

Biodiversité marine état et pressions

P. Gouletquer
Directeur Scientifique Adjoint
Coordination Biodiversité
IFREMER





**Cadres Conceptuels
MEA (2005) & MAE (2013)**

Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (MEA 2005)

- Evaluation mondiale de l'état de l'environnement (coordination de 1400 scientifiques...)
 - Biodiversité est le support des services rendus par la nature (connus et futurs e.g., pêcheries / apprvt.) !
 - Bilan 60% des services écologiques détériorés - Dégradation plus importante au cours des 50 dernières années qu'au cours du reste de toute l'histoire de l'humanité
 - Causes majeures de perturbations identifiées : (1) Disparition et dégradation des milieux naturels, (2) Surexploitation des ressources naturelles, (3) Introductions d'espèces exotiques, (4) Changement global
- Objectifs = Arrêt des pertes de biodiversité (actuellement plus de 300 espèces marines sont considérées en danger)



CONDITIONS DU BIEN-ÊTRE HUMAIN

Sécurité

- DES PERSONNES
- D'ACCÈS AUX RESSOURCES
- FACE AUX CATASTROPHES
- ...

Biens de première nécessité

- MOYENS D'EXISTENCE
- NOURRITURE À SATIÉTÉ
- ABRI
- ACCÈS AUX BIENS

Santé

- FORCE
- ÉPROUVER DU BIEN-ÊTRE
- ACCÈS À L'AIR PUR ET À L'EAU POTABLE

Tissu social sain

- COHÉSION SOCIALE
- RESPECT MUTUEL
- SOLIDARITÉ

Liberté de choix et d'action

ÊTRE EN SITUATION DE SE RÉALISER AU TRAVERS DE SES PROPRES TALENTS

Philippe Gros – Ifremer

Source: Millennium Ecosystem Assessment

COULEUR DES FLÈCHES
potentiel de modulation
d'ordre socio-économique

- faible
- moyen
- élevé

ÉPAISSEUR DES FLÈCHES
intensité des liens entre services
écosystémiques et bien-être humain

- faible
- moyenne
- forte

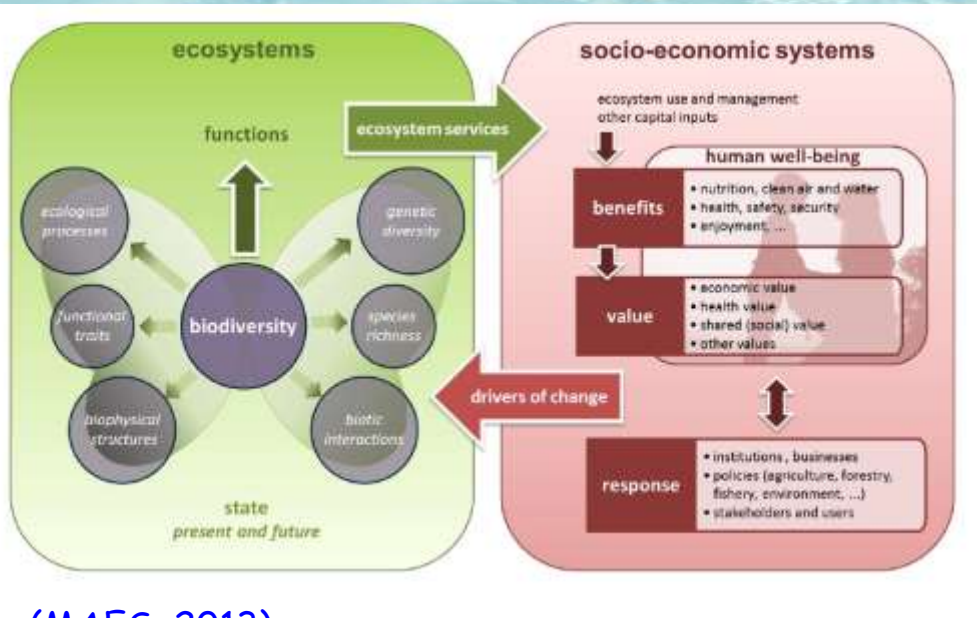
source : **Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire (2005)**



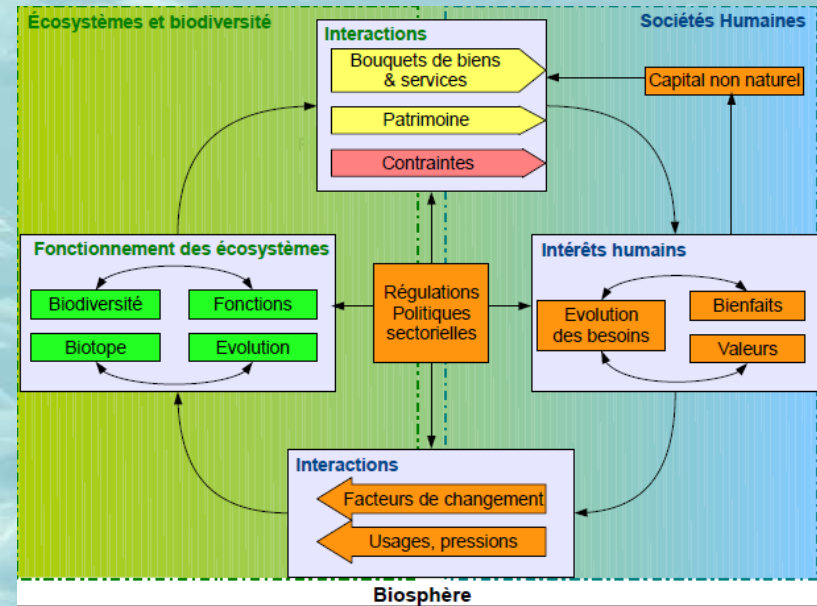
Evaluation Française des Ecosystèmes & des Services Ecosystémiques ("EFESE")

- Approche européenne complémentaire:
 - Projet MAES 'Mapping & assessment of ecosystems & their services' (MAES, 2013)
- Déclinaison française - Projet EFESE (2014):
 - Améliorer Pilotage & intégration des politiques nationales de biodiversité dans les politiques sectorielles
 - Synthèse des données disponibles - tendances d'évolution des écosystèmes & services
 - Quantifier la valeur économique des services écosystémiques
 - Formaliser une méthodologie opérationnelle et normalisée pour mener ces évaluations et intégrer les valeurs dans les systèmes de comptabilité

EFESE (2014)



(MAES, 2013)



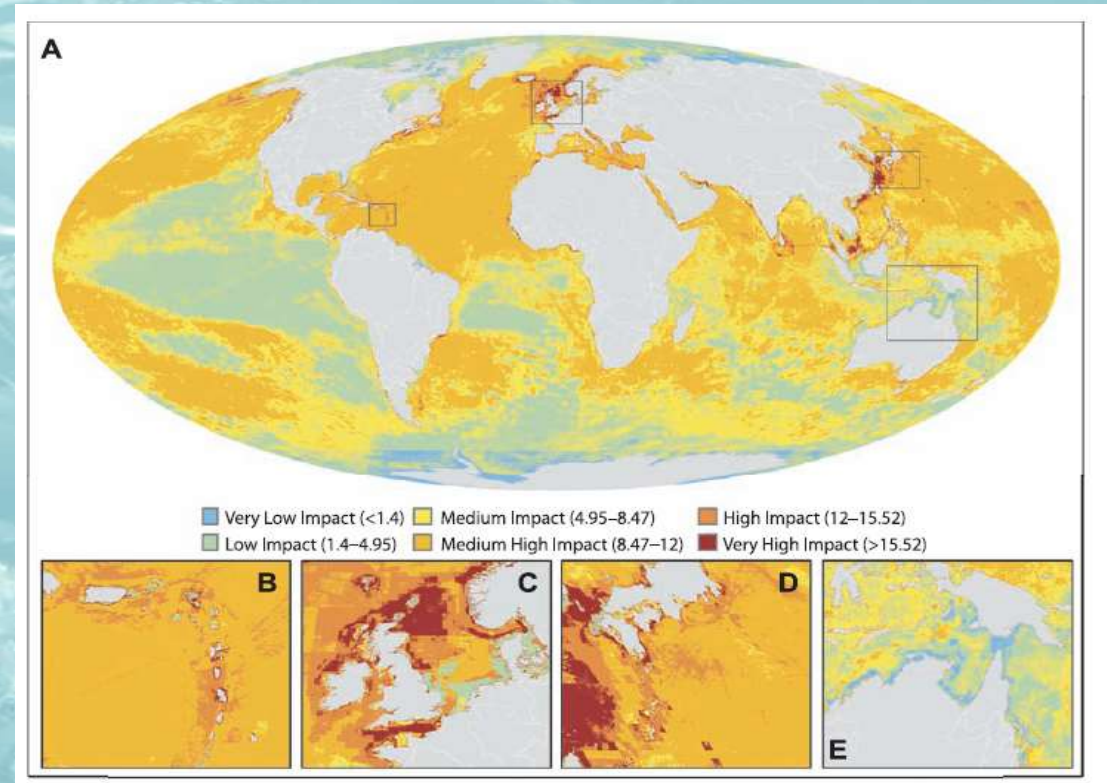
Nouvelles Notions

- Bouquet de services (plusieurs services interagissant)
- « Biens » (= services d'approvisionnement évalués économiquement)
- Marchands vs Non Marchands
- Seuils durabilité = évite la maximisation de valeur d'un service au détriment de biodiversité et/ou résilience

Situation globale de la biodiversité marine

Des espèces emblématiques mais surtout l'ensemble des interactions entre les espèces qui permet le fonctionnement des écosystèmes ! ...un monde peu connu, à découvrir, à préserver et à exploiter durablement

Biodiversité spécifique : # 250 000 espèces marines décrites (#15% de la biodiversité mondiale) ; # 1300-1500 sp nouvelles par an (9,7% des descriptions annuelles)



1ère Carte globale des impacts cumulés de l'homme sur les océans (Halpern et al., 2008)

6ème extinction ou modification profonde des services écologiques fournis par celle-ci ?

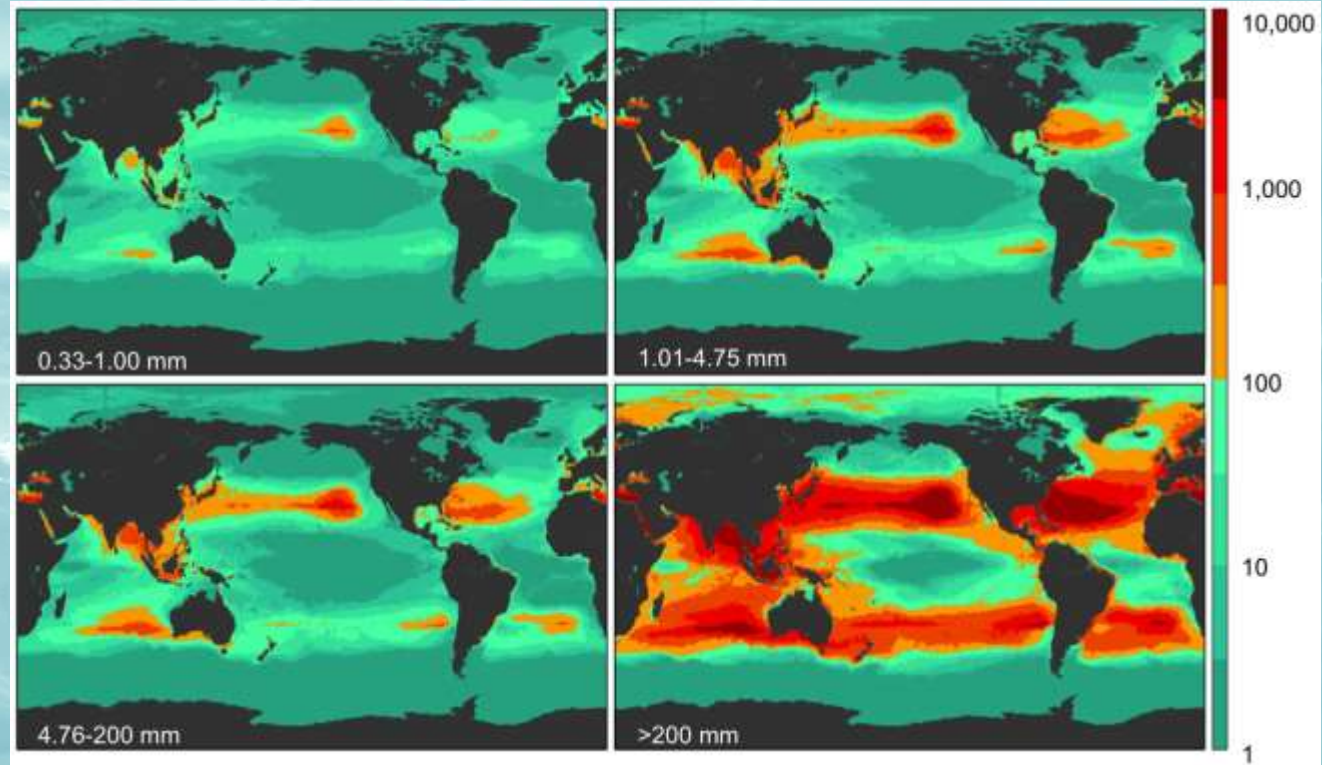


**Pressions exercées sur la
Biodiversité Marine**

Dégradation des Habitats Naturels

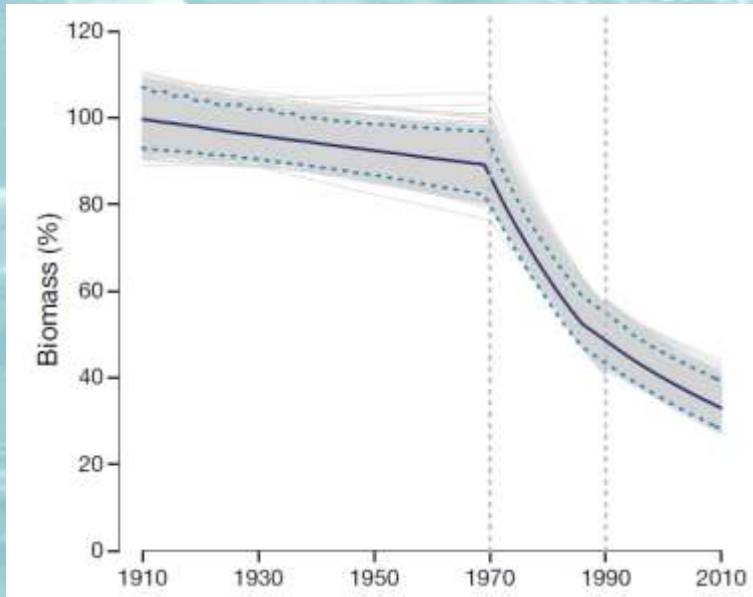
- 5,25 trillions de particules de plastique pour un poids de 268 940 tonnes dans les Océans

- Disparition des particules fines (<4,75mm) de la surface lors des processus de fragmentation (facteur 100)

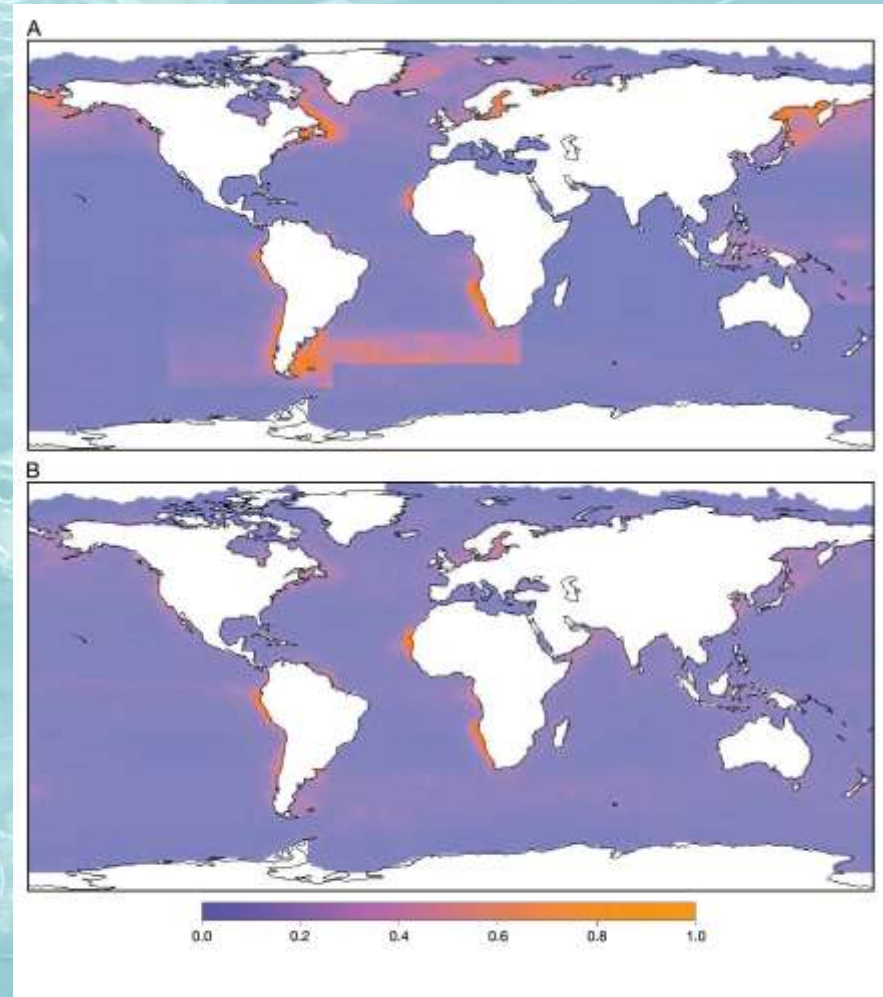


Modélisation de la répartition des particules de plastique dans les océans (en poids g.km²) selon 4 classes de taille (Eriksen et al., 2014)

Surexploitation des Ressources Naturelles



Effondrement des biomasses de poissons prédateurs depuis les années 1970s....



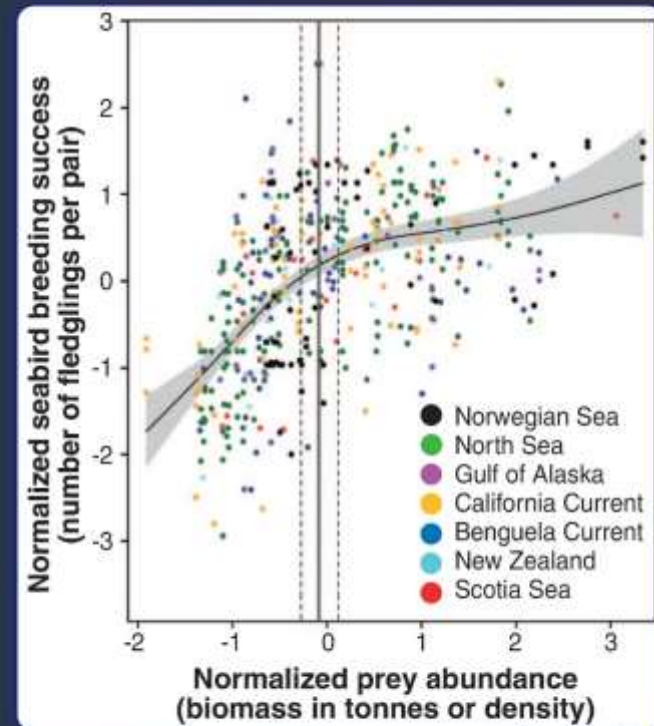
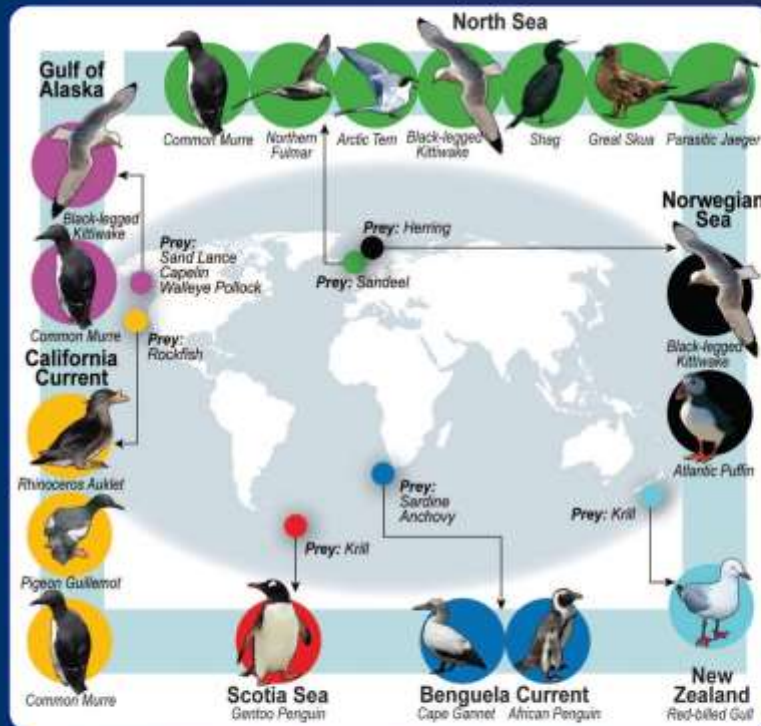
Evolution de la répartition spatiale de la biomasse de poissons prédateurs entre 1950 (A) et 2010 (B)
(Christensen et al., 2014)

Surexploitation des Ressources Naturelles

Dépendance du succès reproductif des oiseaux marins vis-à-vis de l'abondance de leurs proies (*'forage fish'*)

Ph. Cury *et al.*,
Science (2011)

Méta-analyse de 19 séries à long terme. Données en chacun des 9 sites répartis dans 7 écosystèmes : (i) abondance locale de *forage fish*, (ii) succès reproductif des prédateurs (14 espèces d'oiseaux)



Philippe Gros - Ifremer

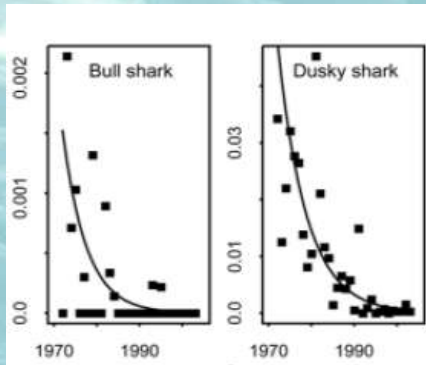
The *'one-third for the birds'* empirically derived management rule: descendance des oiseaux vs. *forage fish*, avec rupture de pente au niveau de la biomasse moyenne des proies (~ 30% du maximum observé)

Effet en cascade des pêcheries de grands prédateurs marins sur l'écosystème & la biodiversité... (Myers et al., 2007)

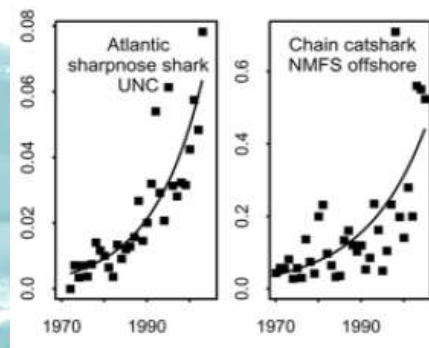


Ouest Atlantique
USA

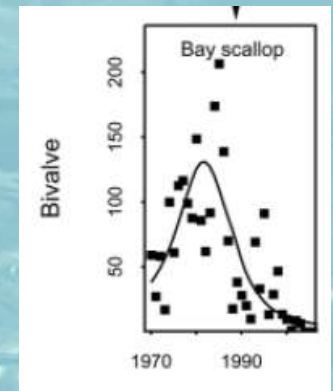
Requins



Raies-Roussettes



Coquilles St Jacques



Effets 'TOP-DOWN' - IMPORTANCE DES INTERACTIONS et d'une approche écosystème !

Introduction d'Espèces Exotiques Invasives

Principaux vecteurs d'introduction : Transport Maritime [Eaux & sédiments de ballasts] & Aquaculture

Impact monétaire annuel estimé au niveau européen = 11.4 Milliards €/an (1.8 contrôle, 9.6 dommages)

Pertes de revenus en aquaculture & pêche >150 millions/an

Coûts extrapolés = 19,1 Milliards/an (DAISIE, 2008)



- > 1,000 espèces exotiques identifiées
- Mer Méditerranée = Région la plus touchée avec 1 sp toutes les 6 semaines (2,5 /an en Irlande!)
- France >350 sp

Introduction d'Espèces Exotiques Invasives eaux & sédiments de ballasts

Bateaux ne peuvent pas naviguer à vide !...: XIXème siècle = ballasts solides (e.g., sable, pierre) / introductions de faune & flore terrestre XXème siècle apparition des coques en acier avec ballasts liquides / introductions invertébrés, algues, poissons...)



1er problème identifié avec *Biddulphia sinensis* en Mer du Nord (1903)
!

Premières discussions internationales (années 1970s)

10 Milliards Tonnes transférés à l'échelle mondiale (+460% - 1960)

Moule Zébrée (*Dreissena polymorpha* & *Dreissena sp.*) aux USA (origine européenne) -1990- introduction Grands Lacs américains - colonisation de la moitié des cours d'eau américains - Perturbations majeures de l'écosystème & impacts sur les activités humaines - Coûts plusieurs M\$/an.



Gastéropode asiatique prédateur -Baie de Chesapeake, USA *Rapana venosa* (>15cm longueur) - Impacts sur les pêcheries & risques sur les aménagements des populations d'huîtres...



Cténophore *Mnemiopsis leydii* - plancton gélatineux en Mer Noire, Mer Méditerranée (Méditerranée, Mer Noire, Mer d'Azov, Mer Caspienne, Mer de Marmara, Mer de Marmara, Mer de Marmara, Mer de Marmara)

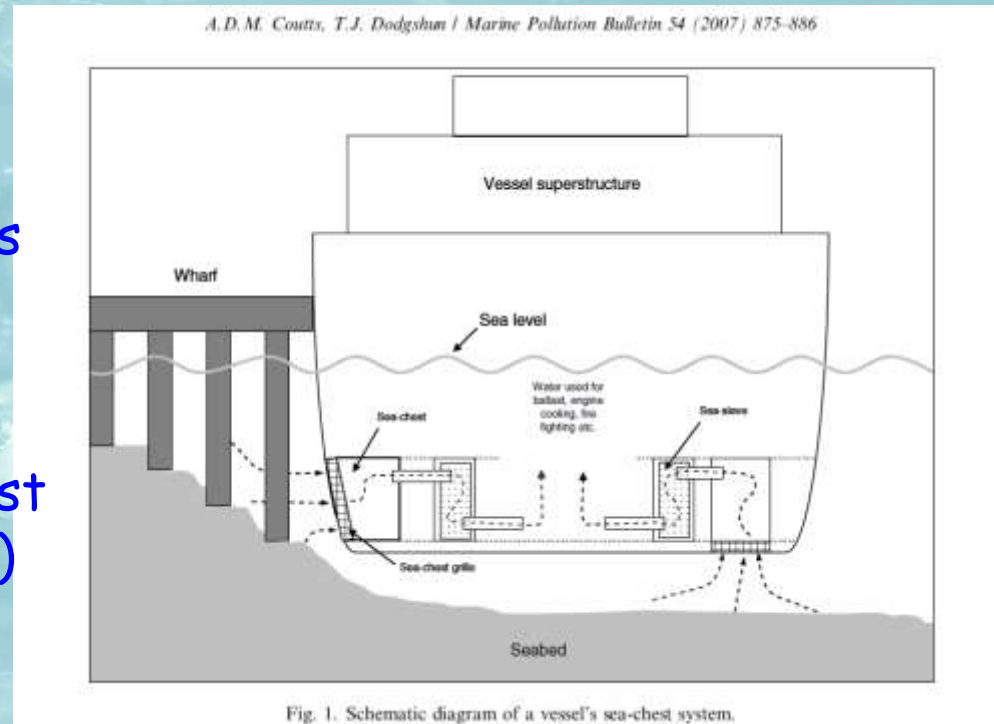
Eaux-Sédiments de Ballasts & 'Sea-Chests'

En France, >22M m³/an sans aucun traitement:

- Risques potentiels élevés, y compris en santé publique
- Proximité des zones conchylicoles avec des risques de transferts secondaires...
- Consensus au niveau scientifique
- Signature de la Convention Ballast Water Management (BWM - IMO) en 2004, pas encore appliquée...!

Seuils = 30 pays & 35% du tonnage mondial

- 2011 : 28 états & 25,4%
- 2012: 36 états & 29,07%
- 2013: 37 états & 30,32%
- 2014: 40 états & **30,25%**
- 2015: 43 états & 32,54%



Transferts d'espèces pas uniquement via les ballasts mais également par les compartiments 'Sea Chests' qui abritent des espèces de plus grande taille (>5mm)

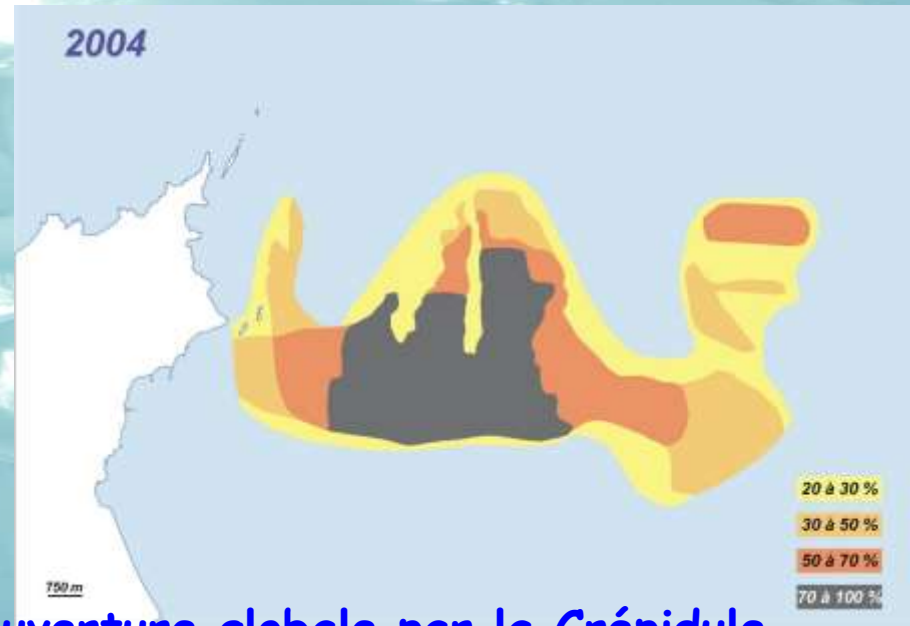
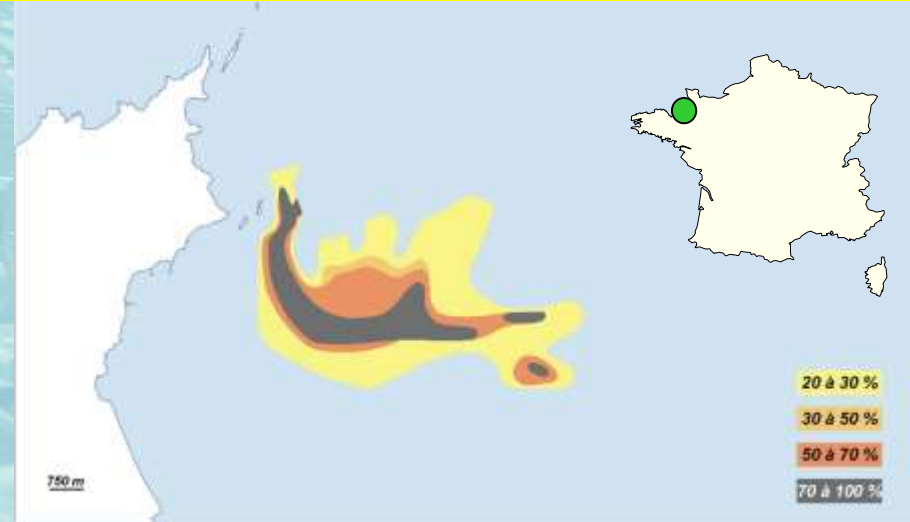
..... et la navigation de plaisance.....!!!!!!

Introduction Sp. Invasives: la crépidule

Tendance globale

- 100 000 t. en 1996
- 150 000 t. en 2004
- 50 % d'expansion spatiale en 8 ans

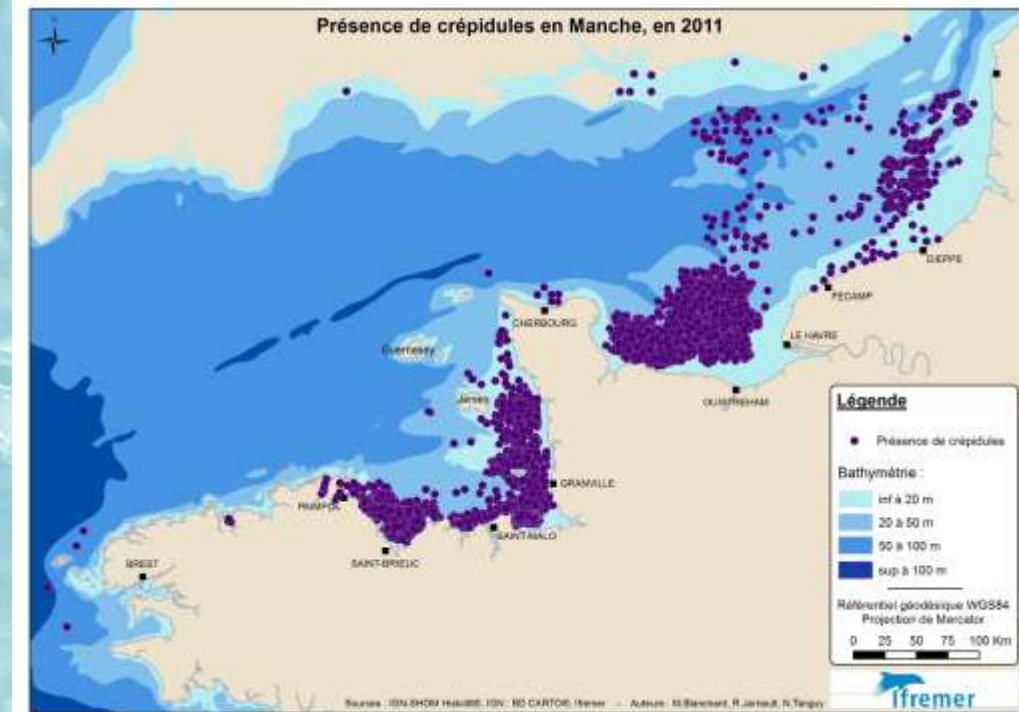
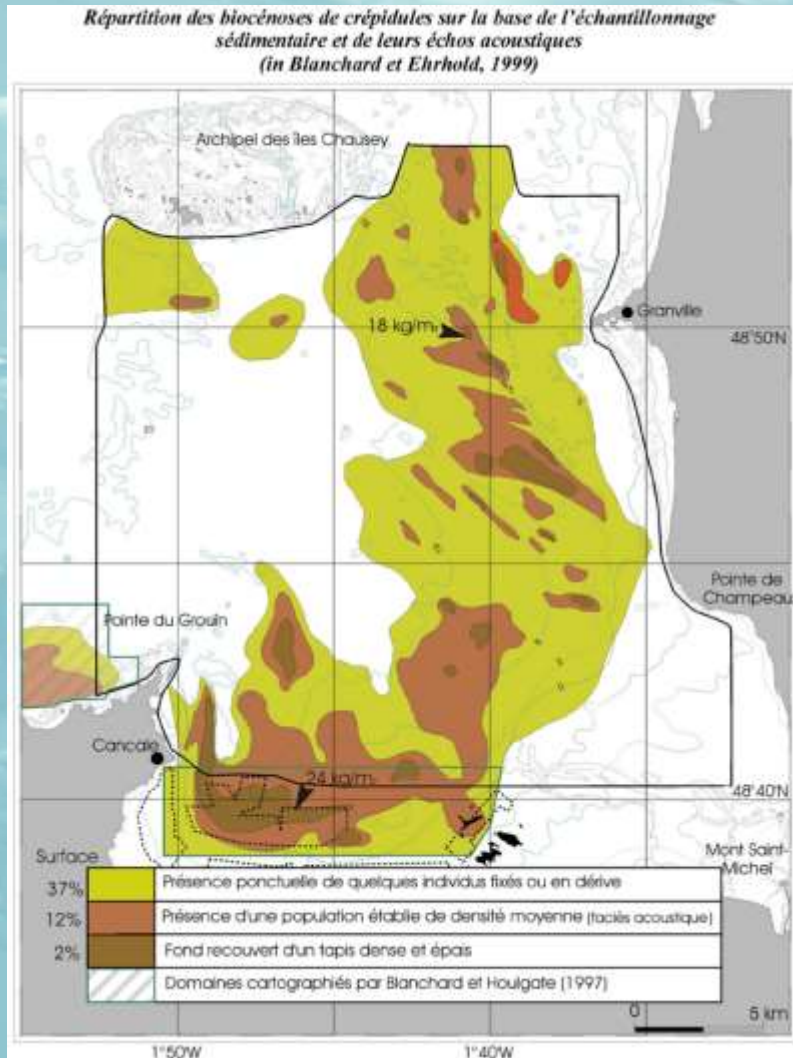
-Hamon, 2008 - Blanchard et al, 2008



Sédiments anoxiques associés à une couverture globale par la Crépidule

Introduction Sp. Invasives: la crépidule

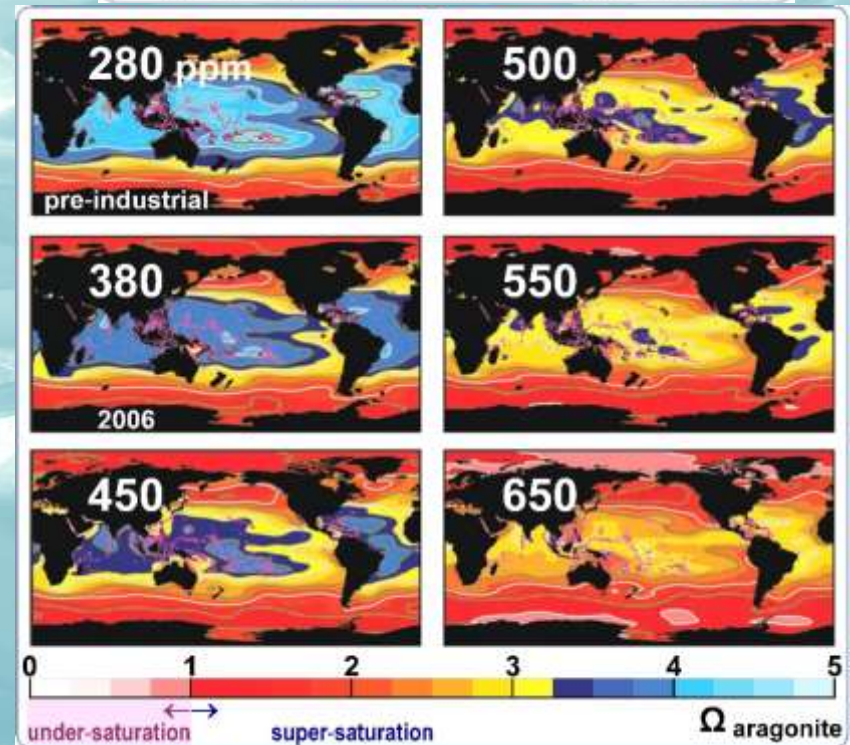
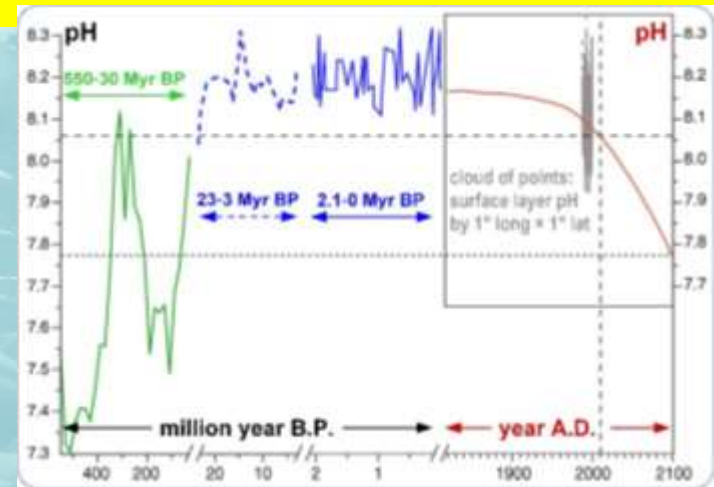
Distribution de *Crepidula fornicata* en Manche depuis 20 ans (Blanchard et al., 2011)



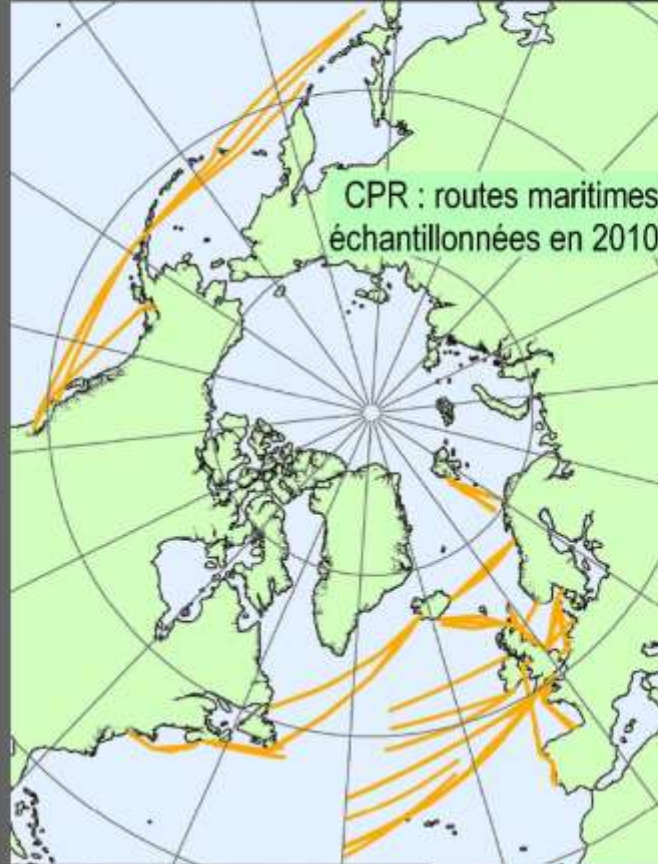
Total = 200 000 t. de biomasse autour des Iles Chausey (Blanchard et Ehrhold)

Changement Global : l'acidification des océans...

- Evolution du pH océanique à 2100 selon le scénario A2 GIEC d'émission (Pelejero et al., 2010)
- Réduction majeure en zone de couleur bleue ($\Omega_{\text{arag}} > 3.25$), où la presque totalité des communautés peu profondes des récifs coralliens se développe normalement aujourd'hui (Hoegh-Guldberg et al., 2007)
- Interactions pCO₂ avec la toxicité des microalgues !!! (PseudoNitschia sp. Q acide domoïque=fct niveau (Phosphates & pCO₂) (Sun et al., 2011)



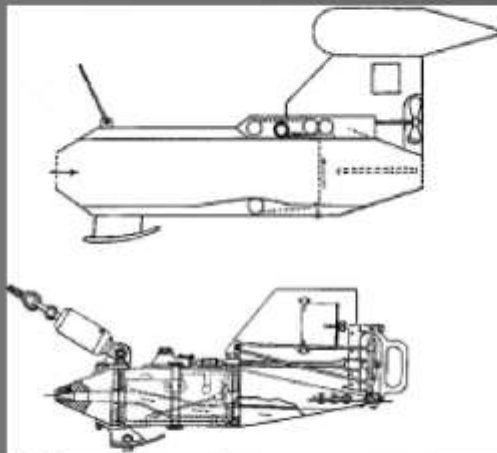
Observation à long terme de la biodiversité planctonique : le "Continuous Plankton Recorder" survey – CPR survey, depuis 1931



À l'origine conçu pour élucider la variabilité des ressources halieutiques, devenu aujourd'hui un système d'observation de l'écosystème pélagique intégré au GOOS, *Global Ocean Observation System* (avec *sister surveys* CPR dans l'Océan austral)

NB : dans le Pacifique oriental, depuis 1949, le programme US *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations*, CalCOFI

sources : PC Reid et al, *Prog Oceanogr* (2003), GC Hays et al, *TREE* (2005), SAHFOS (2011)



Philippe Gros – Ifremer

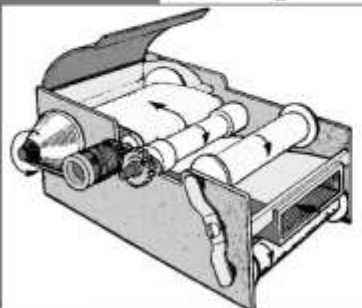
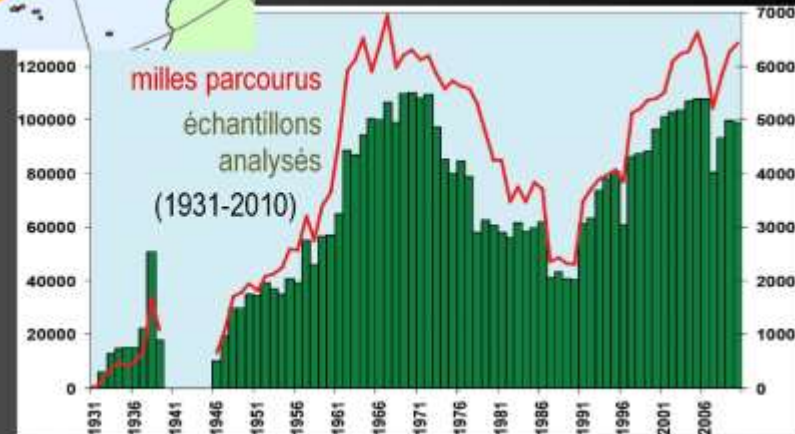


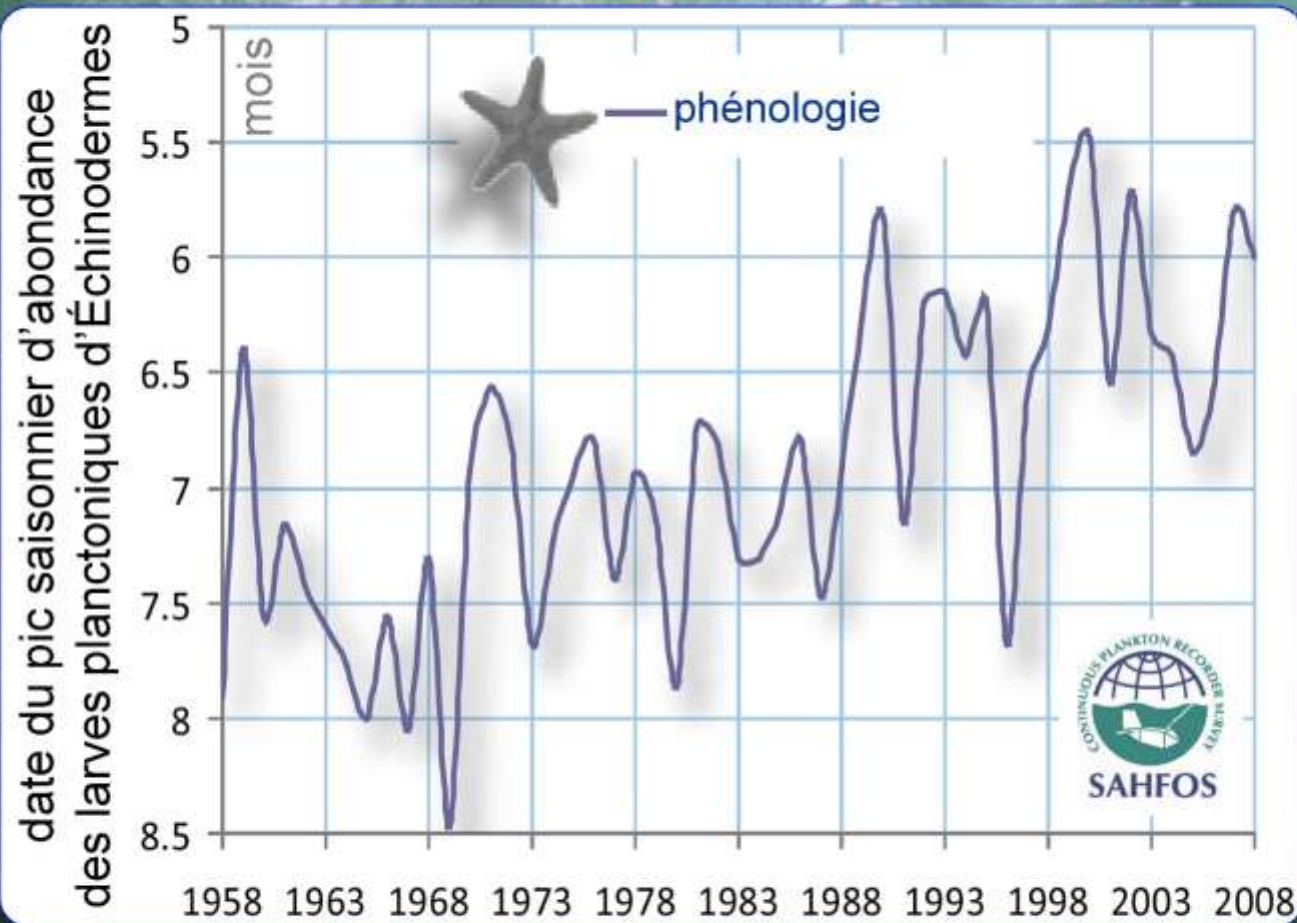
Photo : Alistair Hardy (1896-1985) et le CPR (type I) à bord du Discovery.
Plans de profil : CPR type I et type II.
Dessin : boîte PSM (*plankton sampling mechanism*), trajet de la soie utilisée pour filtrer l'eau échantillonnée.



Changements (1958-2008) de la phénologie des larves méroplanctoniques d'échinodermes en mer du Nord (55-58°N)

M. Edwards *et al.*, 2010

1^{er} mai

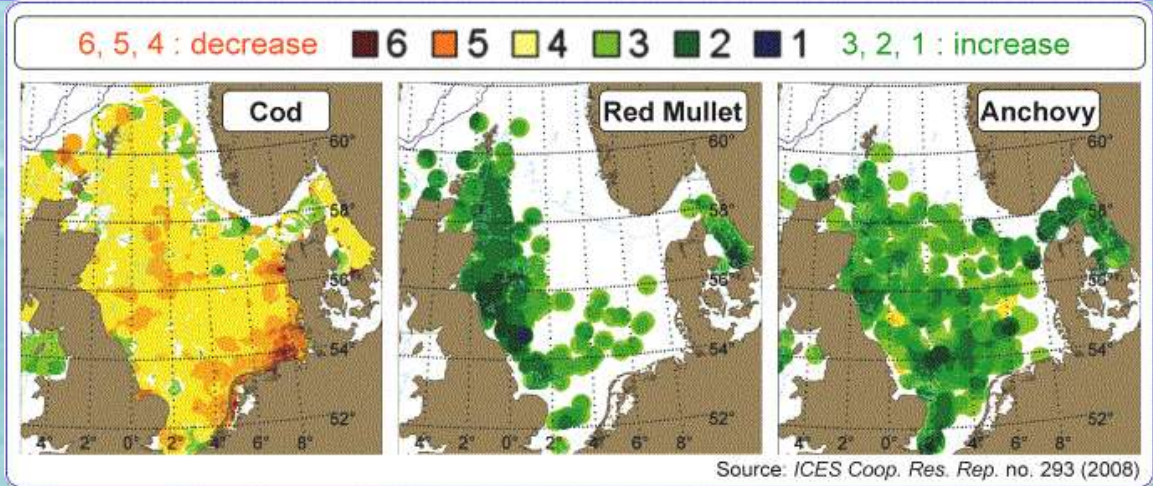
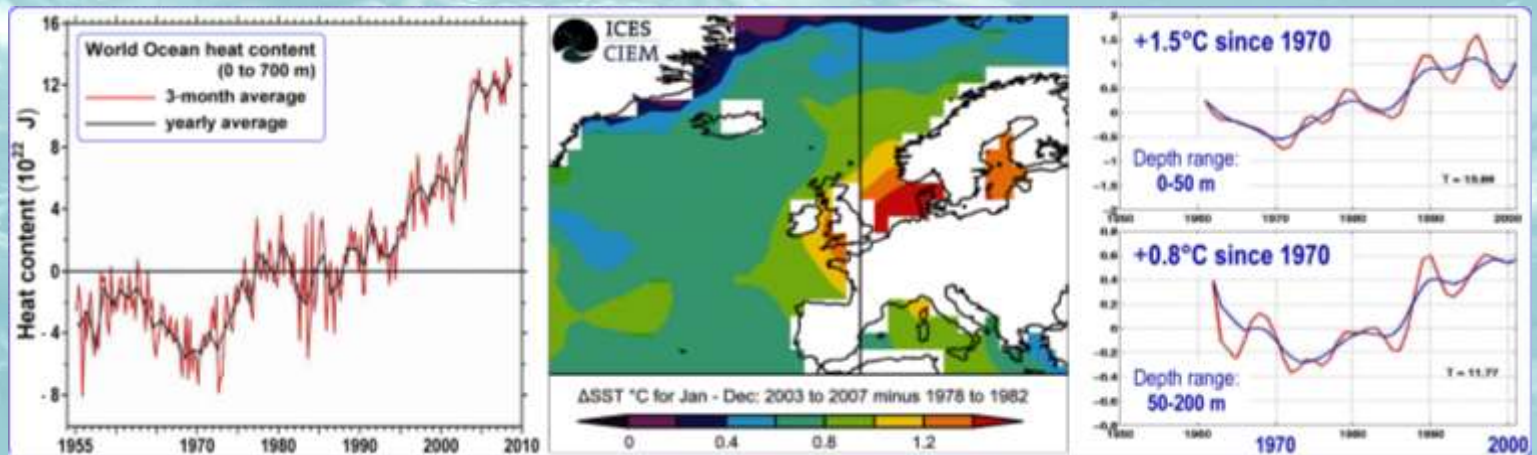


15 août

L'axe des ordonnées englobe une période de 3 mois et demi (de haut en bas : du 01.05 au 15.08). Le pic saisonnier d'abondance des larves d'échinodermes (oursins, étoiles de mer) tend à apparaître de plus en plus précocement dans la communauté planctonique (<http://www.sahfos.ac.uk/publications/annual-reports.aspx>)

Philippe Gros - Ifremer

Effets du Changement Global dont climatique...



Source: ICES Coop. Res. Rep. no. 293 (2008)

Abondance de 3 espèces de poisson entre les périodes 1977-1989 et 2000-2005.
Gadus morhua (sp. Boréale-limite sud de répartition autour des Îles Britanniques et à l'ouest de Bretagne), surexploitée par la pêche en mer du Nord. Rouget *Mullus surmuletus*, sp. lusitanienne (Norvège à N-WAfrique englobant Méditerranée & Mer Noire. Anchois *Engraulis encrasicolus* (Sp.pélagique - affinités subtropicales) (Tasker, 2008)

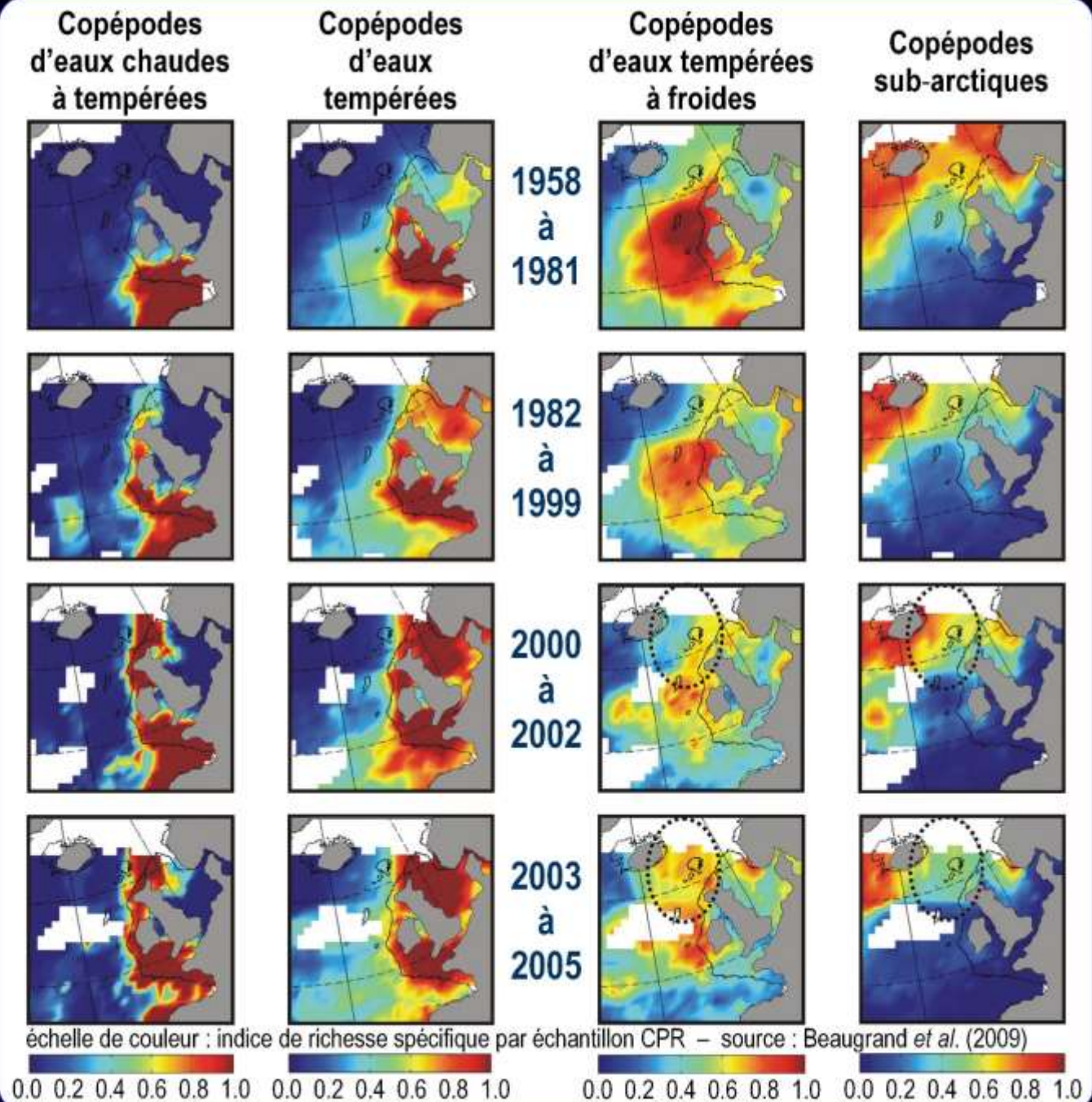
Changement en 48 ans de la répartition d'abondance (échelle de couleur) de quatre groupes de Copépodes en Atlantique nord-est

Deux colonnes de gauche : groupe des espèces d'eaux chaudes à tempérées, et groupe des espèces tempérées, qui progressent vers le Nord d'environ 10° de latitude.

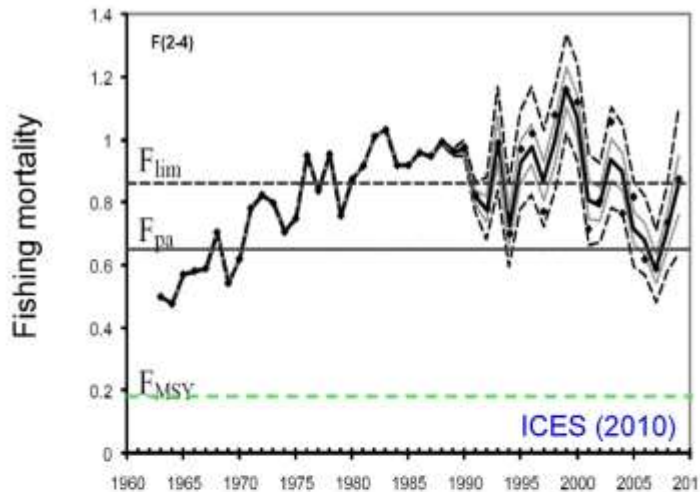
Deux colonnes de droite : durant la même période, l'aire occupée par les espèces d'eaux tempérées à froides et les espèces subarctiques s'est rétrécie.

Beaugrand *et al.* (2009b), mise à jour des résultats de Beaugrand *et al.* (2002a,b) et de Beaugrand (2005, 2009a).

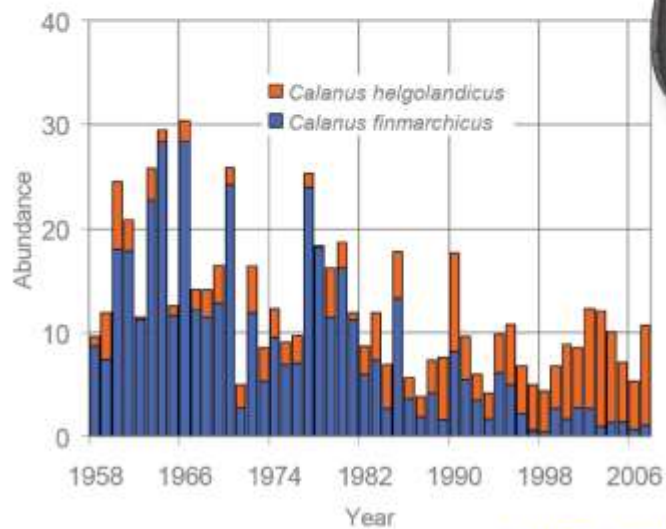
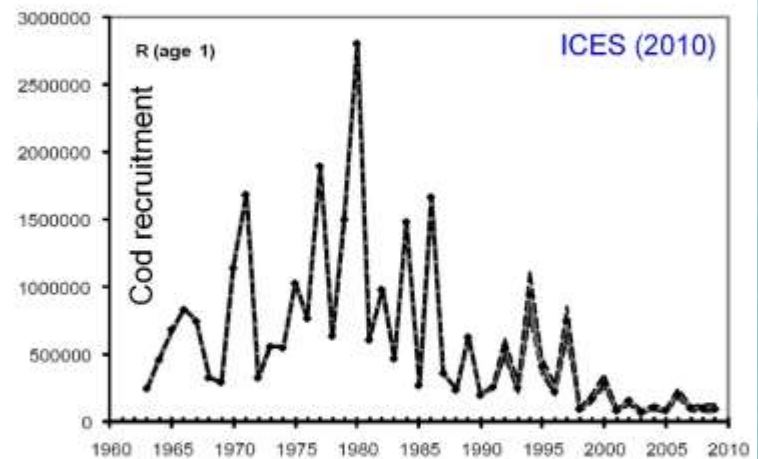
Philippe Gros – Ifremer



Influences combinées de la pêche et du climat : l'exemple de la morue de mer du Nord



Déclin de la morue
en mer du Nord
1980 → actuel



SAHFOS (2008)

Effets conjugués de la
surexploitation et d'un
mismatch trophique

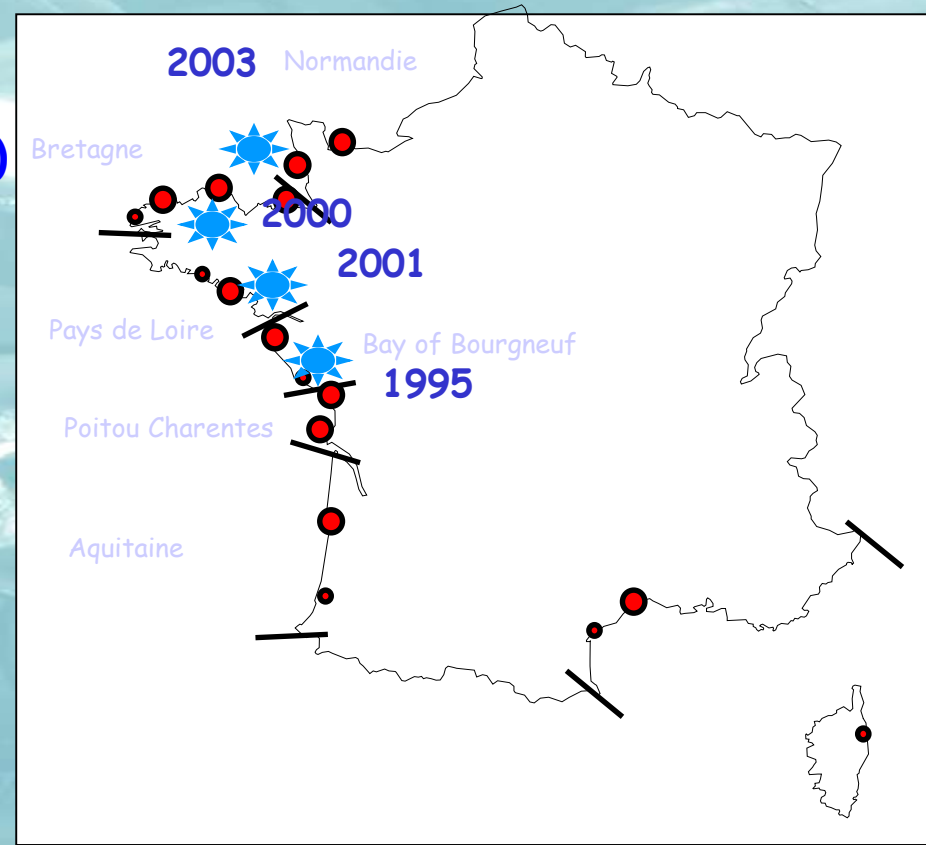
Interactions activités anthropiques et changement climatique

Risques associés aux transferts d'espèces et activités aquacoles

- Introductions d'espèces associées (e.g. pathogènes - *Bonamia* sp. sur l'huître plate)...
- Interactions changement climatique et transferts de coquillages....
- 1ère détection du gastéropode prédateur *Ocenebrellus inornatus* (1995)
- Introduction initiale remonte à plus de 40 ans en // de l'introduction de *C. gigas* (vecteur) à partir des USA
- Invasion le long des côtes françaises par changement climatique (effet seuil 90s') et transferts de coquillages....

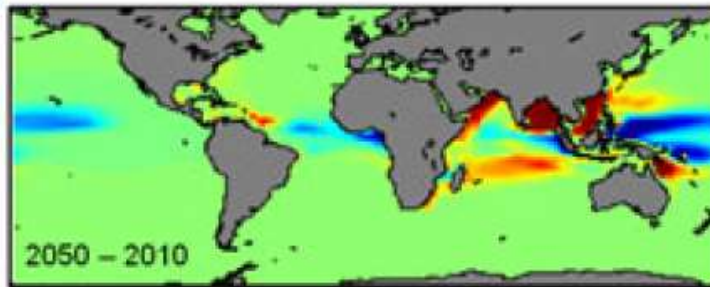


Martel et al,
2004

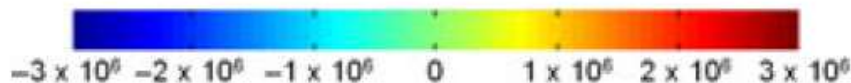
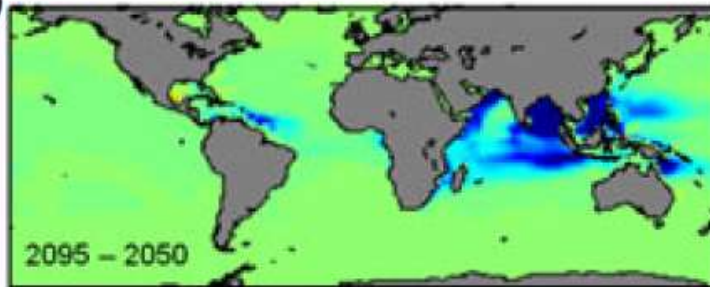


Effet du changement climatique sur l'abondance et la répartition du thon Listao

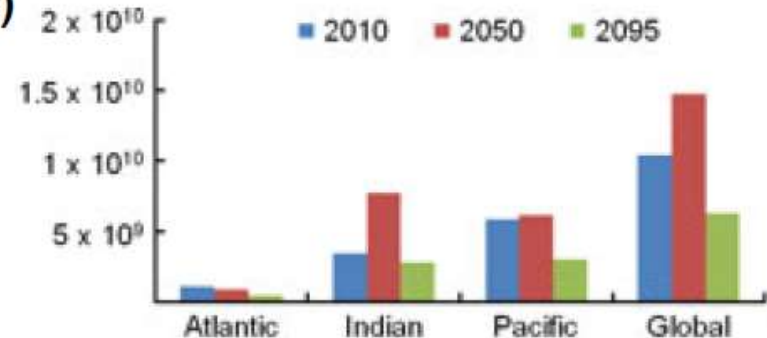
(a)



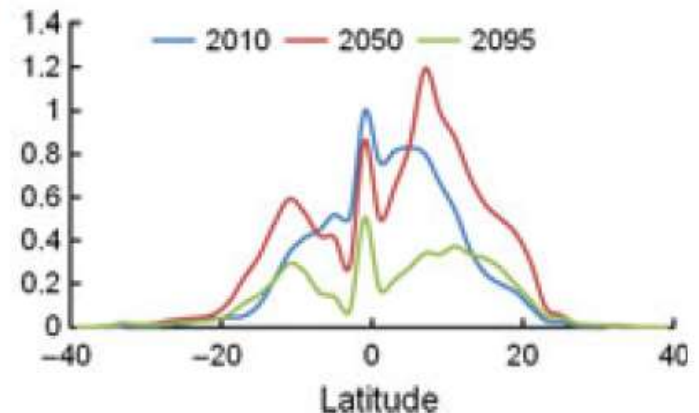
(b)



(c)



(d)



Anomalies de biomasses de thons en sub-surface (0-10m).
Migration du thon vers les zones sub-tropicales d'ici à 2050 et
dégradation générale des habitats au-delà (Dueri et al., 2013)



**Comment inverser
les Tendances ?**

Scénarios de développement socio-économique

croissance démographique, consommation d'énergie fossile, approvisionnement alimentaire, urbanisation, etc.

exemples : scénarios du GIEC (SRES), du PNUE (GEO 4)

Projections d'évolution des moteurs des changements environnementaux

changement climatique (océan : réchauffement, acidification), pressions anthropiques (e.g., exploitation des ressources biologiques et minérales des écosystèmes marins), etc.

modèles climatiques globaux (couplés océan-atmosphère)

Projection des impacts sur la biodiversité marine

modification des habitats, changements au niveau des groupes fonctionnels

modèles couplés physique-biogéochimie, modèles de réseaux trophiques, etc.

changements aux niveaux espèces et populations

modèles de dynamique spatiale des populations (e.g., de niche), relations empiriques dose-effet, etc.

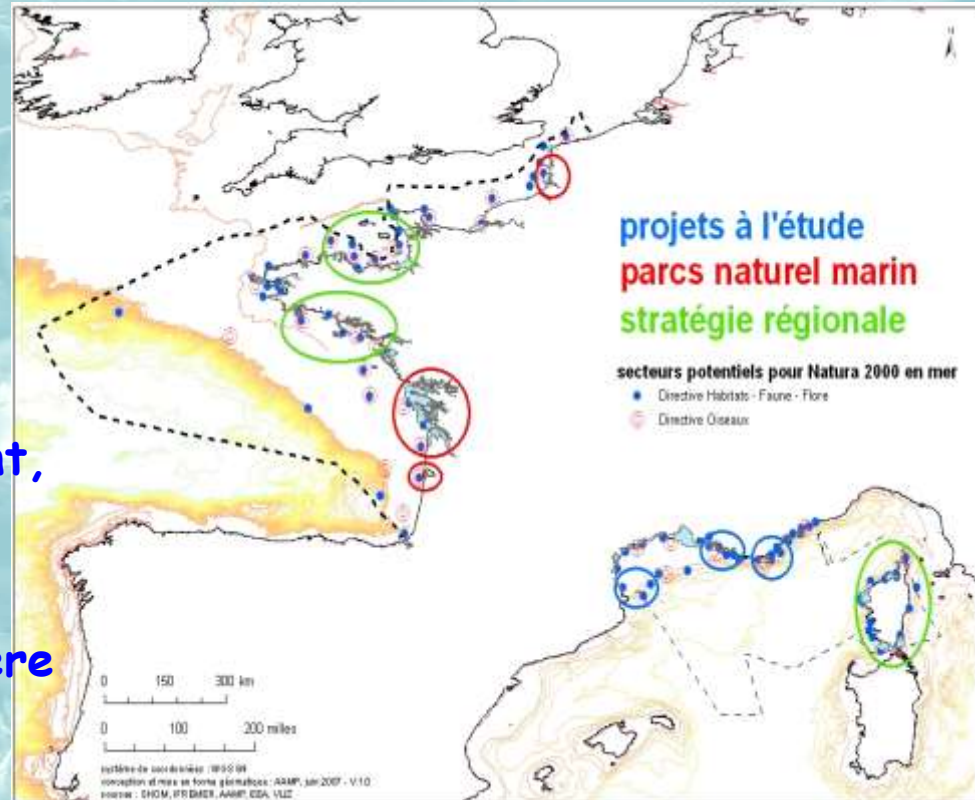
Projection des impacts sur les services écosystémiques

services support (e.g. prod. prim.), d'approvisionnement (e.g. ress. alim.), de régulation, culturels

modèles couplés physique-production primaire, de transferts trophiques vers les populations exploitées (pêche, aquaculture), etc.

Nouvelle Gestion des Espaces & des activités pour un maintien de la Biodiversité & des ressources

- Sensibilisation du Public
- Démarche réglementaire (PCP, DCE, DCSMM, OMI)...
- Conventions internationales (CDB, Droit de la Mer, IPBES) & régionales (OSPAR, Barcelone...) Climat....
- Protection de zones (cantonnement, récifs artificiels, AMP, Parcs Marins) (?)
- Gestion intégrée de la Zone Côtière
- Ecocertification des pratiques (aquaculture)....
- Objectifs du Grenelle Mer: de 10 à 20% d'AMPs dont 50% en réserve halieutique (! 11M Km²!)



*Stratégie Agence Nationale des Aires
Marines Protégées (Larroussinie, 2007
révisée 2012)
- 0.97% à 10%!*

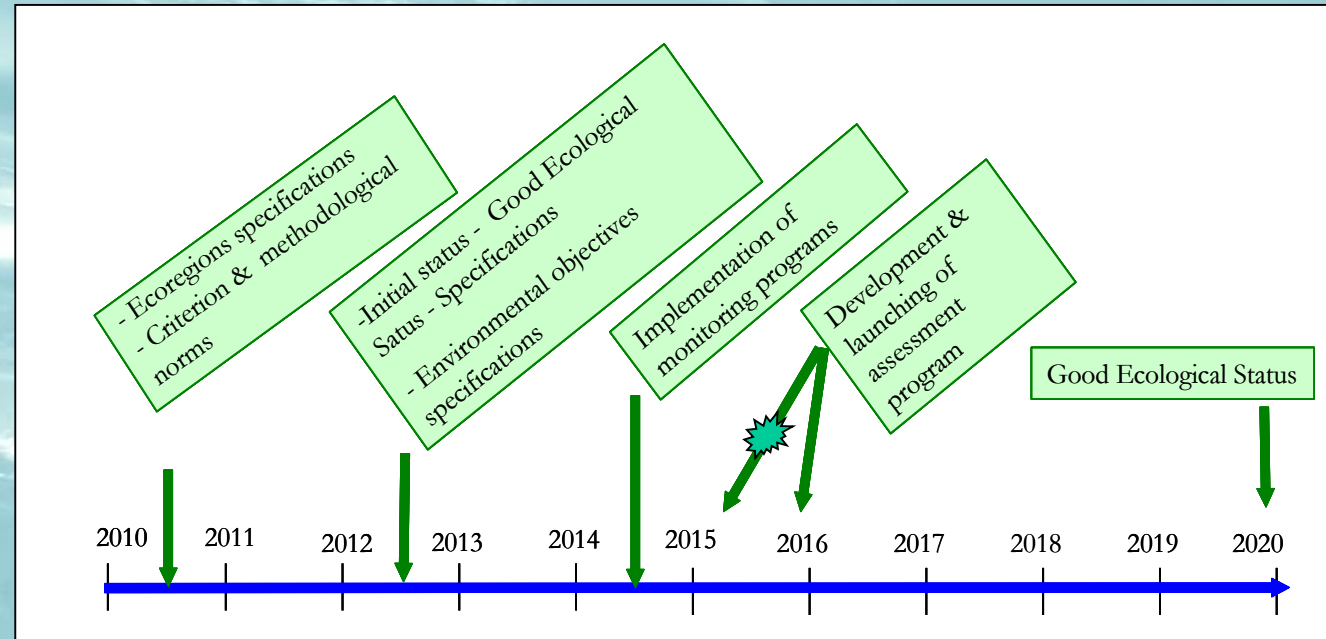
Directive Cadre Stratégie Milieu Marin - DCSMM

Plans d'Actions pour le Milieu marin (PAMM, art; L219-9 du code de l'Environnement) des sous régions marines françaises notifiées à UE (12/12) [en 5 volets]

- Etat Initial (rapports 2012)
- Définition du Bon Etat Ecologique (BEE)
- Objectifs environnementaux (OE) & indicateurs associés.
(A rendre opérationnels via les programmes de surveillance & de mesures/façade)
- Programme de Surveillance (2014-2015)
- Programme de Mesures associées (2015 mise en œuvre 2016) (objectif : atteinte du BEE en 2020 !)

Gouvernance de la Biodiversité & la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM)

D 1 Biodiversity
D 2 Exotics
D 3 Fisheries
D 4 Food webs
D 5 Eutrophication
D 6 Seafloor integrity
D 7 Hydrogr.
D 8 Contaminants
D 9 Cont. in seafood
D 10 Litter
D 11 Energy introduction (noise)



- Ensemble de la ZEE concernée
- Atteinte du « Bon Etat Ecologique » en 2020
- Nombreuses questions de recherche (critères, descripteurs, stratégies d'échantillonnage, indicateurs...)

Trame conceptuelle d'une invasion biologique (Olenin et al., 2011) & Règlement Européen

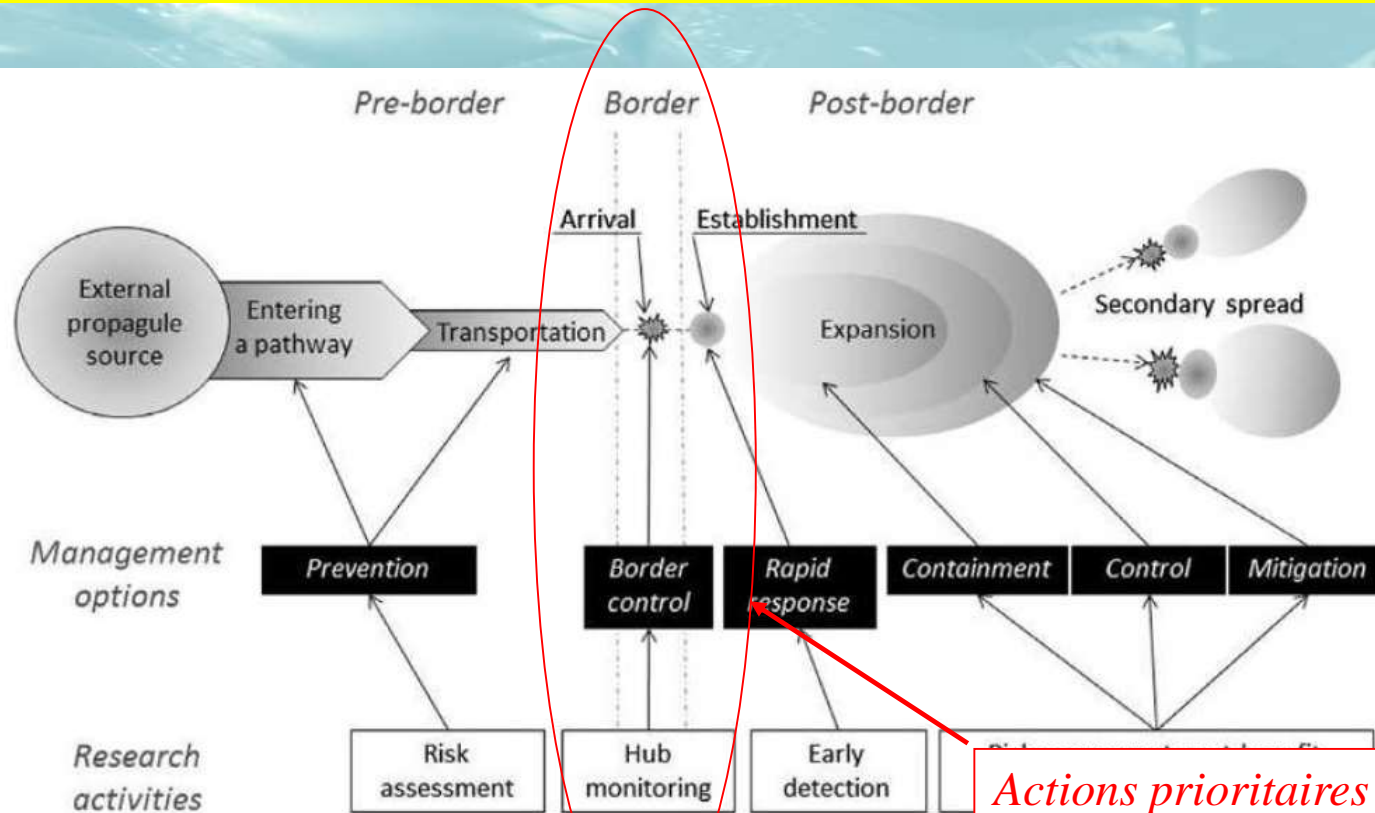


Fig. 1. A conceptual model of an invasion process (the size of shapes indicates a relative number of propagules involved) and related management options, and related research activities. The diagram is divided into Pre-border, Border, and Post-border stages. Management options include Prevention, Border control, Rapid response, Containment, Control, and Mitigation. Research activities include Risk assessment, Hub monitoring, Early detection, and Post-border management.

Actions prioritaires proposées dans la réglementation 2014 UE

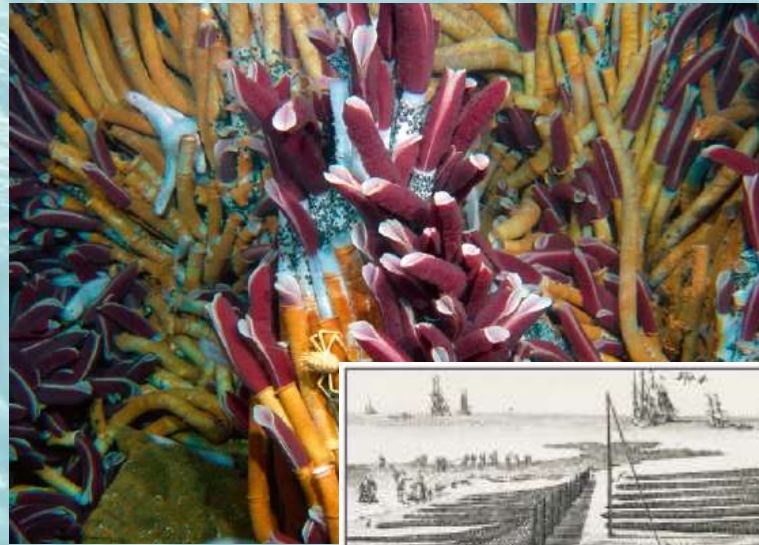
Problématiques & Challenges scientifiques pour la Biodiversité Marine

- (1) Définir & cataloguer les caractéristiques de la biodiversité marine et sa distribution géographique
- (2) Comprendre les processus écologiques & évolutifs de la biodiversité - interactions de ces processus avec les usages
- (3) Élucider les mécanismes par lesquels les composantes de la biodiversité influencent les fonctions des populations, communautés & écosystèmes & maintien des services écosystémiques
- (4) Comprendre & prévoir comment la biodiversité, les fonctions & services des écosystèmes répondent aux pressions humaines et environnementales & réponses anthropiques
- (5) Proposer des mesures incitatives, outils de gestion, procédés et politiques pour protéger, conserver ou restaurer la biodiversité de façon efficace. Etat & évolution des services rendus & évaluation des modalités de gestion



Conclusions

- Biodiversité marine source de richesses actuelles & futures..... mais peu connue & impactée avant même de connaître son rôle dans le maintien des services
- Impacts anthropiques encore peu évalués du fait de la complexité
- Changement global en cours impacte la biodiversité & les services écosystémiques
- Maintien de cette biodiversité pour garantir une durabilité des services écosystémiques (pas seulement alimentaires !)
- Approche écosystémique et globale plutôt que sectorielle (rôle des interactions !)
- Meilleure coordination entre les acteurs (recherche, décideurs, gestionnaires, public.... Cf. FRB - IPBES



Merci de votre attention !

