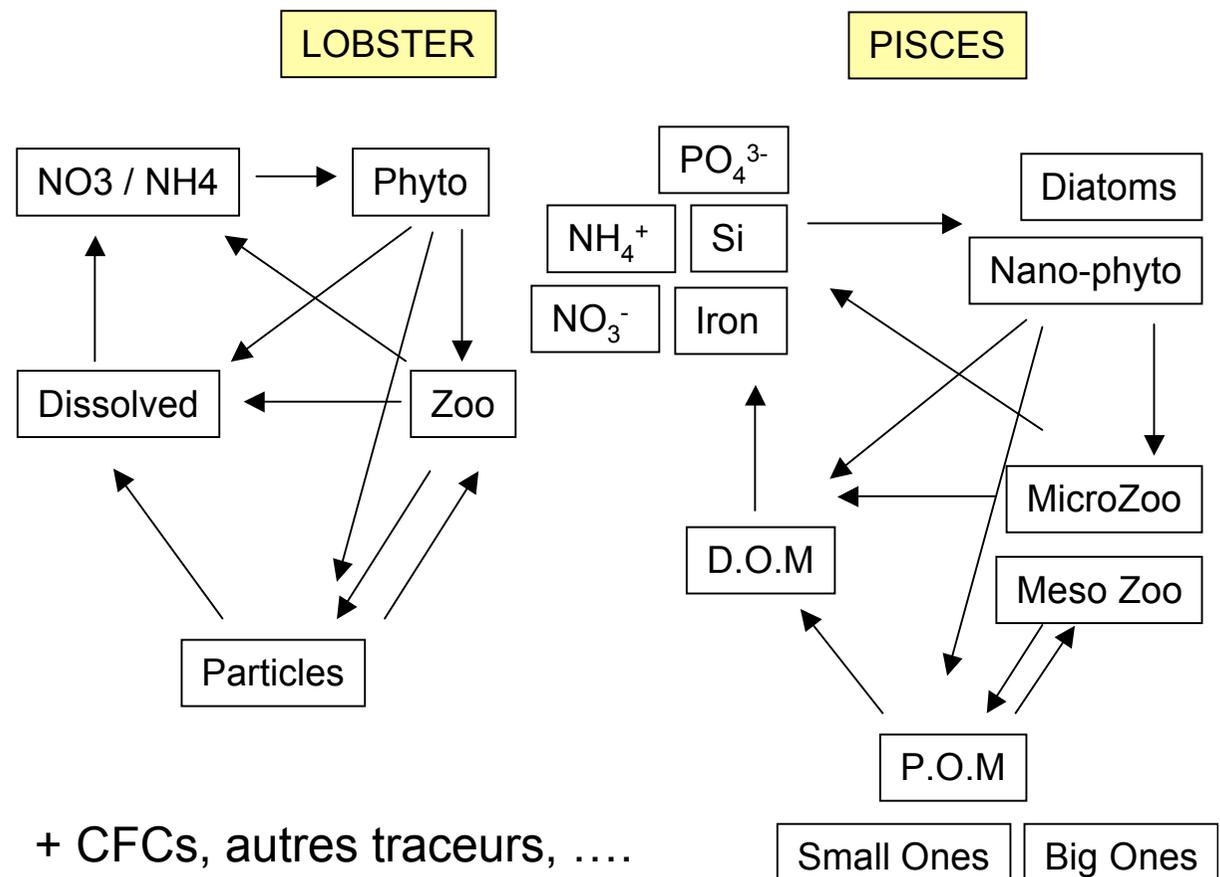
Nos outils

- Organisation
- Modèles utilisés à l'IPSL (NEMO-TOP)

TRANSPORT / BIOGEOCHIMIE

- Le plus près possible
de NEMO-OPA....

(mais aussi couplés à
d'autres modèles
dynamiques
ROMS
....)



Des projets en cours

Nouveaux
Processus
Biogéochimiques

Couplage
Physique / Biogéochimie
Rôle de la résolution

Variabilité
Interannuelle / Décennale
De la Biogéochimie

Climat et
Biogéochimie marine

Des projets en cours

Nouveaux
Processus
Biogéochimiques

- Amélioration / complexification de certains cycles :
cycle du fer , cycle des carbonates (acidification), ...
- Introduction d'autres espèces « climatiques » :
DMS, N₂O, ...
- Vers les niveaux trophiques supérieurs :
jusqu'à des modèles de grands prédateurs (thons, ...)
- Incorporation de « traceurs » océaniques (pour la paléoclim) :
¹³C, Pa/Th, Nd, ...
- Assimilation de données pour contraindre les paramètres des modèles

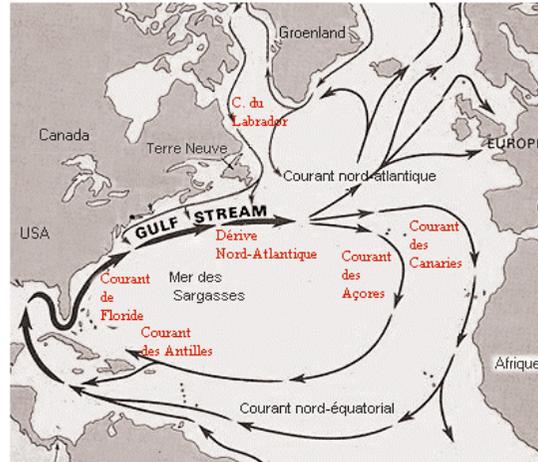
[plusieurs projets LEFE, ANR, FP7, ...]

Des projets en cours

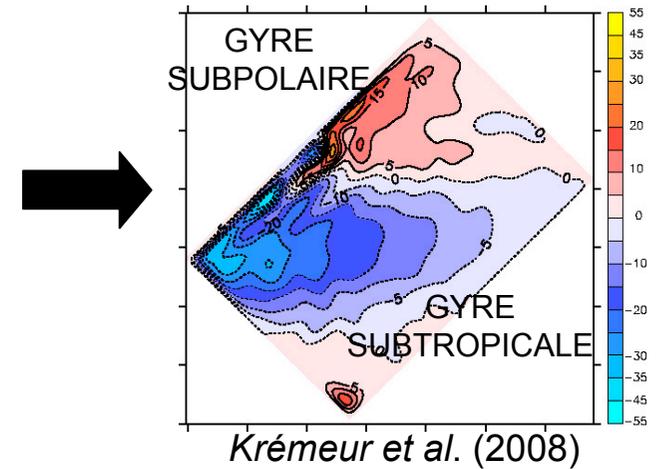
Couplage
Physique / Biogéochimie
Rôle de la résolution

Configuration
idéalisée
de l'Atlantique nord

Projet GYRE (PI. M. Levy)



Transport barotrope simulé

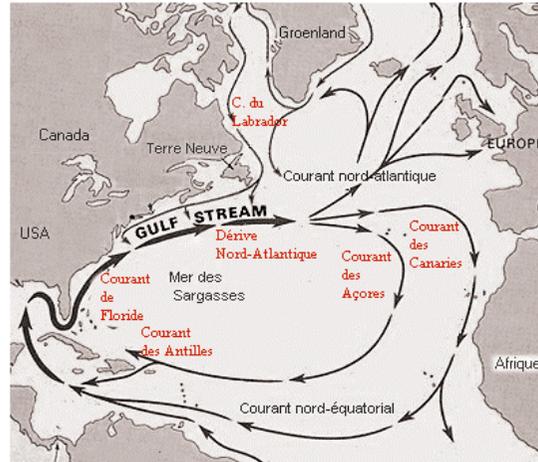


Des projets en cours

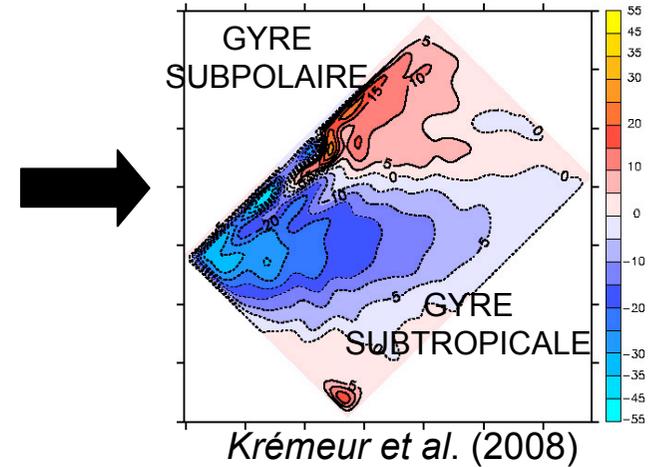
Couplage
Physique / Biogéochimie
Rôle de la résolution

Projet GYRE (PI. M. Levy)

Configuration
idéalisée
de l'Atlantique nord

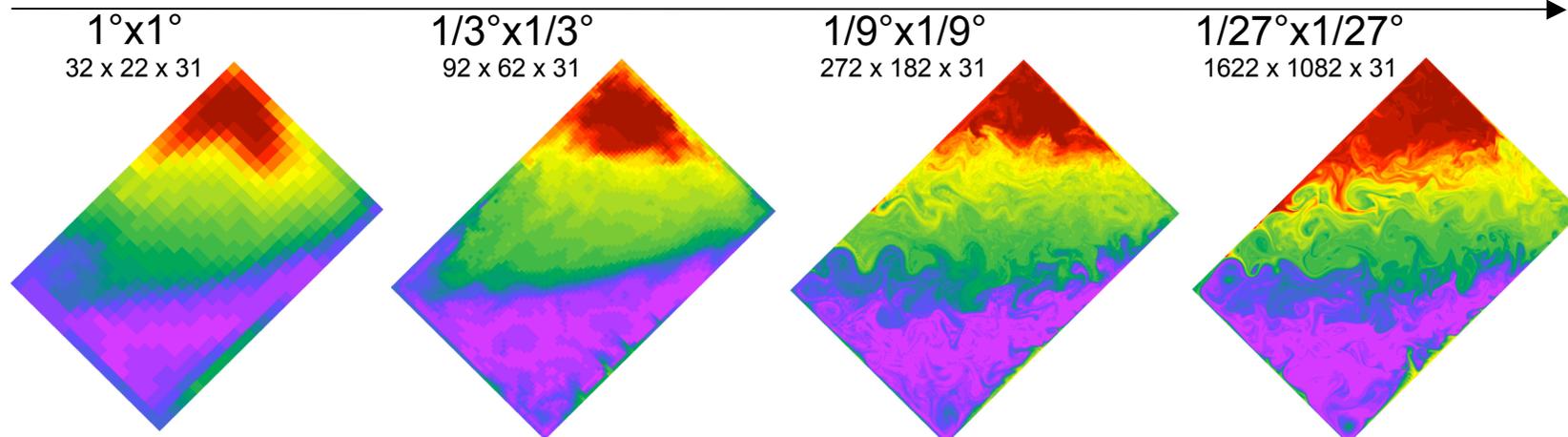


Transport barotrope simulé



2. Comparaison des simulations à basse, haute et très haute résolutions

NO₃ en surface au 1er mars de la basse à la très haute résolution dans la configuration GYRE-LOBSTER



Des projets en cours

Variabilité
Interannuelle / Décennale
De la Biogéochimie

Des projets en cours

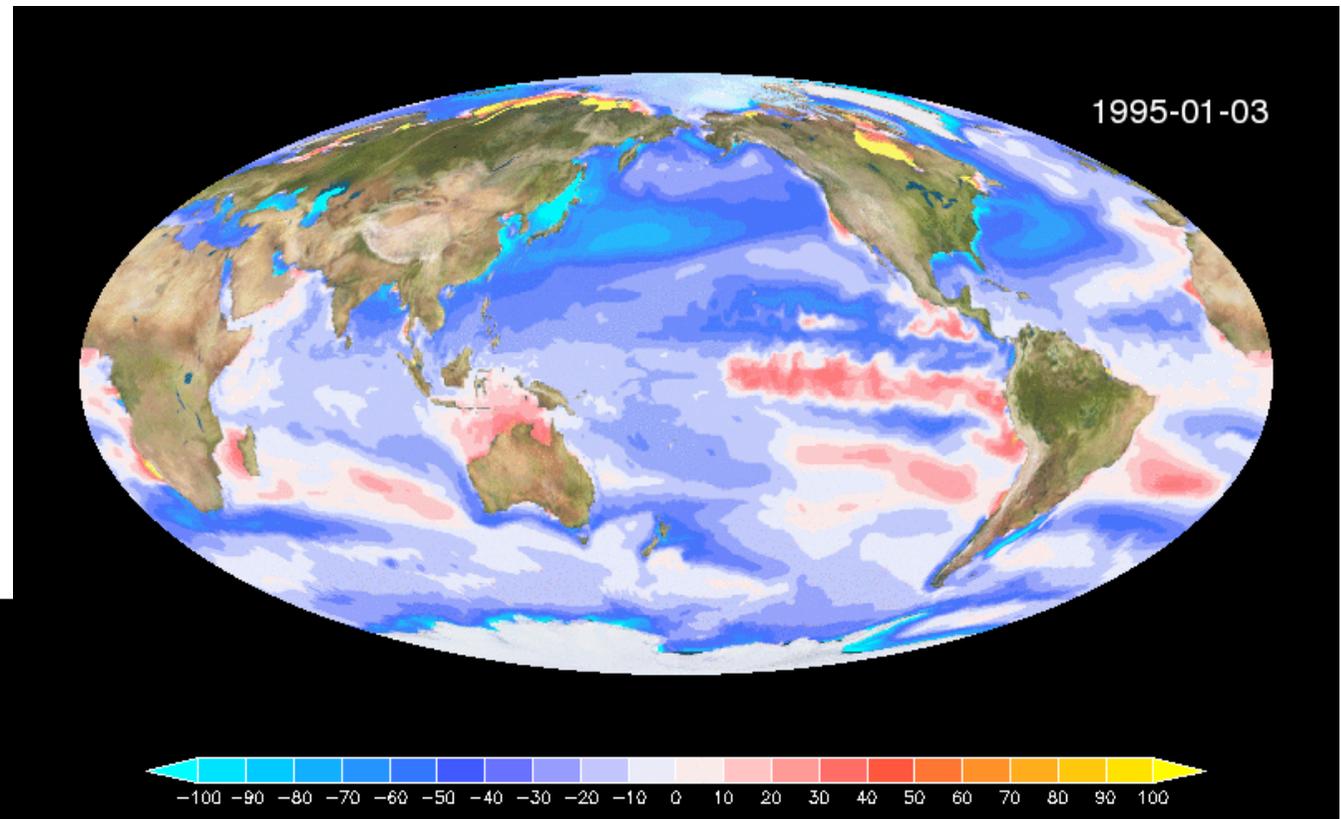
Variabilité
Interannuelle / Décennale
De la Biogéochimie

- Simulations « de référence » forcée par ERA40 et/ou NCEP

ORCA2 / ORCA0.5



(simulations réalisées
sur le ES, Japon, C. Ethé)



Des projets en cours

Variabilité
Interannuelle / Décennale
De la Biogéochimie

- Simulations « de référence » forcée par ERA40 et/ou NCEP
ORCA2 / ORCA0.5
- Projet MERCATOR-Vert (PI. C. Moulin):
couplage au système mercator (océanographie opérationnelle)
(à terme, simulations de la biogéochimie dans un système
où la physique est assimilée)

Des projets en cours

Climat et
Biogéochimie
Marine

Pré-requis : couplage de PISCES à IPSL-CM4 → IPSL-CM4-LOOP (Cadule et al.)

1. Evaluation du modèle : variabilité interannuelle de la productivité marine
(Schneider et al. 2008)
2. Couplage bio-physique aux hautes latitudes de l'Hémisphère Nord
(Lengaigne et al.)
3. Rôle de l'O₃ stratosphérique dans l'évolution du puits de C océanique
(Lenton et al.)

Quelques résultats marquants

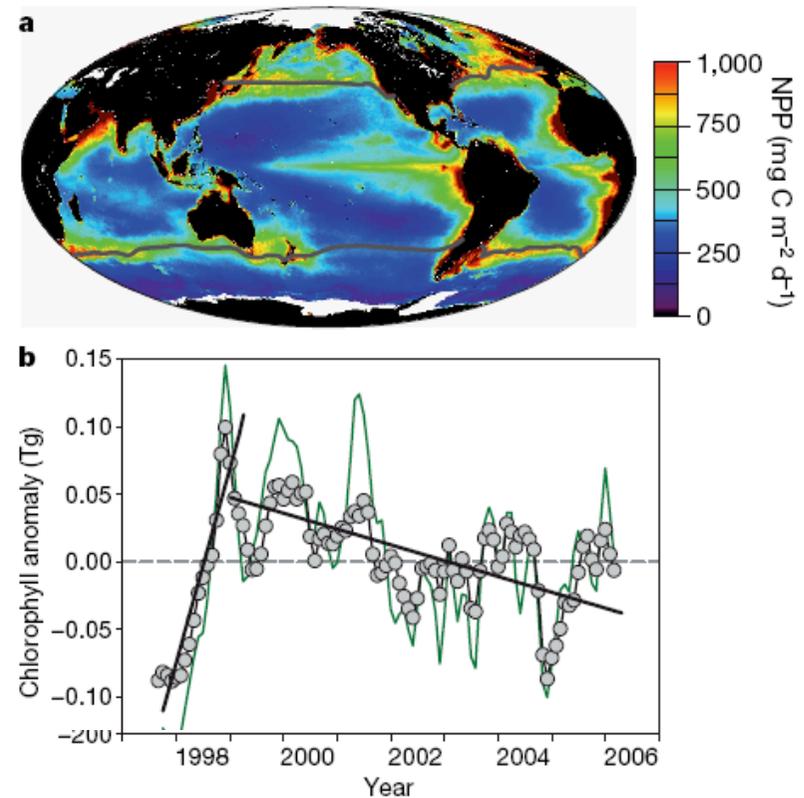
1. Évaluation du modèle :
variabilité interannuelle
de la productivité marine

LETTERS

Climate-driven trends in contemporary ocean productivity

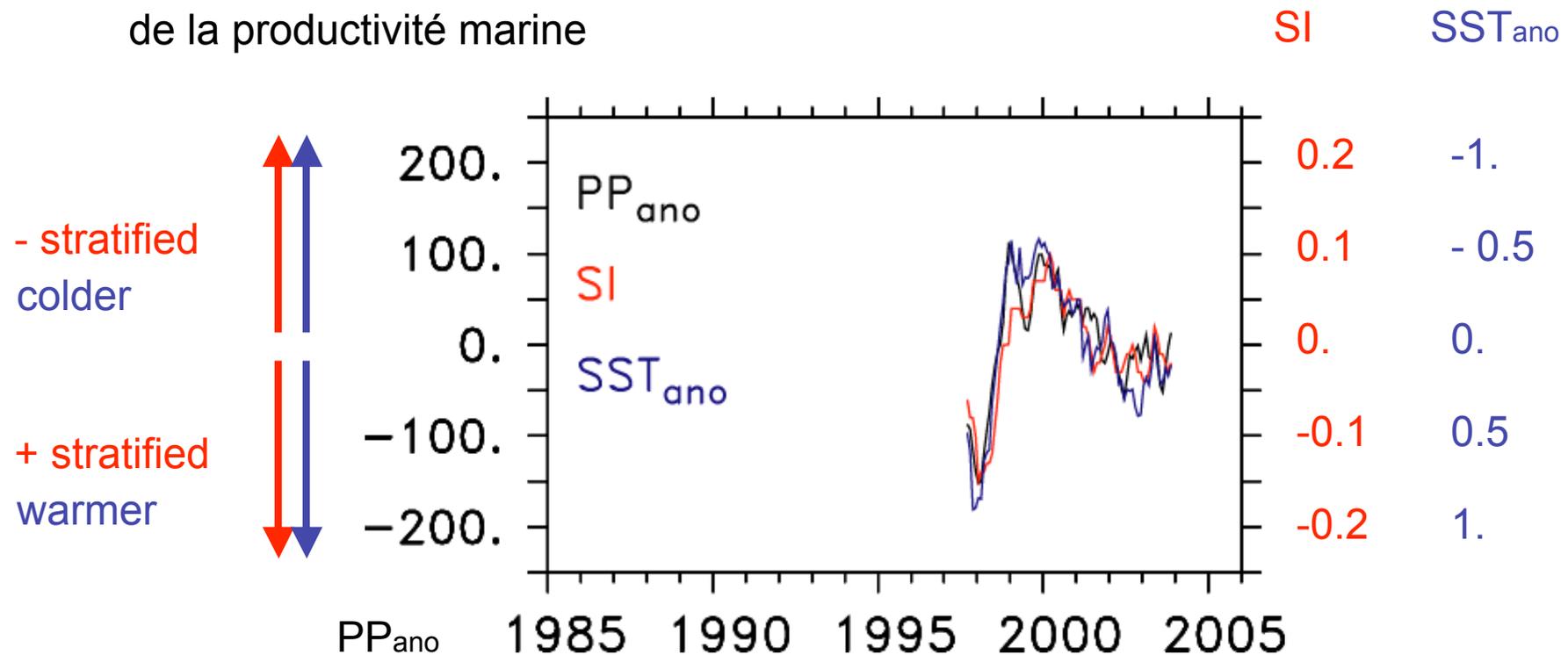
Michael J. Behrenfeld¹, Robert T. O'Malley¹, David A. Siegel³, Charles R. McClain⁴, Jo Gene C. Feldman⁴, Allen J. Milligan¹, Paul G. Falkowski⁶, Ricardo M. Letelier² & Emm:

(Behrenfeld et al. Nature 2006)



Quelques résultats marquants

1. Évaluation du modèle :
variabilité interannuelle
de la productivité marine

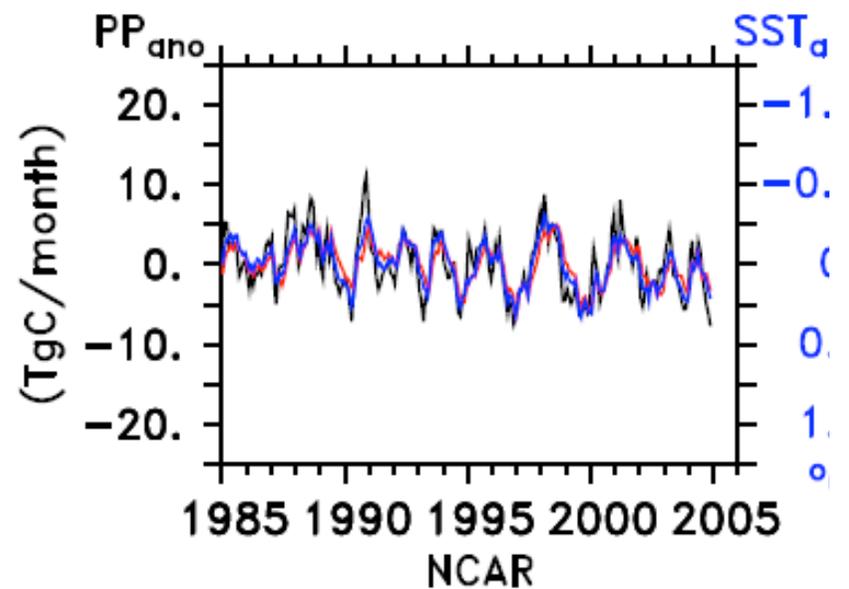
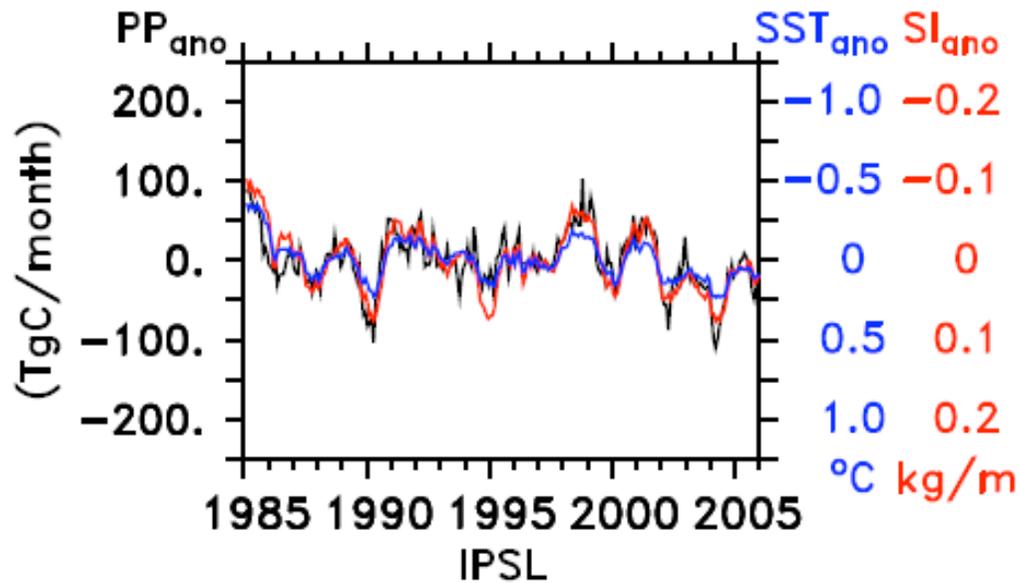
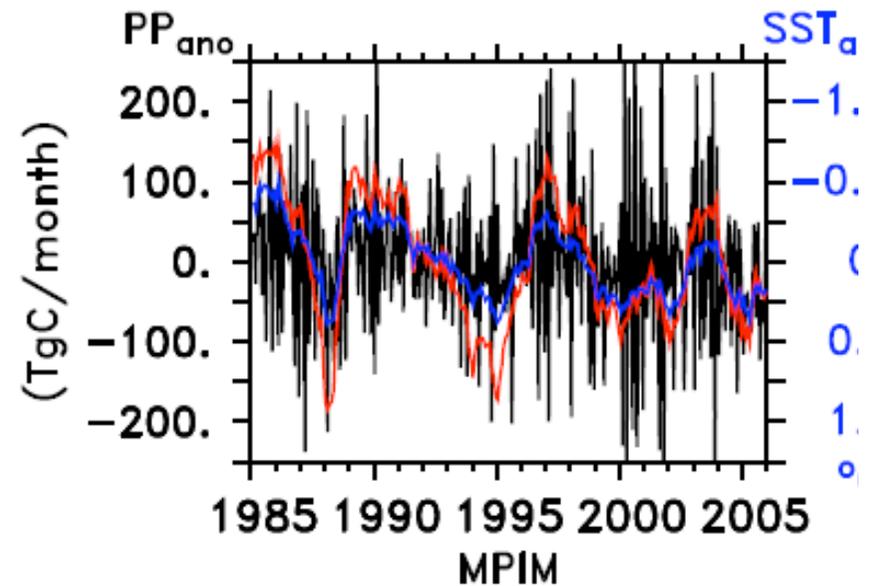
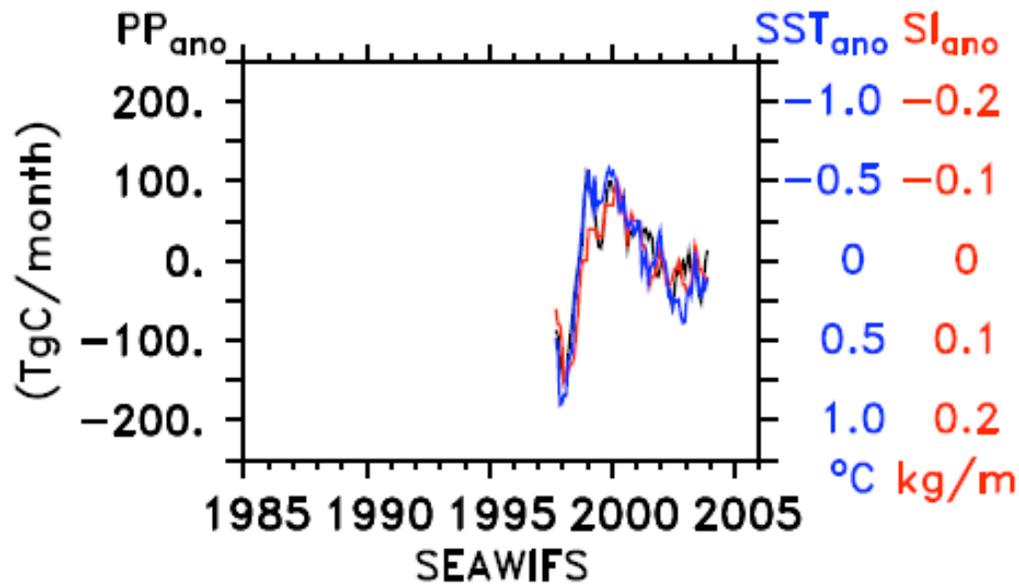


PP_{ano} = anomaly of NPP (TgC/month)

SI = stratification index : $\rho_{200} - \rho_{surf}$ (kg m⁻³)

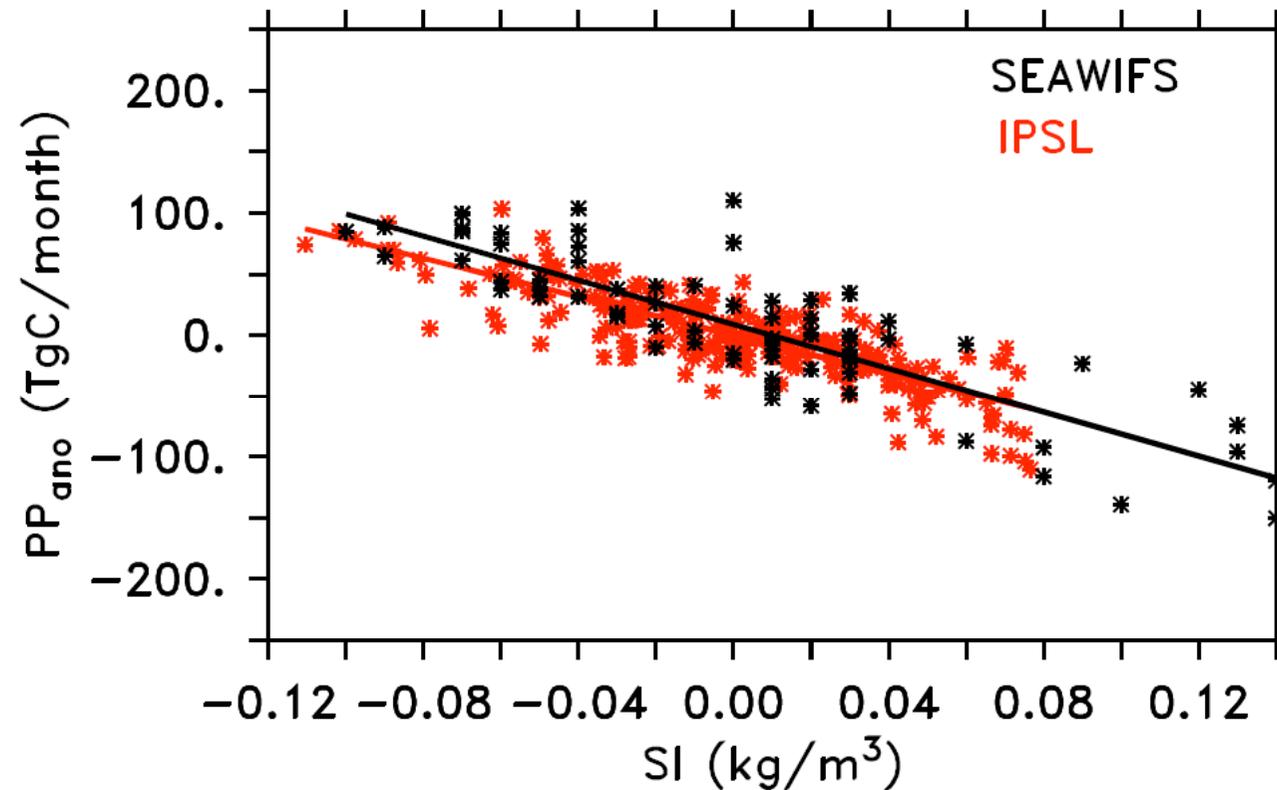
SST_{ano} = anomaly of SST (°C)

Quelques résultats marquants



Quelques résultats marquants

1. Évaluation du modèle :
variabilité interannuelle
de la productivité marine



→ Relation correcte entre indice climatique et anomalies de productivité marine

(Schneider et al. 2008)

Quelques résultats marquants

2. Couplage bio-physique aux hautes latitudes de l'Hémisphère Nord (Lengaigne et al.)

Principe : Dans les OGCM, les propriétés optiques de l'eau sont homogènes dans l'espace et dans le temps....

Hors la concentration de pigments dans l'eau est hautement variable

Simulations : IPSLCM4-LOOP

- Une simulation Bio : la chloro de PISCES est utilisée par OPA.
- Une simulation NoBio : la chloro est prise constante dans OPA.

(toutes les 2 pendant 100 ans)

→ Importance du couplage dans les tropiques (*état moyen (0.5°C), fréquence ENSO*)

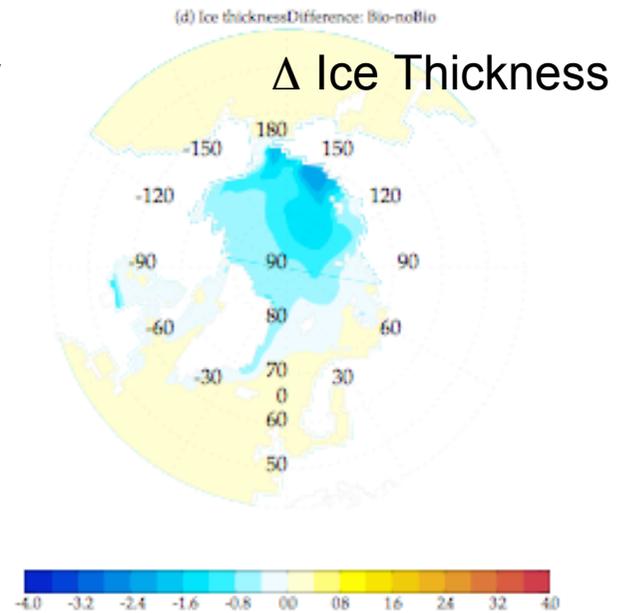
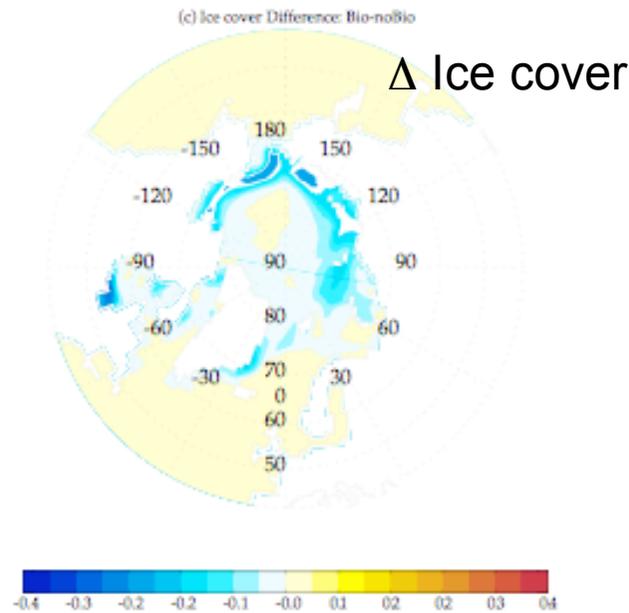
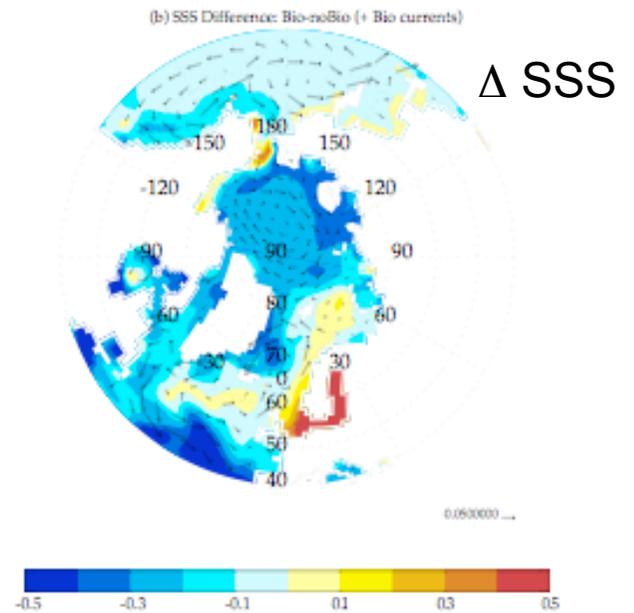
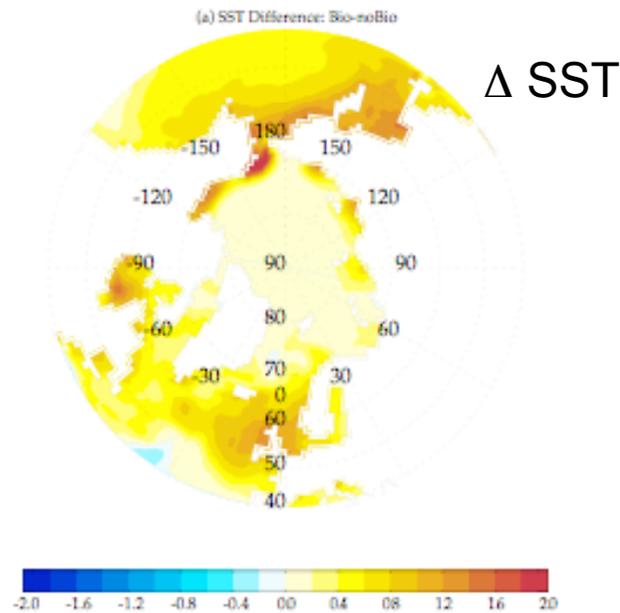
→ Et aux hautes latitudes : biologie – SST - glace de mer ?

Quelques résultats marquants

2. Couplage bio-physique aux hautes latitudes de l'H.N (Lengaigne et al.)

(Bio – NoBio)

Plus chaud,
Moins salé,
Moins de glace, ...

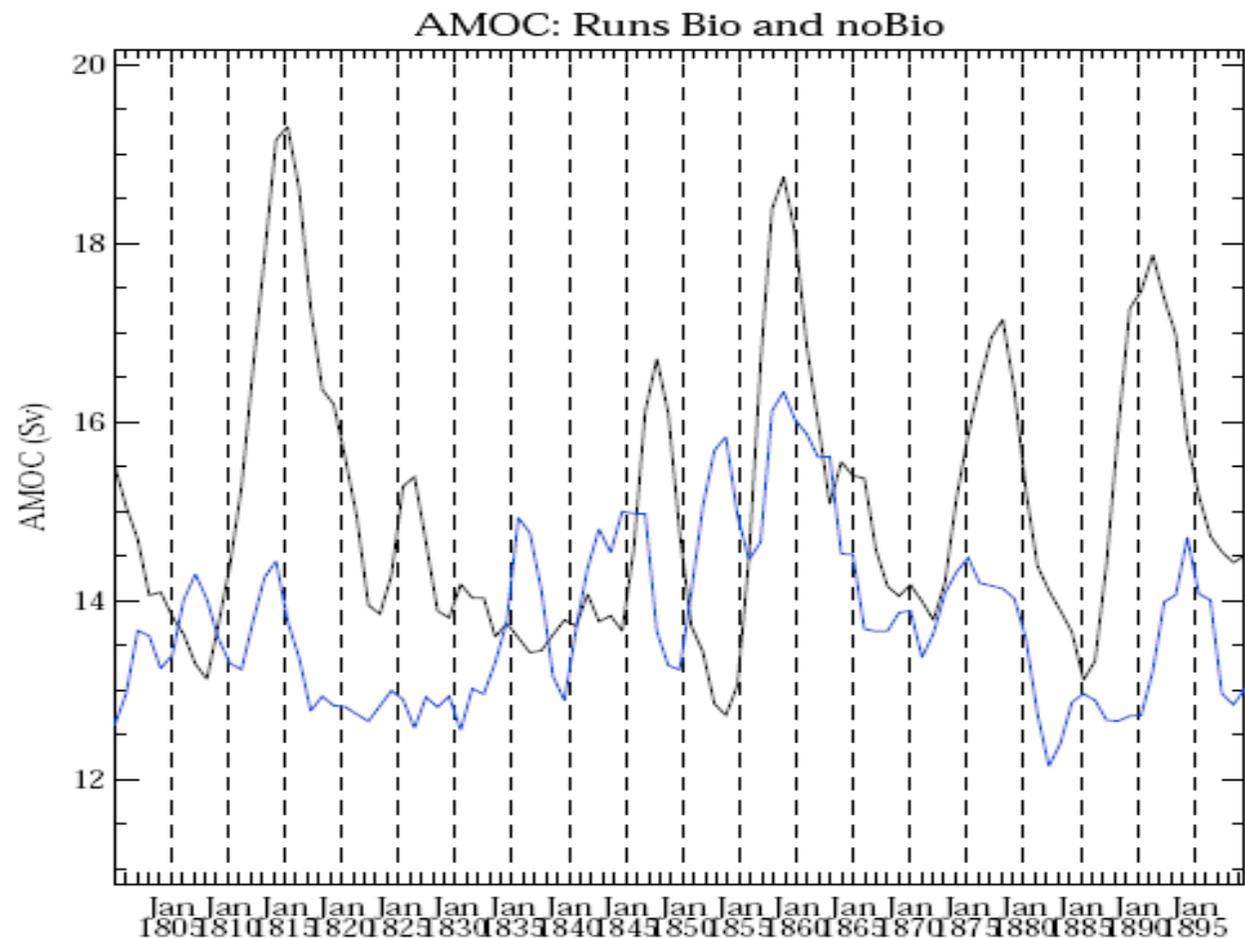


Quelques résultats marquants

- Couplage bio-physique aux hautes latitudes de l'H.N (Lengaigne et al.)

— NoBio
— Bio

AMOC réduite...
Variabilité modifiée...

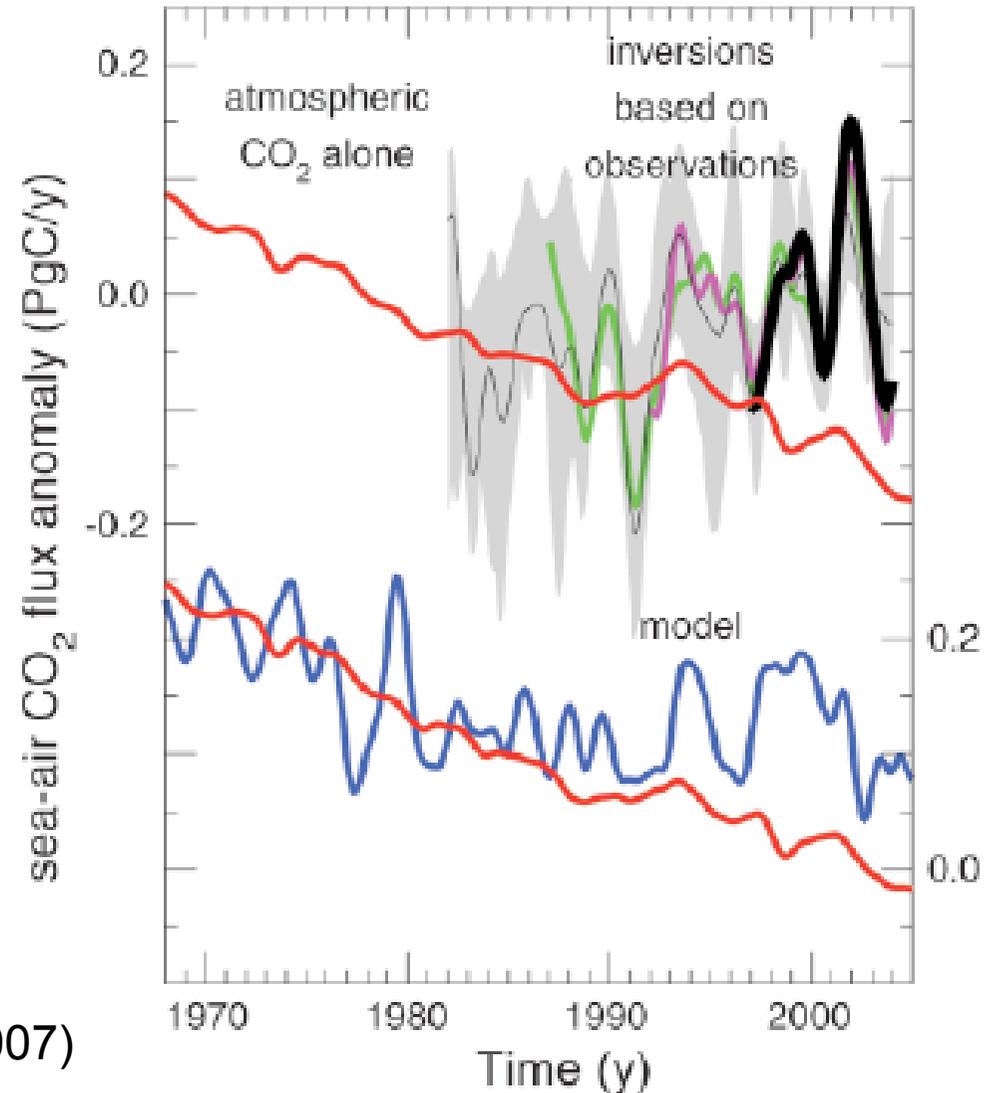


Quelques résultats marquants

3. Rôle de l'O₃ stratosphérique dans l'évolution du puits de C océanique (Lenton et al.)

- les « observations » montrent une stagnation / saturation du puits de C dans l'océan Austral
- les modèles forcés reproduisent cette tendance (rôle du vent)
- les modèles couplés (type C4MIP) ne le font pas ...

(Le Quéré et al. Science 2007)



Quelques résultats marquants

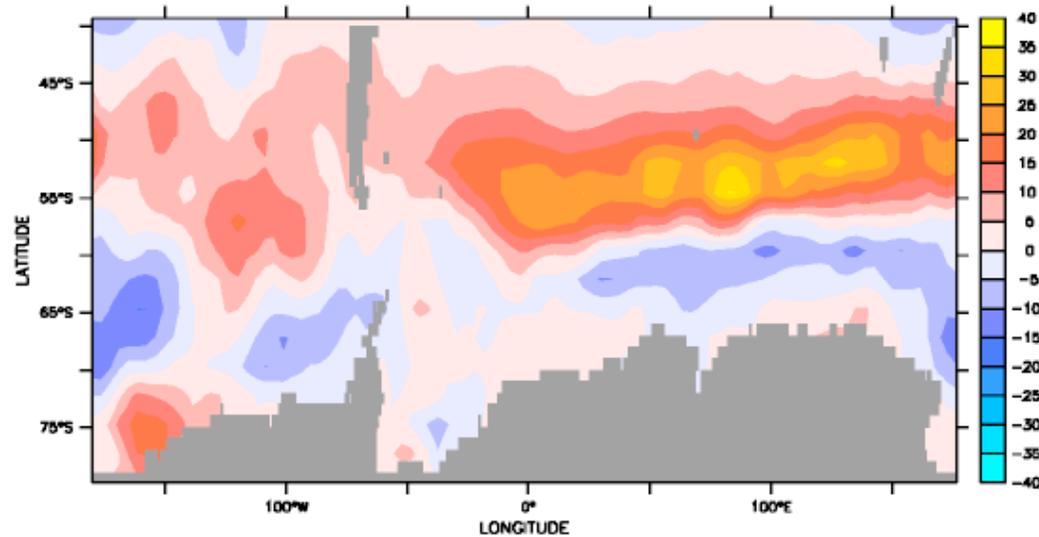
3. Rôle de l'O3 stratosphérique dans l'évolution du puits de C océanique (Lenton et al.)

Simulations : IPSLCM4-LOOP sur 1975-2005

- Simulations No_O3 (CO2, CH4, CFCs, ... et aérosols anthropiques)
- Simulations O3 (avec une paramétrisation simple de l'effet de l'O3 strato)

Changements des vents

$\Delta\tau_x$ (%, O3 – NoO3)

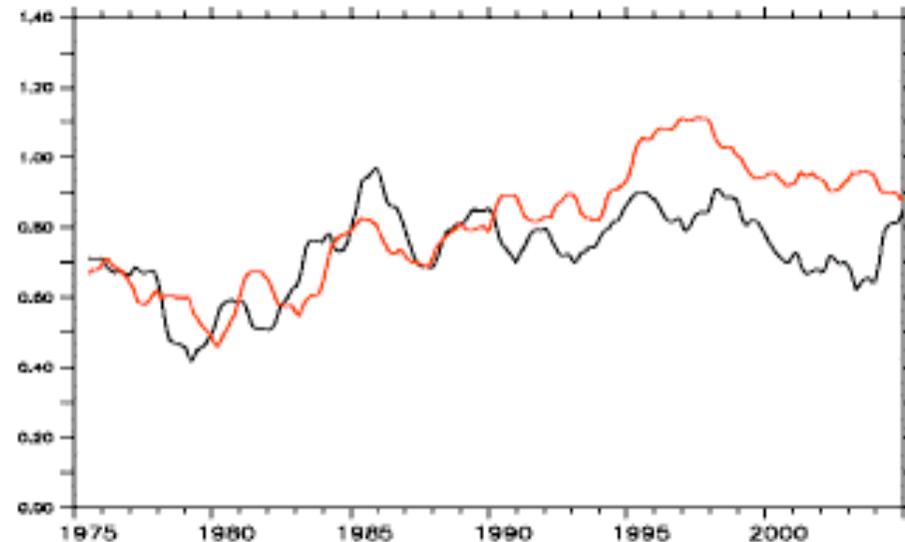


Quelques résultats marquants

3. Rôle de l'O₃ stratosphérique dans l'évolution du puits de C océanique (Lenton et al.)

Flux de carbone au sud de 45°S

— Avec O₃
— Sans O₃



Trends 1984-2004 (<45°S)

C4MIP Model: +0.11 PgC/yr/dec

→ C4MIP + O₃: - 0.05 PgC/yr/dec

Observed: - 0.08 PgC/yr/dec

(LeQuéré et al. 2007)

Conclusions / Perspectives

Depuis 4 ans....

- De nombreux projets réalisés / en cours
- Interactions importantes entre les équipes (BIOMAR,...)
- Meilleure organisation autour des outils
(groupe NEMO-TOP + C. Ethé)

Et maintenant ...

OUTILS

- Suivre les évolutions de la dynamique...
- « Merge » de PISCES et LOBSTER, ré-écriture en F90
- Interactions avec les groupes utilisant NEMO (Kiel, MetOffice, NOCS, ...)
- Concours IR cet été pour un ingénieur « Biogéochimie Marine » à l'IPSL

ENJEUX

- Evaluation / Assimilation / Utilisation des données
- Régionalisation (AGRIF) - Impacts
- Couplage avec les échelons trophiques supérieurs (écosystèmes)
- « Nouveaux » cycles (azote, ...)

.....