

# Changement Climatique en milieu côtier & littoral : conséquences sur les peuplements marins ...

P. Gouletquer

Direction de la Prospective & de la Stratégie Scientifique  
Coordination thématique « Biodiversité »

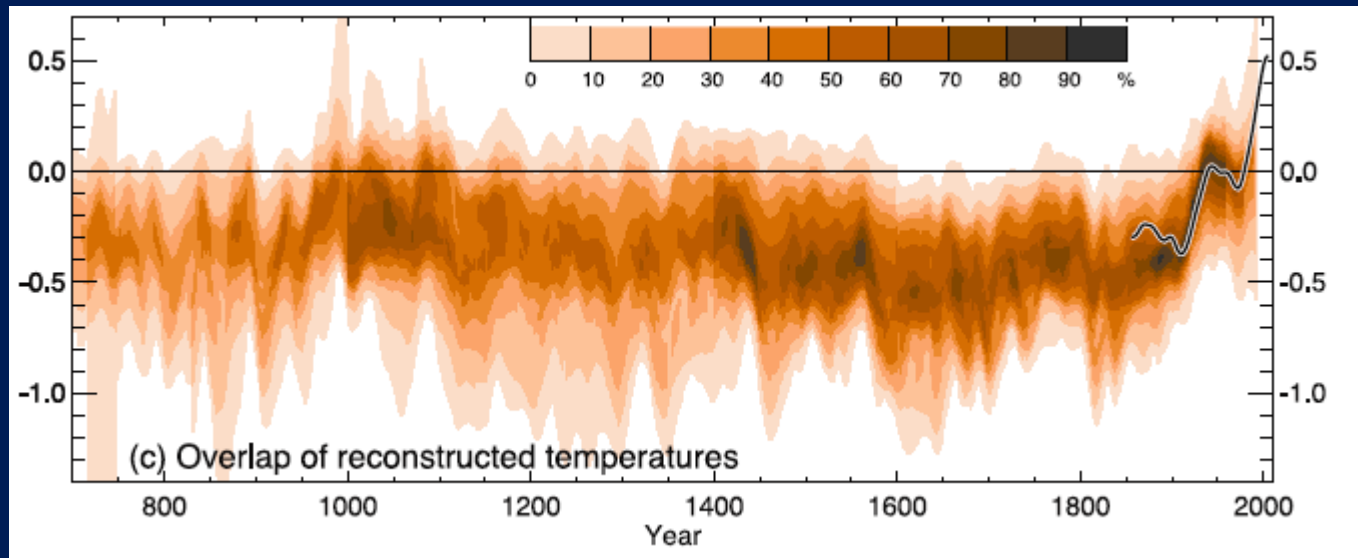
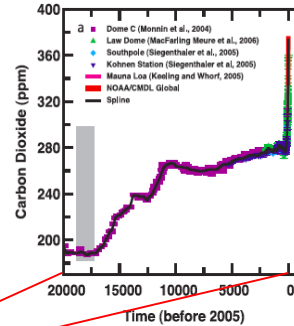
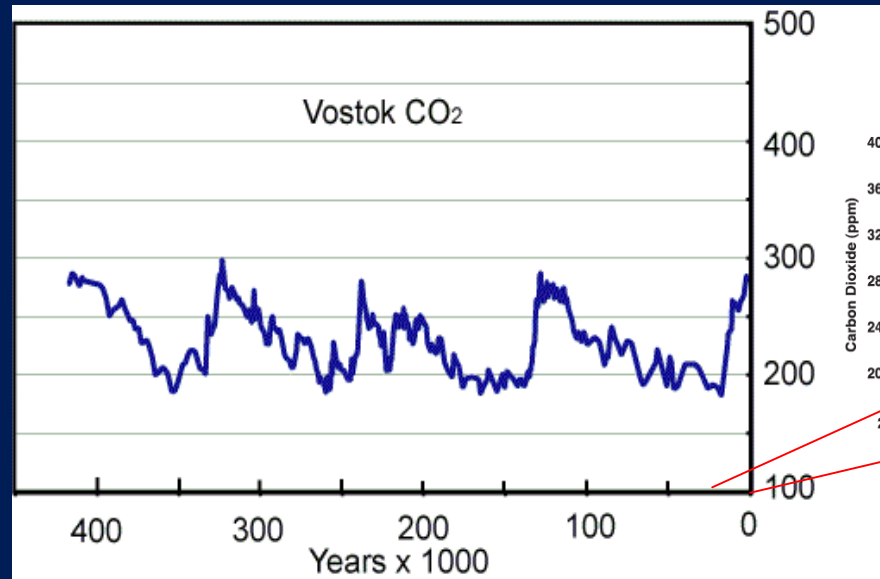
*Colloque HydroEcologie Clamart, 10-08  
Changements Globaux & Hydrosystèmes*

# Changements climatiques sur les Ecosystèmes

## Marins.....

Principal facteur de changement: teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique

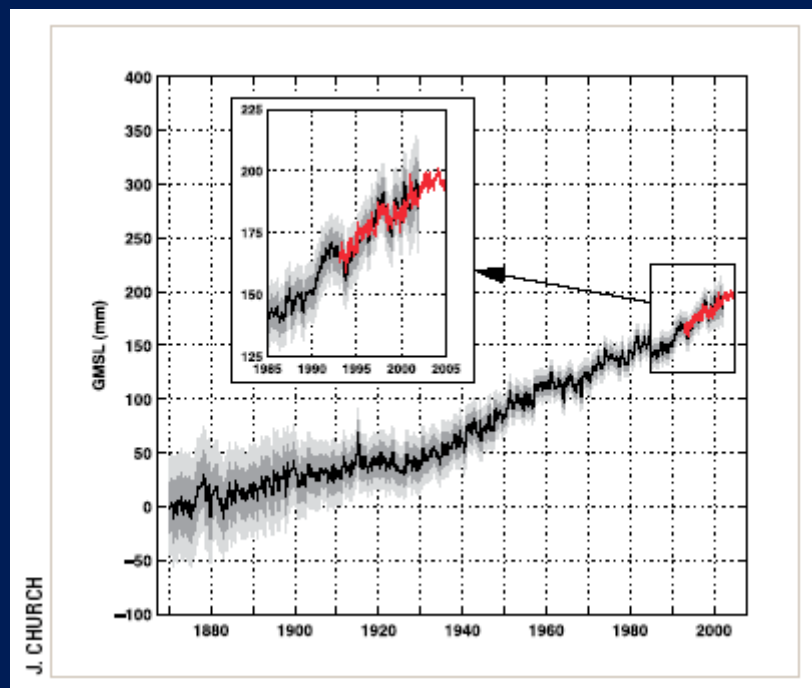
Teneur plus élevée depuis 400000 ans.....



Reconstruction des températures depuis plus de 1000 ans

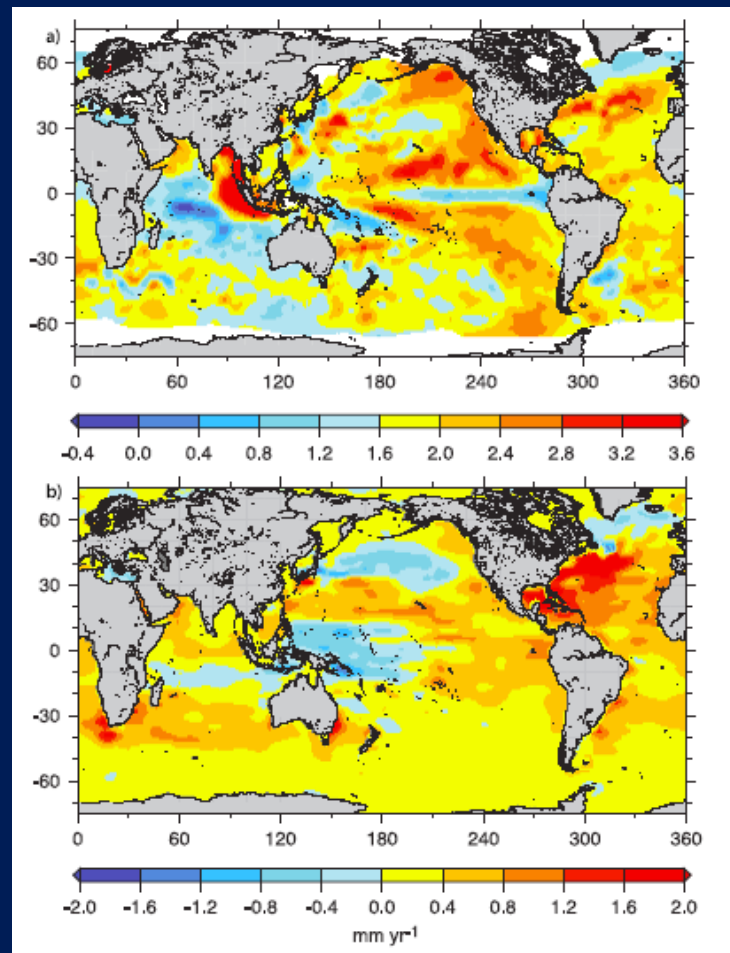
Colloque HydroEcologie Clamart, 10-08  
Changements Globaux & Hydrosystèmes

# Conséquence d'océans plus chauds: élévation du niveau de la mer



Depuis 1870, augmentation de 20 cm du niveau moyen de la mer !

1,5-2mm/an, 3mm durant les 90's. Net effet régional en Méditerranée



Changt. de 1995-2003 (carte bas: dilatation thermique)

Colloque HydroEcologie Clamart, 10-08  
Changements Globaux & Hydrosystèmes

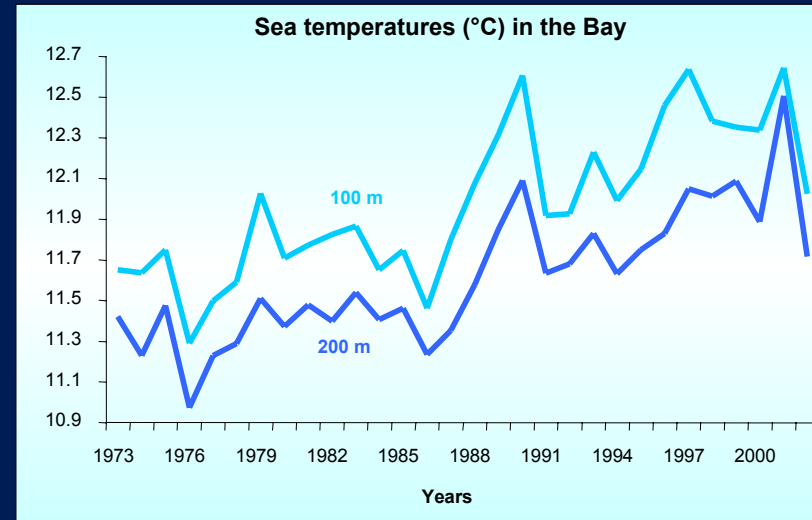
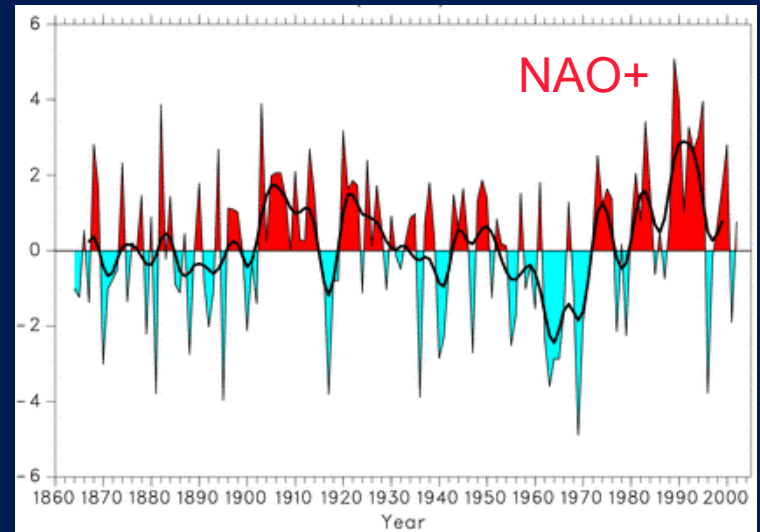
- Changements Globaux

- Élévation de la teneur en CO<sub>2</sub>
- Élévation température
- Élévation du niveau moyen des mers
- Erosion côtière & modification des vasières
- Modification des régimes de précipitations
- Modification du régime des vents
- Intensification des risques de tempêtes
- Réduction de la circulation thermohaline – upwellings modifiés
- Acidification des océans

# De l'Océan ....au côtier.....

- Réduction de la circulation thermohaline
- Modification du régime des Vents (décalage vers l'Est de l'Anticyclone des Açores).....

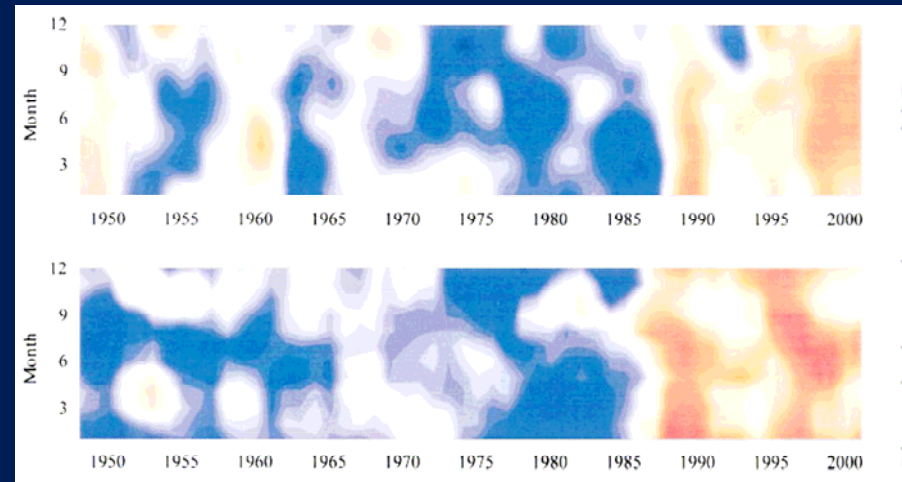
....induit une Oscillation Nord Atlantique positive (NAO+)....et une augmentation thermique dans le Golfe de Gascogne (dont Bassin de Marennes Oléron =  $+1,5^{\circ}\text{C}$  en 30 ans)



# De l'Océan ....au côtier.....

Quelques changements directs notables ....

- **Augmentation Productivité Primaire**
- **Distribution Géographique des espèces modifiées (pélagiques & benthiques)**
- **'Mismatch' chaîne trophique (e.g., relation proie-prédateur)**
- **Prolifération espèces invasives (huître creuse *C. gigas* – effet seuil)**
- **Pression sur la capacité trophique côtière (+1,5°C # 15 000 tonnes *C. gigas*)**



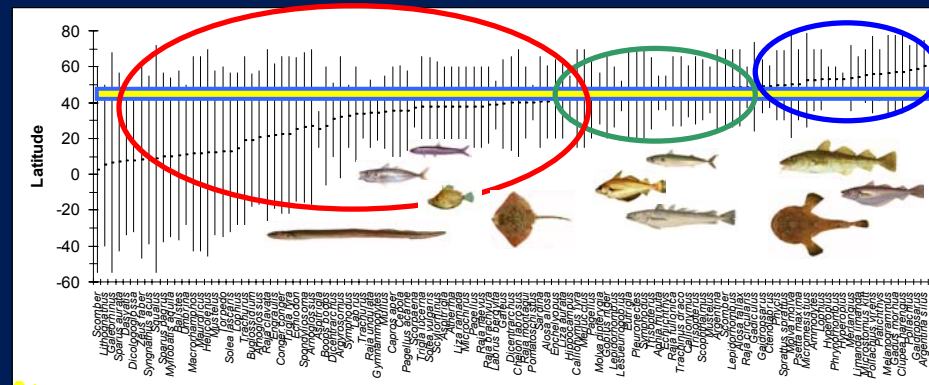
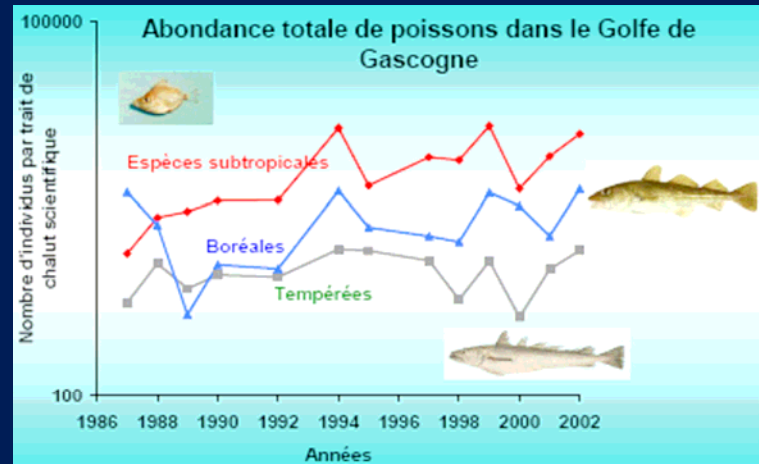
(Edwards et al. 2006)

- Changement courantologie
- Saison phytoplanctonique plus longue
- Stratification thermique

# De l'Océan ....au côtier.....

Quelques changements directs notables ....

- Augmentation Productivité Primaire
- Distribution Géographique des espèces modifiées (pélagiques & benthiques)
- 'Mismatch' chaîne trophique (e.g., relation proie-prédateur)
- Prolifération espèces invasives (huître creuse *C. gigas* – effet seuil)
- Pression sur la capacité trophique côtière (+1,5°C # 15 000 tonnes *C. gigas*)



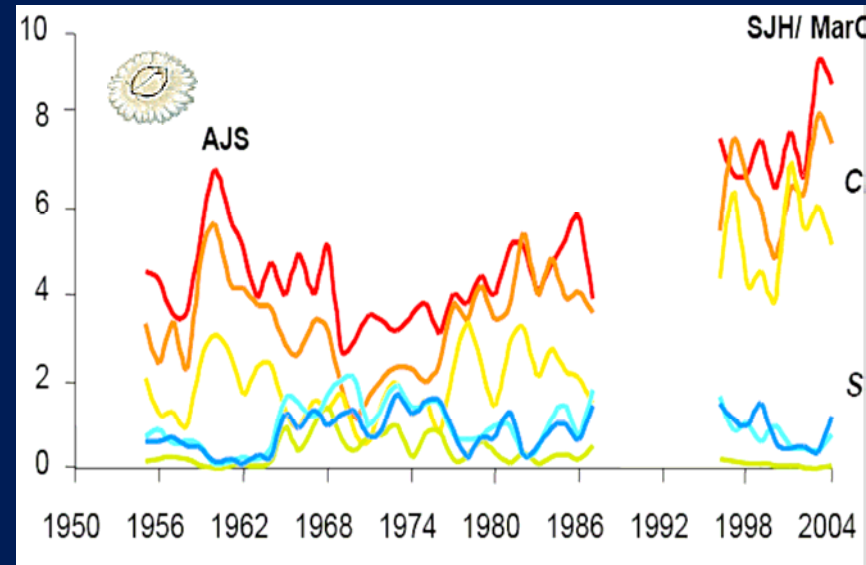
Glissement d'Sp. Boréales à Subtropicale  
Migration Nord 10° latitude (>1000 kms)

# De l'Océan ....au côtier.....

Quelques changements directs notables ....

- **Augmentation Productivité Primaire**
- **Distribution Géographique des espèces modifiées (pélagiques & benthiques)**
- **'Mismatch' chaîne trophique (e.g., relation proie-prédateur)**
- **Prolifération espèces invasives (huître creuse *C. gigas* – effet seuil)**
- **Pression sur la capacité trophique côtière (+1,5°C # 15 000 tonnes *C. gigas*)**

Densité de balanes en Manche: *Semibalanus* banoides (bleue) remplacée par *C. spp.* (rouge)



Glissement d'Esp. Boréales à Subtropicale  
Migration Nord 10° latitude (>1000 kms)



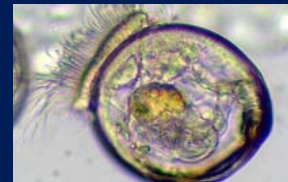
# De l'Océan ....au côtier....

Quelques changements directs notables ....

- **Augmentation Productivité Primaire**
- **Distribution Géographique des espèces modifiées (pélagiques & benthiques)**
- **'Mismatch' chaîne trophique (e.g., relation proie-prédateur)**
- **Prolifération espèces invasives (huître creuse *C. gigas* – effet seuil)**
- **Pression sur la capacité trophique côtière (+1,5°C # 15 000 tonnes *C. gigas*)**



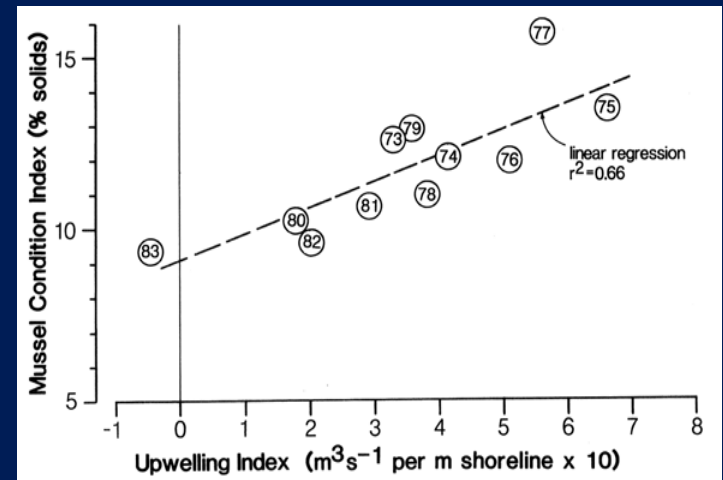
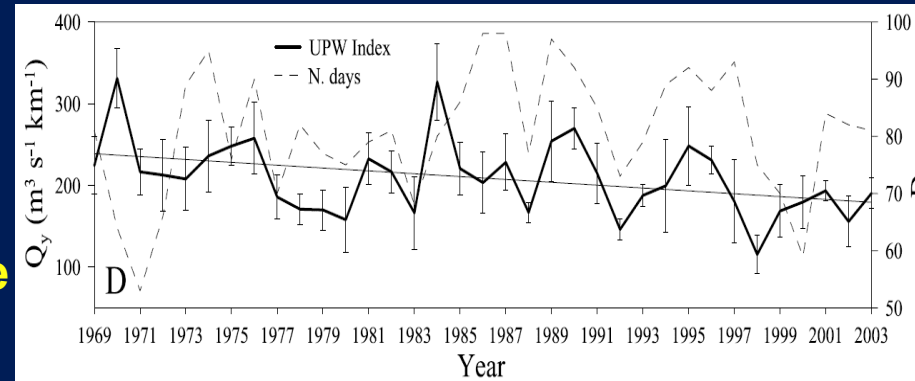
- Shellfish farms
- Established wild oyster population
- Non-permanent wild oyster population



# De l'Océan ....au côtier.....

Quelques changements directs notables ....

- Augmentation Productivité Primaire
- Distribution Géographique des espèces modifiées (pélagiques & benthiques)
- 'Mismatch' chaîne trophique (e.g., relation proie-prédateur)
- Prolifération espèces invasives (huître creuse *C. gigas* – effet seuil)
- Pression sur la capacité trophique côtière (+1,5°C # 15 000 tonnes *C. gigas*)



Corrélation entre décroissance de l'upwelling et Indices de condition des moules d'élevage

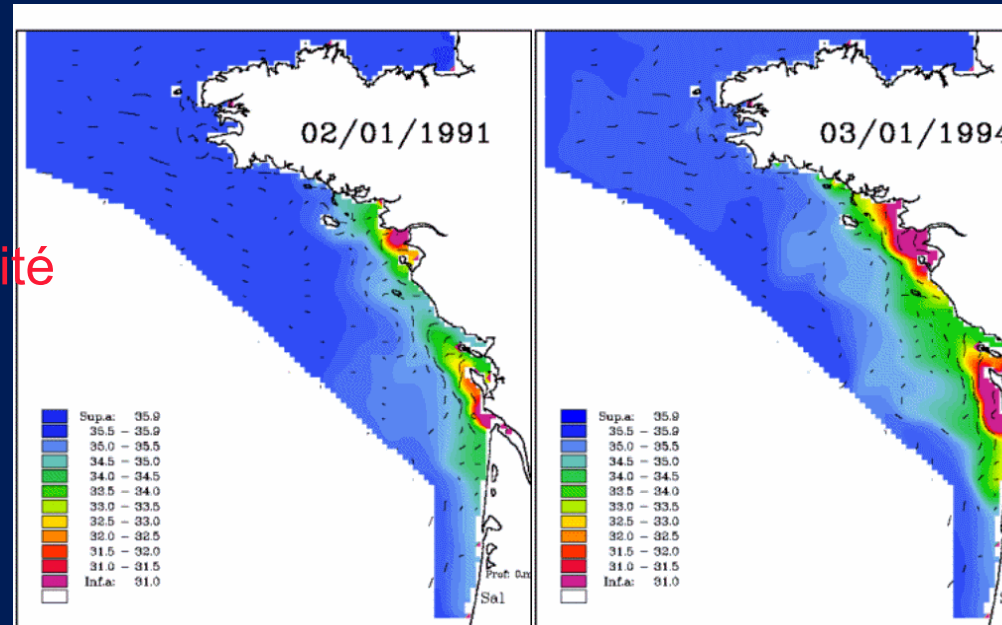
Blanton et al. 1987, Cendrendo et al. 2005

Colloque HydroEcologie Clamart, 10-08  
Changements Globaux & Hydrosystèmes

# Du continental ....au côtier.....

Quelques changements directs notables ....

- Changements Régimes pluviométriques (qualité & quantité des apports terrigènes)
- « Marinisation » des estuaires (impact sur espèces « rares »)
- Mis-match physiologique entre blooms phytoplanctoniques et productions II aires
- Anomalies de recrutement (huître creuse *C. gigas*)



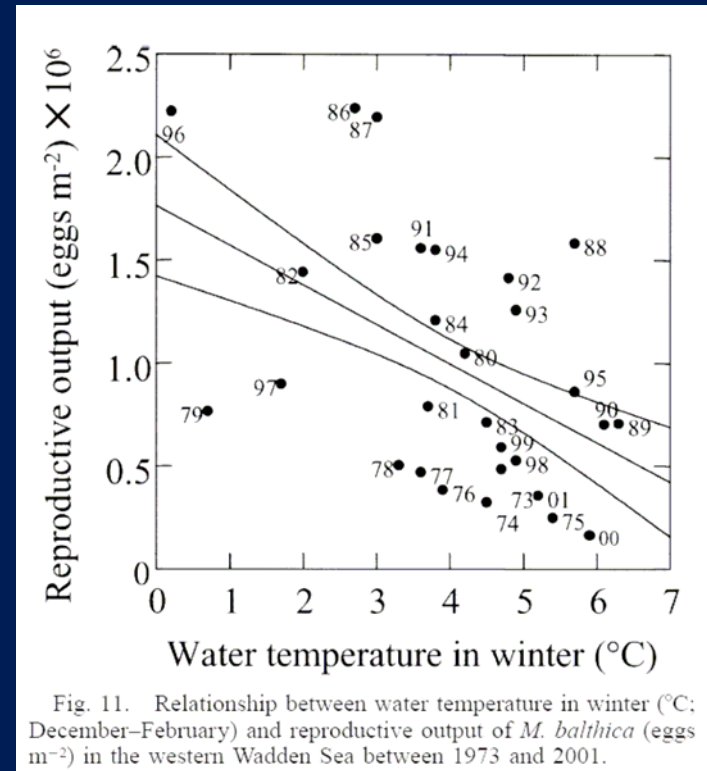
Evolution majeure sur 30 ans (Azote: + 70 %, +1,6 % / an - Phosphore : - 30 % en 16 ans, - 2,2 % / an)



# Du continental ....au côtier.....

Quelques changements directs notables ....

- Changements Régimes pluviométriques (qualité & quantité des apports terrigènes)
- « Marinisation » des estuaires (impact sur espèces « rares »)
- Mis-match physiologique entre blooms phytoplanctoniques et productions II aires
- Anomalies de recrutement (huître creuse *C. gigas*)

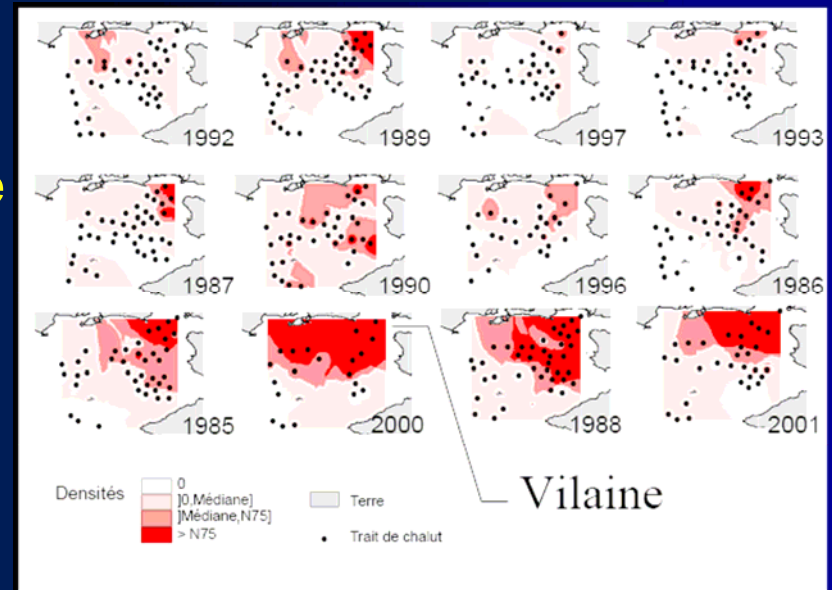


Mismatch entre activité physiologique de la palourde *M. balthica*, prédation, survie larvaire et conditions climatiques (Philippart et al., 2003)

# Du continental ....au côtier.....

Quelques changements directs notables ....

- Changements Régimes pluviométriques (qualité & quantité des apports terrigènes)
- « Marinisation » des estuaires (impact sur espèces « rares »)
- Mis-match physiologique entre blooms phytoplanctoniques et productions II aires
- Anomalies de recrutement (huître creuse *C. gigas*)



**Evolution des nurseries de soles en Baie de Vilaine en fonction du régime pluviométrique (corrélation benthos (nourriture)/apports terrigènes)**

# Du continental ....au côtier.....

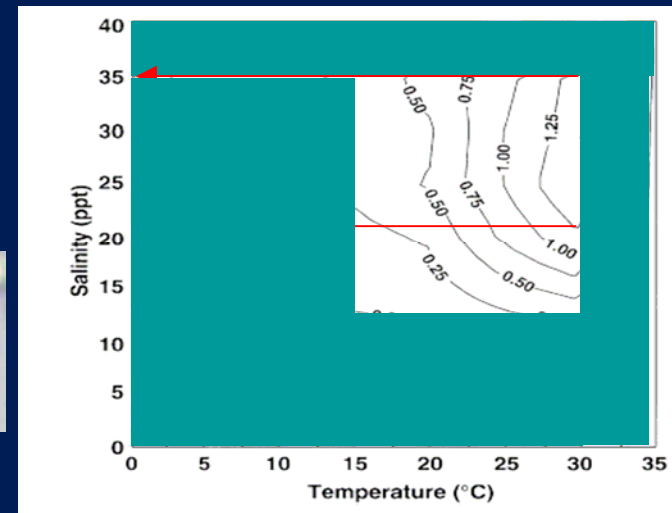
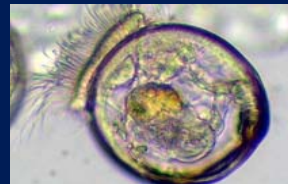
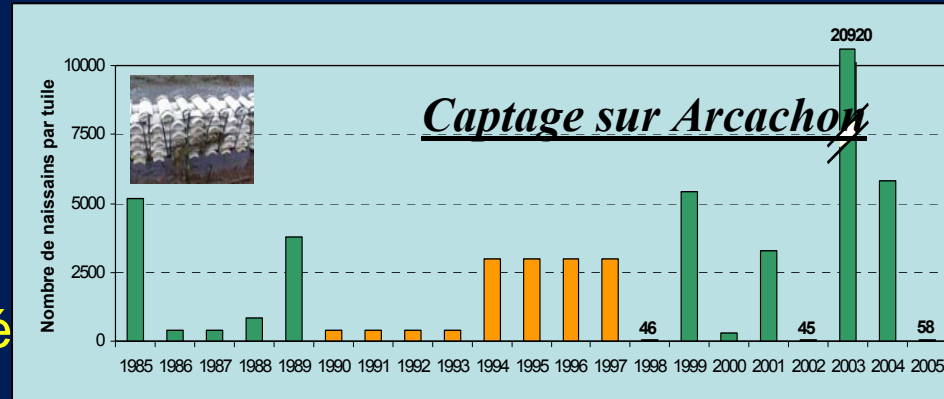
Quelques changements directs notables ....

- Changements Régimes pluviométriques (qualité & quantité des apports terrigènes)

- « Marinisation » des estuaires (impact sur espèces « rares »)

- Mis-match physiologique entre blooms phytoplanctoniques et productions II aires

- Anomalies de recrutement (huître creuse *C. gigas*)

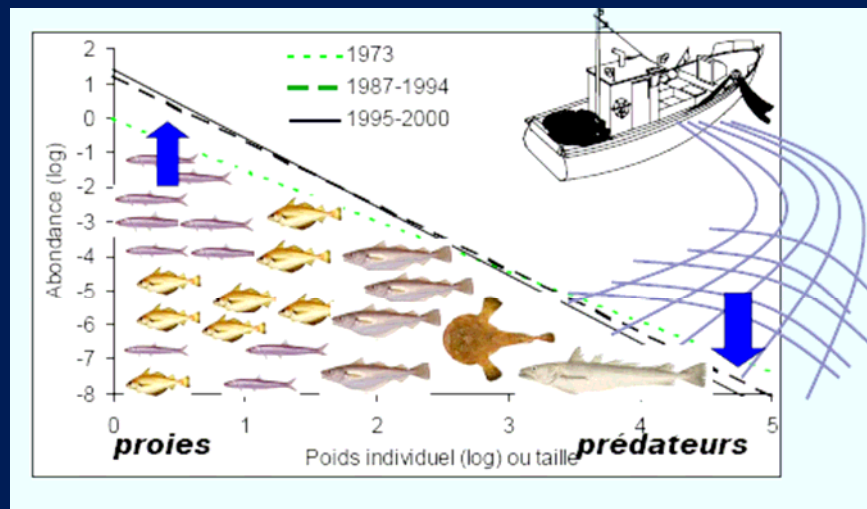
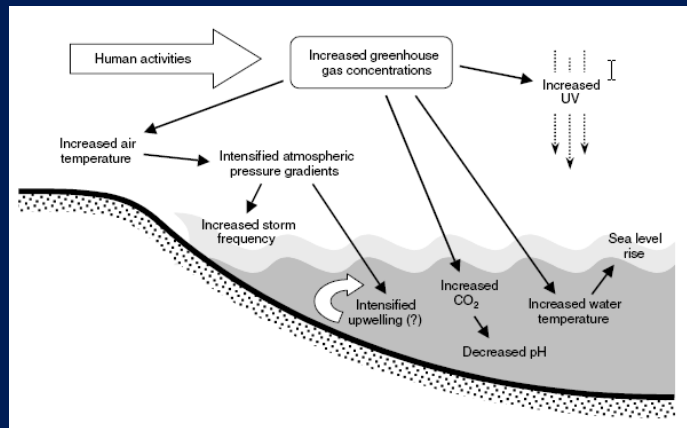


**Variation relative (croissance & mortalité) de la larve d'huître en fct (T° & Salinité)**

# Avec des incertitudes.....

Interactions complexes qui nécessitent une approche écosystémique !

- Evolution des scénarios régionaux et effets rétroactifs des écosystèmes (manque de modélisation précise à échelle fine des changements climatiques)
- Fortes interactions avec processus biologiques
- Fortes interactions avec activités anthropiques



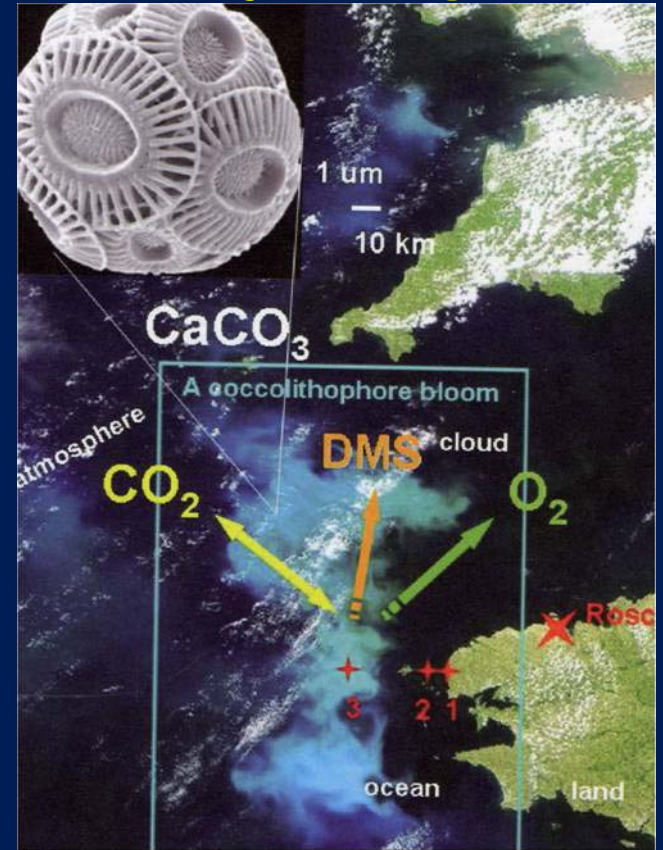
- Evaluation des pêcheries Golfe de Gascogne  
- Eaux de Ballasts (vecteur d'introductions secondaires d'sp. Exotiques)



# Avec des incertitudes.....et Synergies !

Interactions complexes qui nécessitent une approche écosystémique !

- Evolution des scénarios régionaux et effets rétroactifs des écosystèmes (manque de modélisation précise à échelle fine des changements climatiques)
- Fortes interactions avec processus biologiques
- Fortes interactions avec activités anthropiques



Coccolithophores=protistes produisant 50% des carbonates marins...

Bloom à *Emiliani huxleyi* (influence sur cycles biogéochimiques & climat local)

Destruction par virus = libération de sulfure de diméthyle (effet parasol antagoniste de l'effet de serre.....)



# Scenarios pour le futur ....

Continuité des augmentations thermiques.....(variabilité ...)

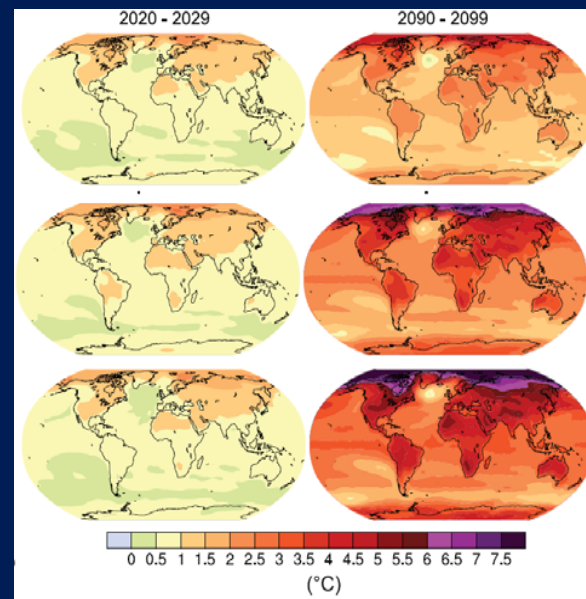
- Augmentation des fréquences de tempêtes (implication sur infrastructures et disponibilité accrue de sels nutritifs- blooms cyanobactéries)

- Augmentation du nbre d'espèces exotiques (santé publique - algues toxiques: Ciguatera à Malte- Ostreopsis ovata côte ligure)

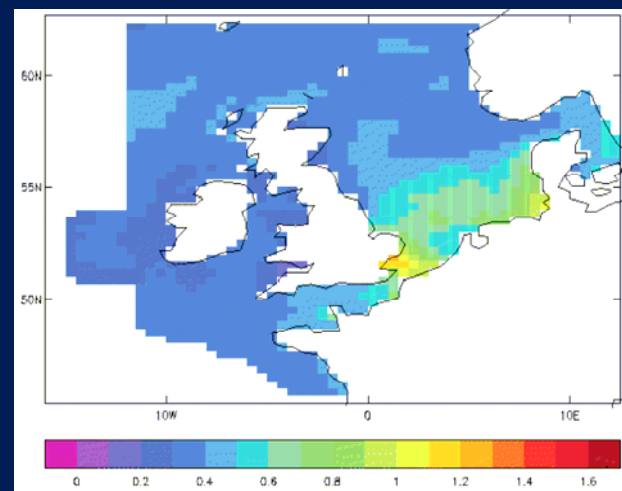
- Adaptation/Disparition d'Sp.

- Acidification des océans (impacts sur les productions côtières – niveau sonore des océans)

- Altération de la « pompe biologique à CO<sub>2</sub> »



IPCC  
2007



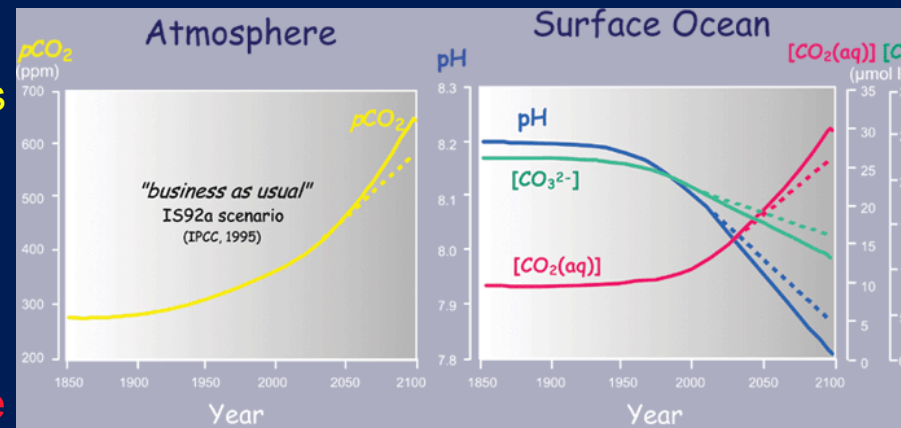
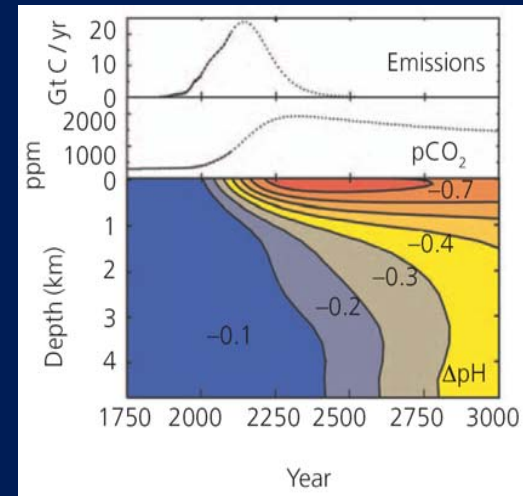
Colloque HydroEcologie Clamart, 10-08  
Changements Globaux & Hydrosystèmes

# Scenarios pour le futur ....

Continuité des augmentations thermiques.....(variabilité ...)

- Augmentation des fréquences de tempêtes (implication sur infrastructures et disponibilité accrue de sels nutritifs- blooms cyanobactéries)
- Augmentation du nbre d'espèces exotiques (santé publique - algues toxiques: Ciguatera à Malte- Ostreopsis ovata côte ligure)
- Adaptation/Disparition d'Sp.
- Acidification des océans (impacts sur les productions côtières – niveau sonore des océans)

- Altération de la « pompe biologique à CO<sub>2</sub> »



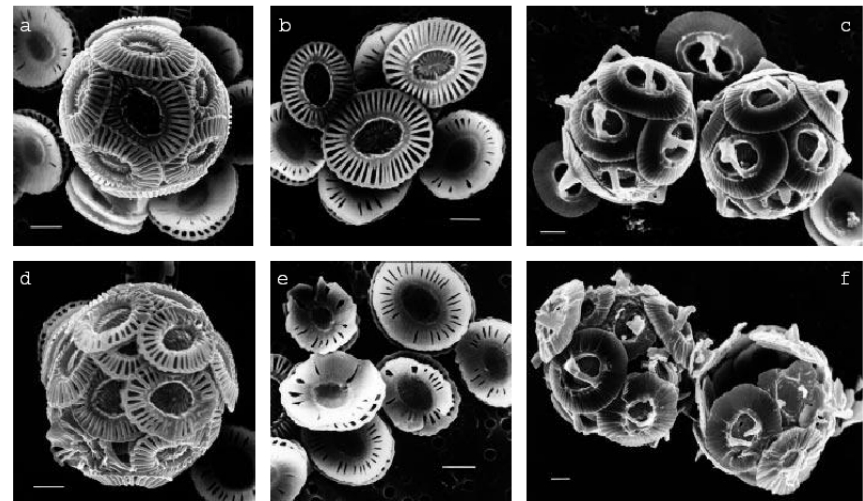
Wolf-Gladrow et al., 1999

# Scenarios pour le futur ....

Continuité des augmentations thermiques.....(variabilité ...)

- Augmentation des fréquences de tempêtes (implication sur infrastructures et disponibilité accrue de sels nutritifs-blooms cyanobactéries)
- Augmentation du nbre d'espèces exotiques (santé publique - algues toxiques: Ciguatera à Malte- *Ostreopsis ovata* côte ligure)
- Adaptation/Disparition d'Sp.
- Acidification des océans (impacts sur les productions côtières – niveau sonore des océans)
- Altération de la « pompe biologique à CO<sub>2</sub> »

IMPACT OF ELEVATED CO<sub>2</sub> ON MARINE COCCOLITHOPHORIDS



a-c: pCO<sub>2</sub> about 300 ppm  
d-f: pCO<sub>2</sub> about 780-850 ppm

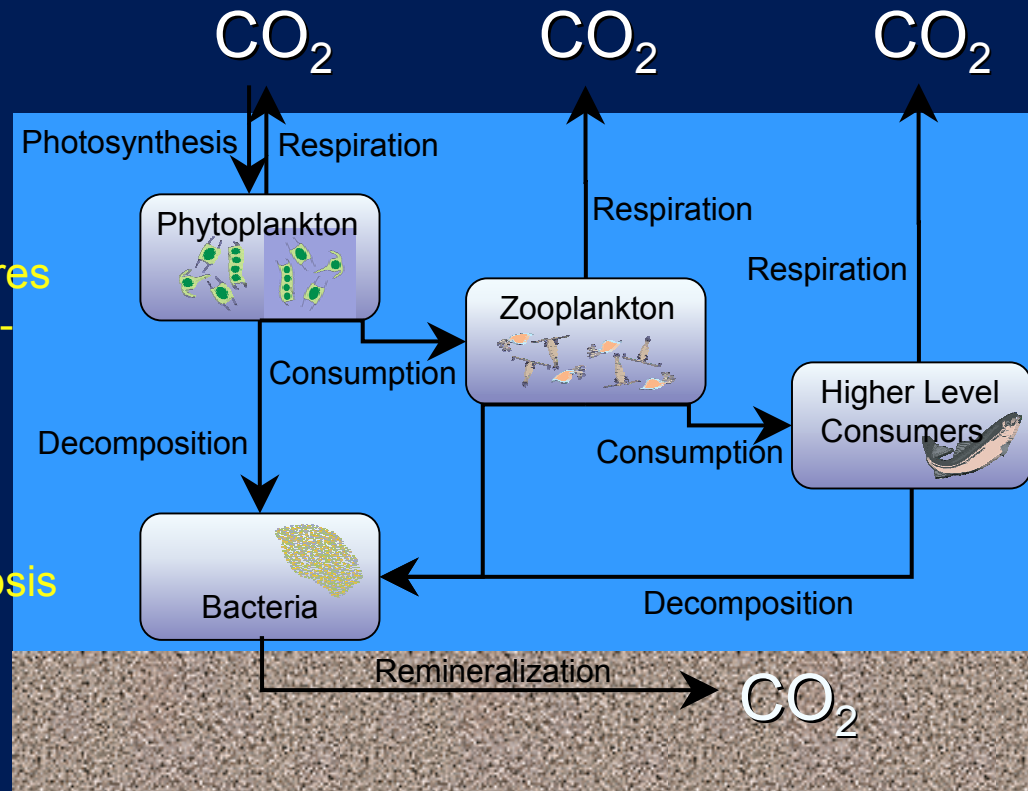
a,b,d,e: *Emiliania huxleyi*  
c,d: *Gephyrocapsa oceanica*

Riebesell et al. (2000)

# Scenarios pour le futur ....

Continuité des augmentations thermiques.....(variabilité ...)

- Augmentation des fréquences de tempêtes (implication sur infrastructures et disponibilité accrue de sels nutritifs-blooms cyanobactéries)
- Augmentation du nbre d'espèces exotiques (santé publique - algues toxiques: Ciguatera à Malte- *Ostreopsis ovata* côte ligure)
- Adaptation/Disparition d'Sp.
- Acidification des océans (impacts sur les productions côtières – niveau sonore des océans)
- Altération de la « pompe biologique à CO<sub>2</sub> »

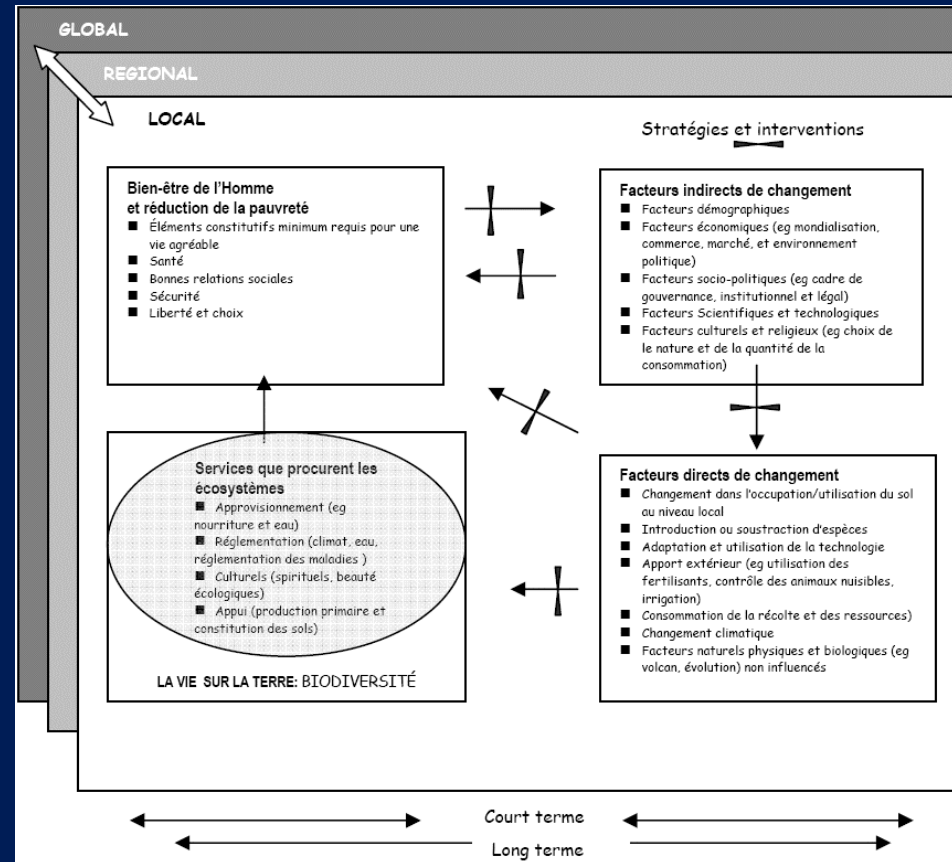


# Scenarios pour le futur ....

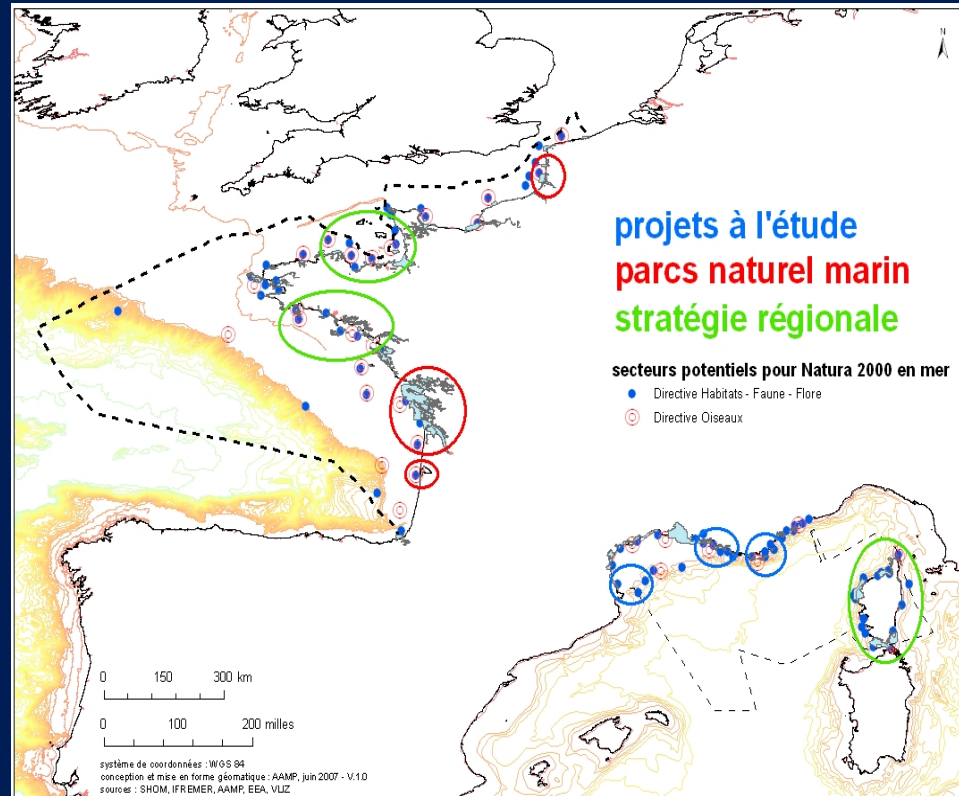
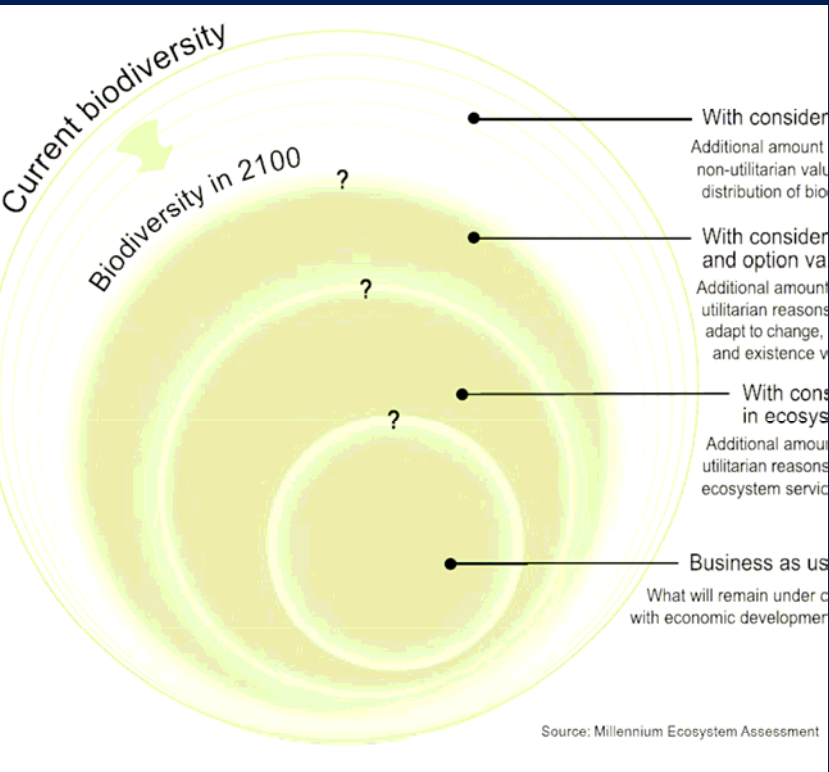
## Altérations des Services Ecosystémiques (MEA, 2001)

Biodiversité est le support des services rendus par la nature

- Services: 60% se détériorent (+menacés : renouvellement des réserves halieutiques & production d'eau douce)
- Dégradation plus importante au cours des 50 dernières années qu'au cours du reste de toute l'histoire de l'humanité (plus importante dans les 50 ans à venir).
- Causes majeures de perturbations:
  - Disparition et dégradation des milieux naturels
  - Surexploitation des ressources naturelles
  - Introductions d'espèces exotiques
  - Changements globaux



# Scénarios pour le futur .... Et quelles options de gestion face aux changements ???



Evolution de la biodiversité selon MEA (fct niveau de prise en compte des services ... des valeurs marchandes à non marchandes...)

Agence Nationale des Aires Marines Protégées – de... 0.97% à 10% des espaces marins !

Colloque HydroEcologie Clamart, 10-08  
Changements Globaux & Hydrosystèmes