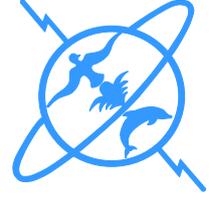




Université Mohammed V Agdal
جامعة محمد الخامس أكادال
Faculté des Sciences Rabat
كلية العلوم الرباط
Département de Biologie
شعبة البيولوجيا



COURS

MASTER BIOGECO

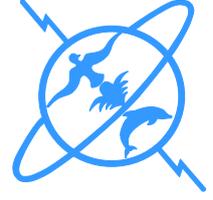
MODULE M2

ELEMENT 1 : Biologie Marine et Écotoxicologie

Pr. Mariam Naciri
Année Universitaire : 2013-2014



Université Mohammed V Agdal
جامعة محمد الخامس أكادال
Faculté des Sciences Rabat
كلية العلوم الرباط
Département de Biologie
شعبة البيولوجيا



Biologie Marine

Cours 1/ Les ressources biologiques marines

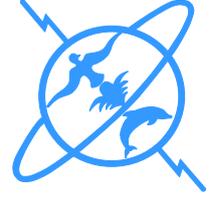
Cours 2/ Productivité de l'océan

Cours 3/ Les pêcheries océaniques

Cours 4/ La surpêche

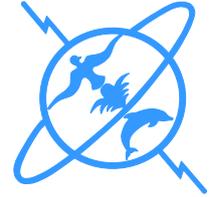
Cours 5/ Méthodes de gestion rationnelle des ressources biologiques

Cours 6/ L'optimisation des prélèvements des ressources océaniques



Première séance : Les ressources biologiques marines

- 1/ Les ressources marines vivantes
- 2/ Le développement durable
- 3/ La sensibilité d'une ressource marine :
 - a/ Diversité, c/ Résilience,
 - b/ Stabilité, d/ Production
 - e/Rendement.
- 4/ Les provinces maritimes
 - a/ 1/ Les eaux littorales et estuariennes
 - b/ Les eaux côtières et du plateau continental
 - c/ Les mers fermées et semi-fermées
 - d/ La haute mer et l'océan ouvert
 - e/ L'Antarctique
- 5/ L'état des ressources marines vivantes et de leur environnement'
- 6/ Zones, populations et ressources côtières
- 7/ Les zones humides côtières et les eaux littorales peu profondes
- 8/ La pêche dans les estuaires et le long de la frange côtières
- 9/ Les ressources de la zone côtière du plateau continental et leur environnement
- 10/ Les systèmes "d'upwellings" du plateau continental
- 11/ Les zones du plateau continental fertilisées par les apports continentaux et/ou les mélanges intertidaux.
- 12/ Les récifs coralliens
- 13/ Impacts environnementaux sur les ressources du plateau continental
- 14/ Décharge de déchets chimiques
- 15/ Mesures d'amélioration des ressources
- 16/ Gestion des pêcheries côtières et du plateau continental
- 17/ Les ressources et l'environnement des mers fermées et semi-fermées.
- 18/ Les ressources et l'environnement de la haute mer et des océans.
- 19/ Gestion des pêcheries hauturières
- 20/ Prédateurs apicaux, Mammifères marins, Reptiles, Oiseaux et Espèces Menacées.



21/ Principes du développement durable

22/ Mesures proposées

Deuxième séance : Productivité de l'océan

- 1/ Répartition de l'eau dans le globe
- 2/ Caractères physiques et chimiques de l'eau de mer
- 3/ La salinité
- 4/ La température des eaux de surface
- 5/ Principe de la circulation thermo-haline
- 6/ Densité de l'eau, stratification verticale et masses d'eau
- 7/ La dynamique de l'océan et ses échelles
- 8/ L'Océan et le climat
- 9/ Principe de l'upwelling
- 10/ Abondance du phytoplancton et climat
- 11/ Le phytoplancton fixe du carbone et fabrique de la matière organique
- 12/ Les remontées d'eau
- 13/ La stratification des océans et la couche de mélange (CM)
- 14/ La répartition du phytoplancton sur le globe
- 15/ L'influence du climat
- 16/ Les effets du CO₂ sur les océans
- 17/ Le pH des océans
- 18/ Le CO₂ dissout affecte la disponibilité des ions carbonate
- 19/ Les barrières de coraux
- 20/ L'acidification des océans menace les populations des poissons

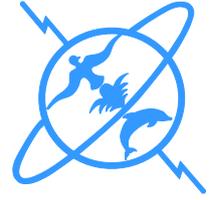
Troisième séance : Les pêcheries Océaniques

- 1/ Menaces et Destructures
- 2/ ...et les océans qui se vident
- 3/ La situation de la pêche sur la planète
- 4/ Etat des réserves mondiales
- 5/ Les océans bientôt vides de leurs poissons
- 6/ Ressources halieutiques: tendances de la production, de l'utilisation et du commerce
- 7/ Les captures dans les eaux intérieures
- 8/ Production totale des pêches de capture

Quatrième séance : La Surpêche

- 1/ Définition
- 2 / Conséquences économique et écologiques
- 3/ La sardine du Pacifique et « l'overfishing »
- 4/ L'anchois du Pérou et le Hareng.

Cinquième séance : Méthodes de gestion rationnelle des ressources océaniques



Sixième séance : L'optimisation des ressources océaniques

Première séance : Les ressources biologiques marines



Figure 1. La première représentation globale de la répartition géographique de la production de plancton végétal (phytoplancton) dans les océans, base des chaînes alimentaires aboutissant aux pêches marines. Reconstruction d'un ensemble d'images sur la production de chlorophylle dans les océans, reposant sur une étude réalisée par télédétection pour 1978–81 dans le cadre de l'US Global Ocean Flux Study, sous le patronage de la NSF/NASA.

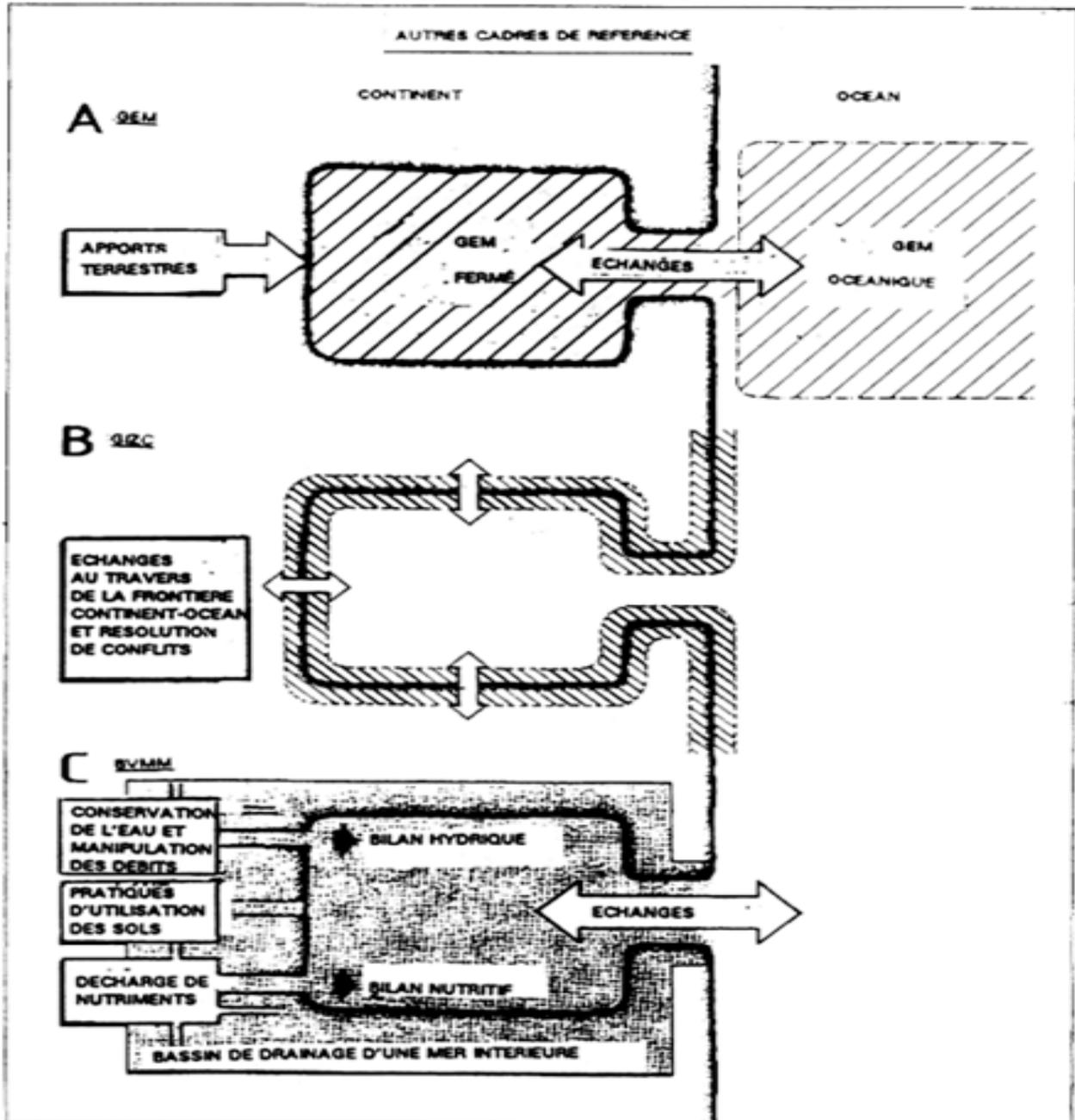


Figure 2. Trois cadres de références possibles pour des études sur les écosystèmes marins illustrés pour le cas d'une mer semi-fermée:

A: Concept de grand écosystème marin (GEM)

B: Gestion intégrée des zones côtières (GIZC)

C: Approche du Bassin versant et sa marge maritime (BVMM) (d'après Caddy,1993a)

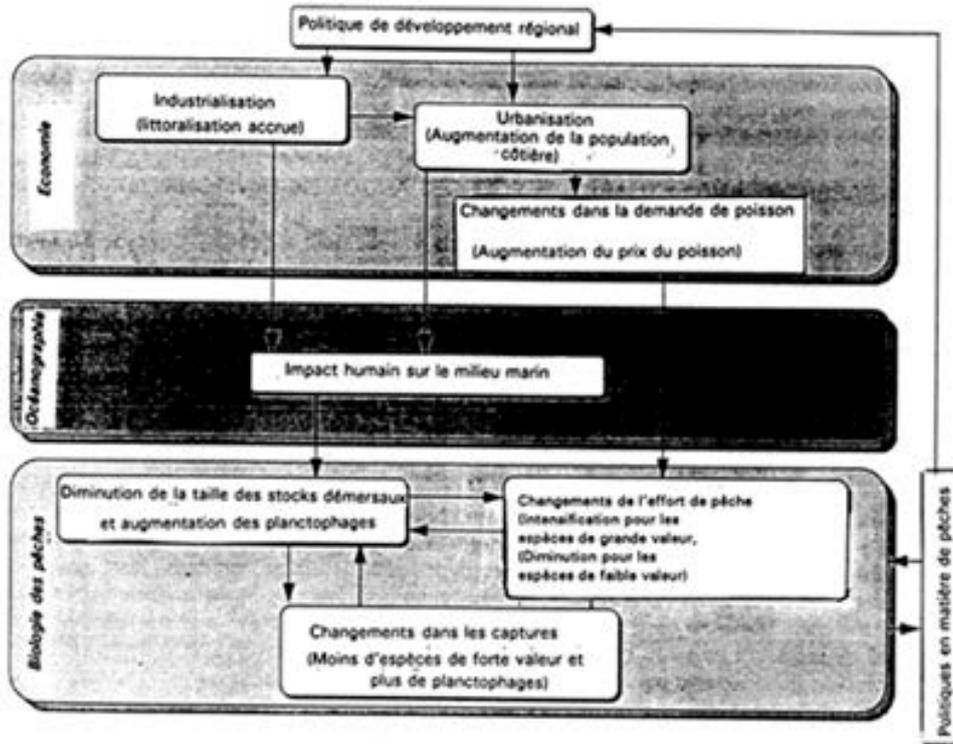


Figure 3. Représentation schématique des relations entre les changements dans les activités humaines et leur impact actuel sur l'environnement et la pêche dans la mer intérieure de Seto (d'après Tatara, 1991).

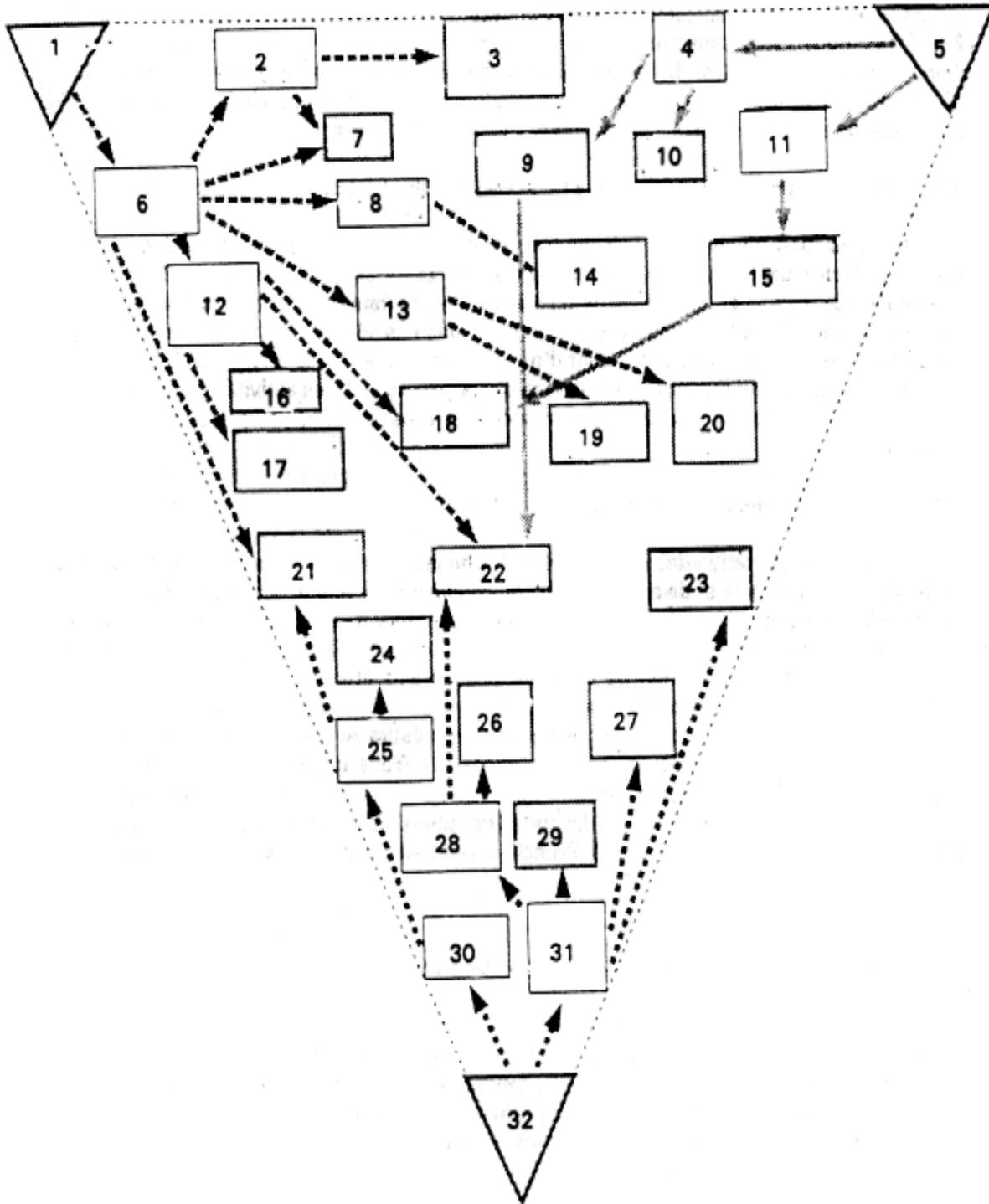
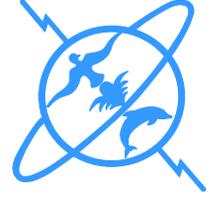


Figure 4. Quelques effets synergiques de trois conséquences majeures de l'activité humaine sur les pêcheries et les écosystèmes marins (d'après Caddy et Bakun 1995).



Légendes de la figure 4

1. Augmentation de la charge nutritive
2. Augmentation des efflorescences mono-spécifiques
3. Effets négatifs sur le tourisme, la santé humaine et l'agriculture
4. Salinité estuarienne plus élevée
5. Apports d'eau douce réduits
6. Augmentation de la production phytoplanctonique
7. Mortalité des poissons démersaux
8. Augmentation des détritivores
9. Réduction des zones d'alevinage en milieu saumâtre
10. Invasions de méduses
11. Changements dans les débits saisonniers
12. Conditions anoxiques dans les estuaires (panaches)
13. Augmentation de la production pélagique
14. Amélioration des conditions pour la culture en suspension
15. Effets négatifs pour les espèces dépendant des estuaires
16. Incidence accrue des maladies des poissons
17. Effets négatifs sur les cultures de mollusques sur le fond
18. Augmentation de la production de poissons pélagiques
19. Explosion potentielle des prédateurs de méduses
20. Impact négatif sur la récolte d'algues
21. Perte de diversité spécifique
22. Augmentation de la production de poissons plats et de crevettes
23. Impact sur les espèces s'abritant dans les herbiers
24. Réduction des zones de végétation submergées
25. Réduction des prises de poissons de roches et de langoustes
26. Étouffement des mollusques et de l'épifaune par les sédiments fins
27. Réduction des affleurements de graviers et de coraux
28. Augmentation de la fréquence de dragage
29. Diminution de la pénétration de la lumière
30. Augmentation des surfaces de sédiments fins et de vase
31. Augmentation de la charge sédimentaire

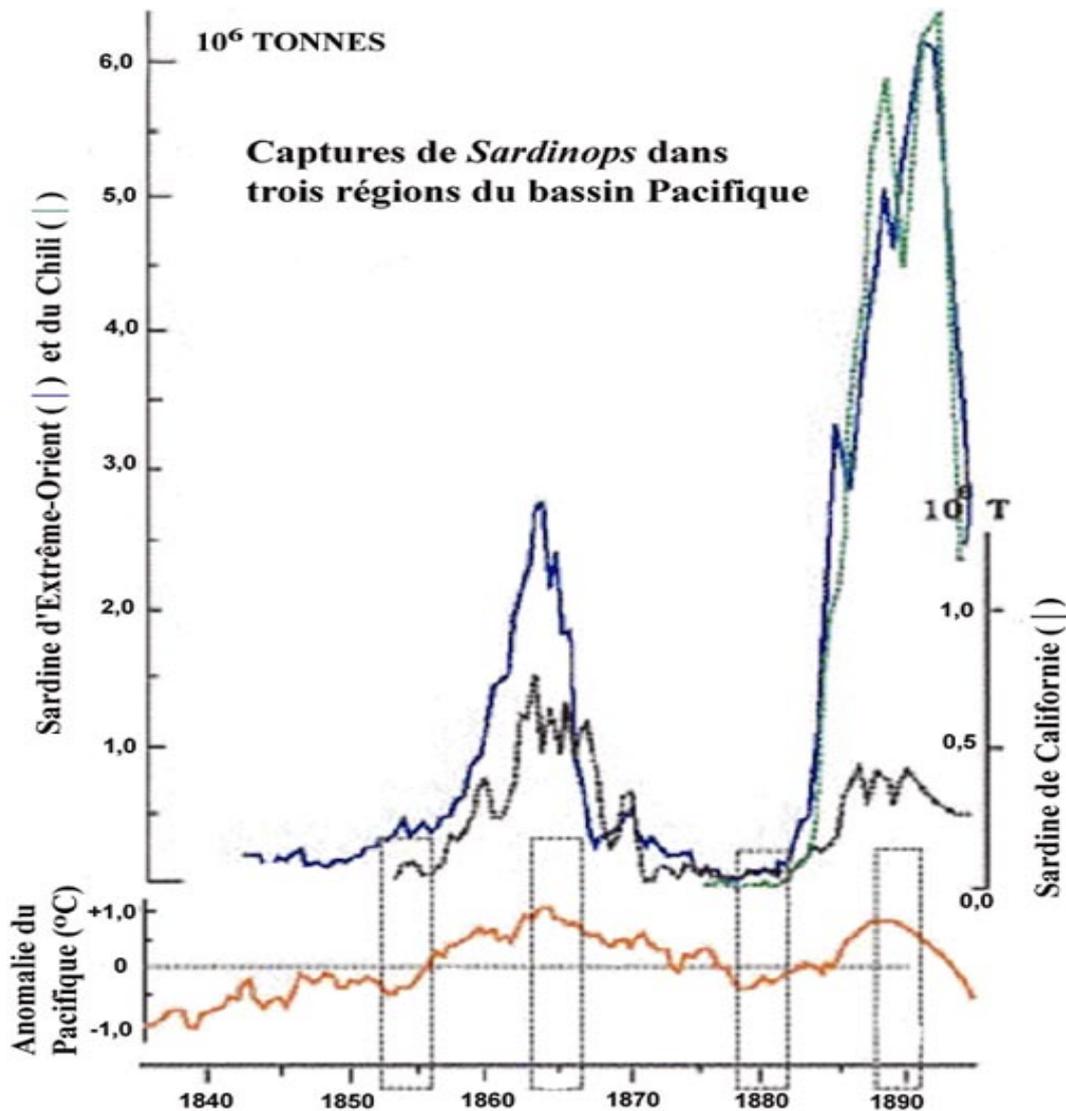


Figure 5. Evolution des débarquements de trois pêcheries de sardines du Pacifique *Sardinops* spp. - très distantes les unes des autres - montrant une apparente synchronisation avec un processus environnemental à l'échelle du bassin, tel qu'illustré par l'évolution de l'anomalie de température du Pacifique Nord (d'après Sharp et McLain, 1993 avec des données de Kawasaki).

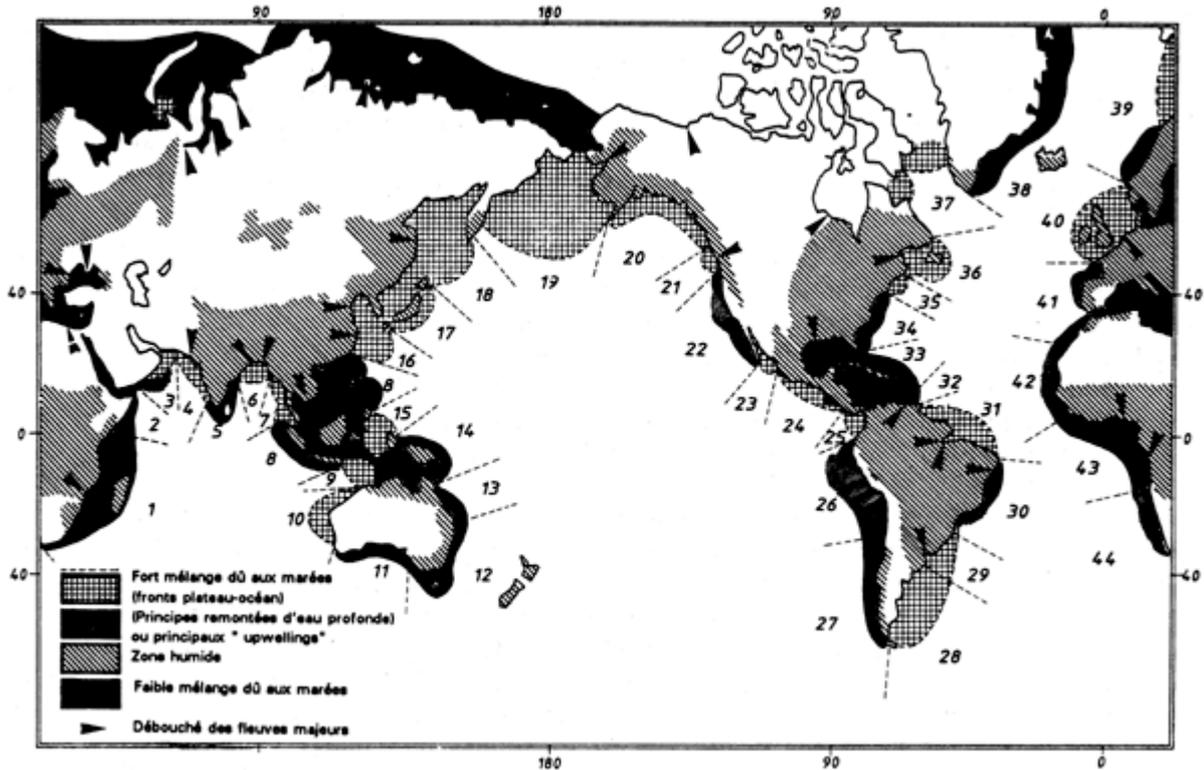


Figure 6. Carte montrant les principales zones d'apports de substances nutritives pour la production des pêcheries côtières (Caddy et Bakun, 1994)

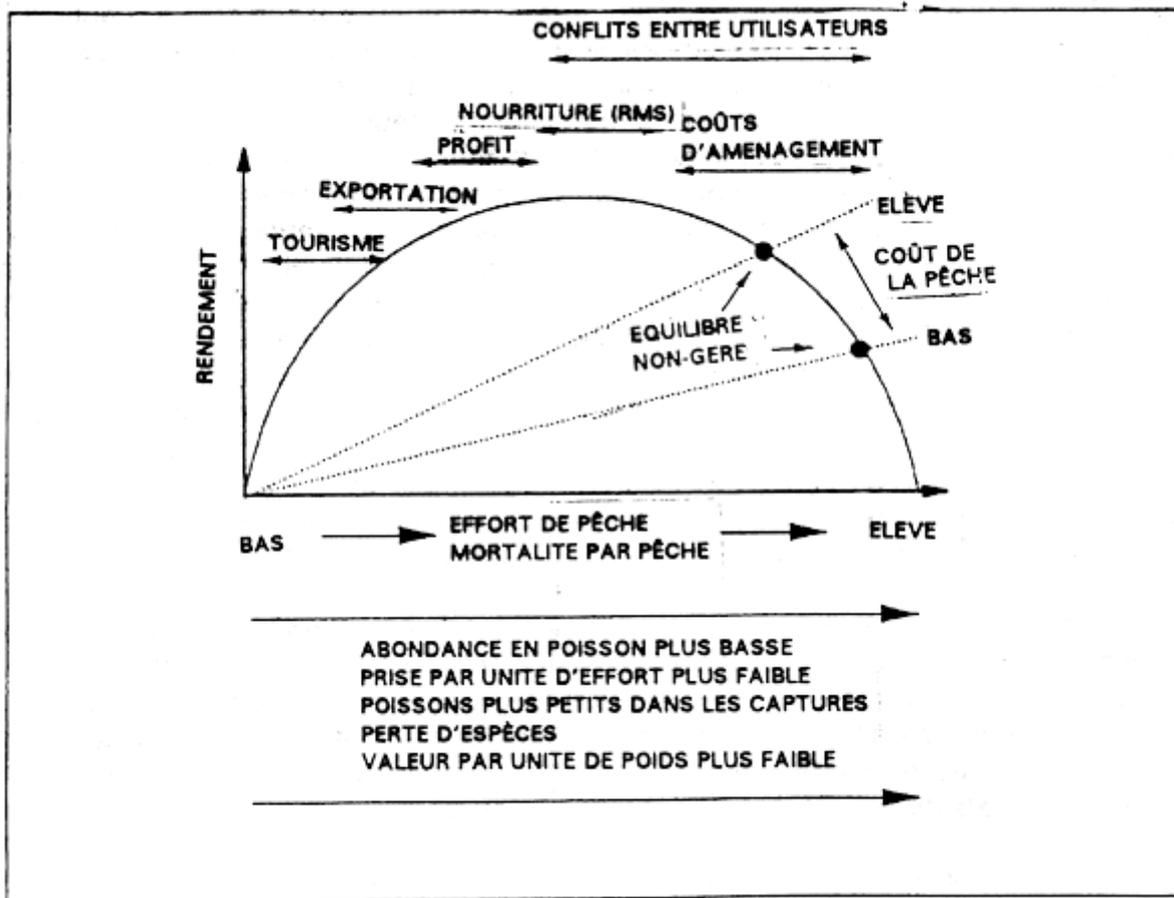
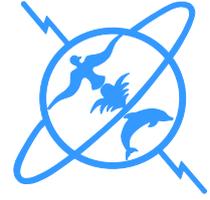


Figure 7. Quelques gammes de taux de mortalité par pêche, selon divers objectifs d'utilisation des ressources marines correspondantes dans le contexte d'un modèle de surplus de production excédentaire (d'après Caddy et Mahon, 1995).



Deuxième séance : Productivité de l'océan

Réservoir	volume (km ³)
Atmosphère	$< 2.10^4$
Organismes	$1,6 \cdot 10^5$
Rivières et lacs	$5,1 \cdot 10^5$
Sol et sous-sol	$5,1 \cdot 10^6$
Glacé	$2,3 \cdot 10^7$
Ecorce terrestre (eau libre et liée)	$6 \cdot 10^8$
Océans	$1,37 \cdot 10^9$

Tableau 1 : Répartition de l'eau dans le globe (d'après DEGENS, 1989)

Ion	Gramme par litre
Sodium Na ⁺	10,56
Magnésium Mg ²⁺	1,27
Calcium Ca ²⁺	0,40
Potassium K ⁺	0,38
Strontium Sr ²⁺	0,013
Chlorure Cl ⁻	18,98
Sulfate SO ₄ ²⁻	2,65
Bicarbonate HCO ₃ ³⁻	0,14
Bromure Br ⁻	0,065
Fluorure F ⁻	0,001
Acide borique H ₃ B ₃ ³	0,026

Tableau 2: Principaux constituants de l'eau de mer (d'après DEGENS, 1989).

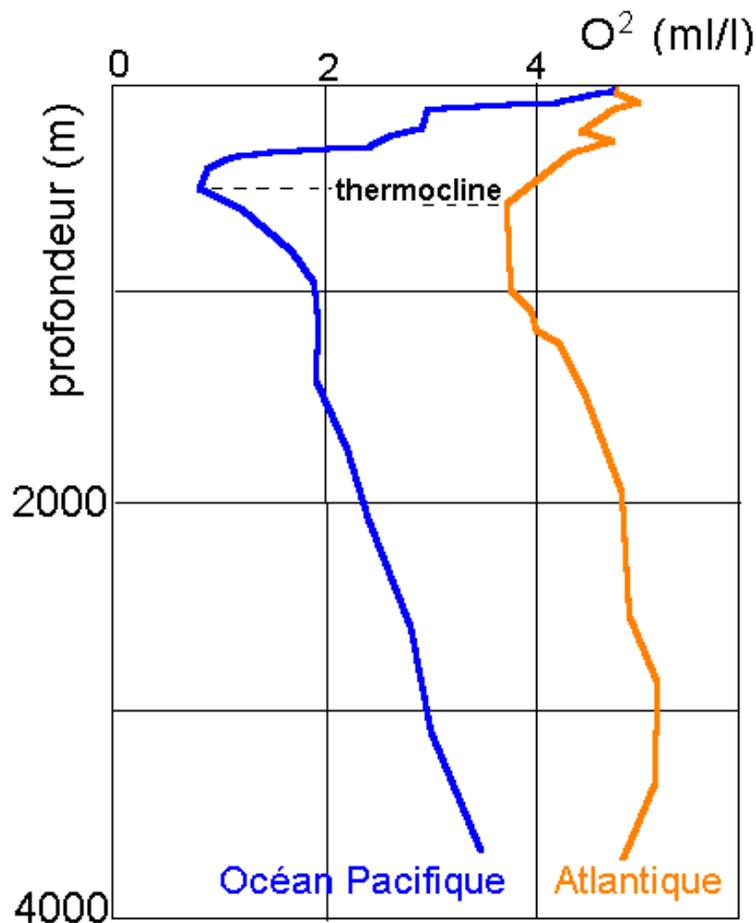
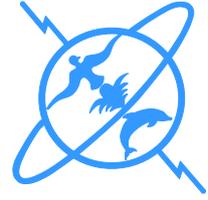


Figure 1: Variation de la teneur en oxygène de l'eau de mer en fonction de la profondeur.

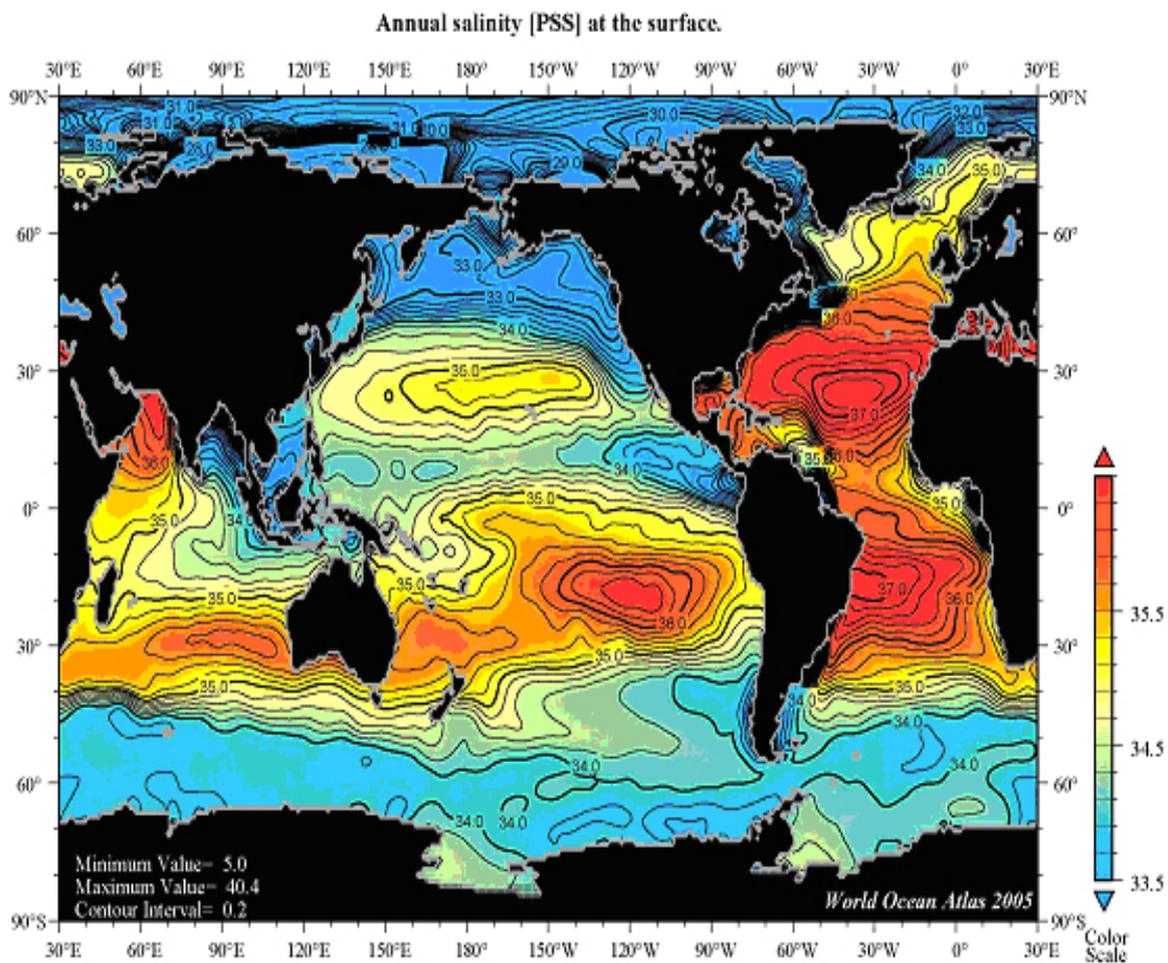
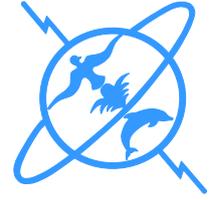


Figure 2: Distribution moyenne de la salinité de surface (unité : PSU ou g/kg) Source [NODC](#) (National Oceanographic Data Center) PSU (practical salinity unit)

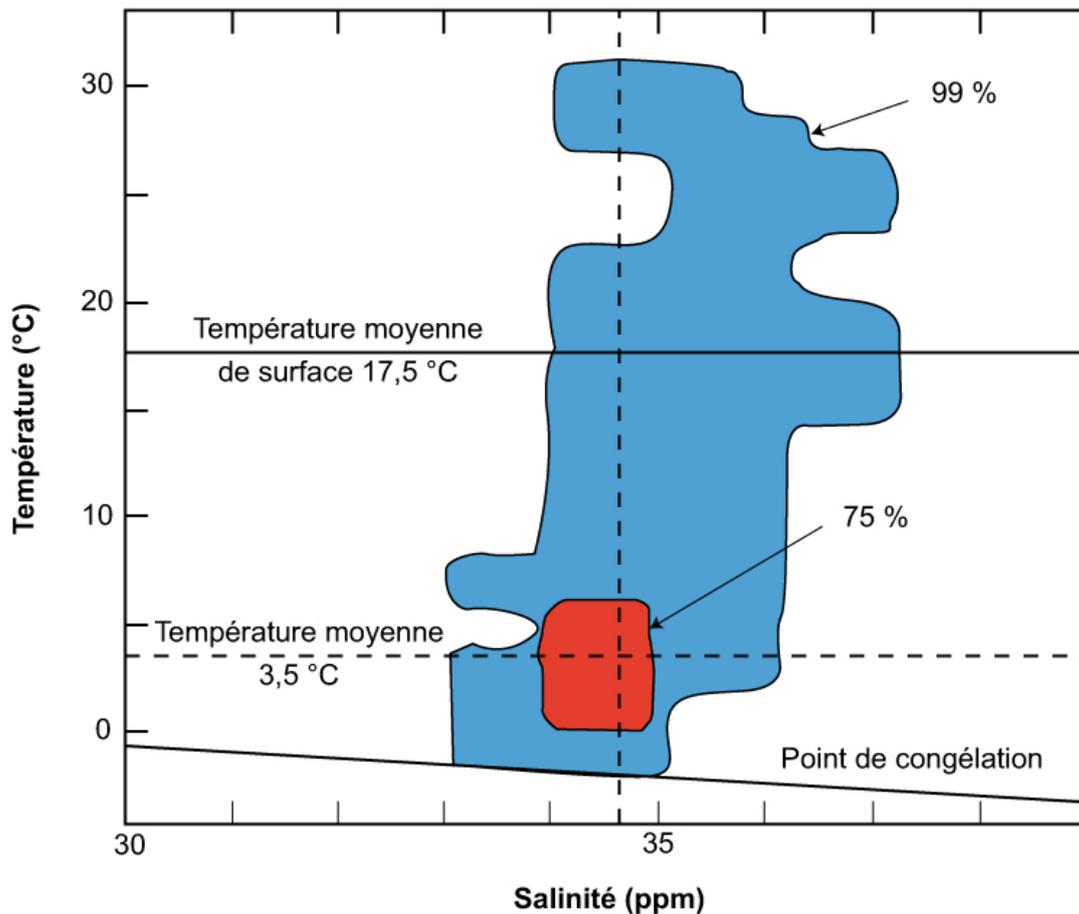
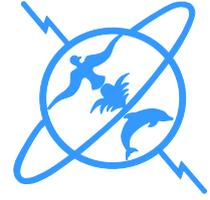


Figure 3 : Gamme de variabilité de la température et de la salinité de l'océan mondial (Gross, 1993). La température et la salinité de 99 % (75 %) de l'eau océanique sont représentés par les points dans le secteur bleu (rouge).

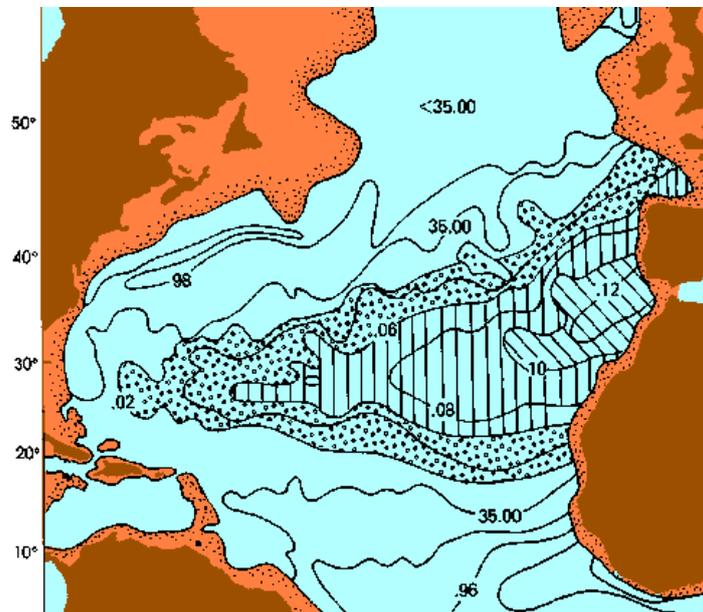


Figure 4 : Déversement de l'eau salée de la Méditerranée dans l'Atlantique; salinité des eaux de surface.

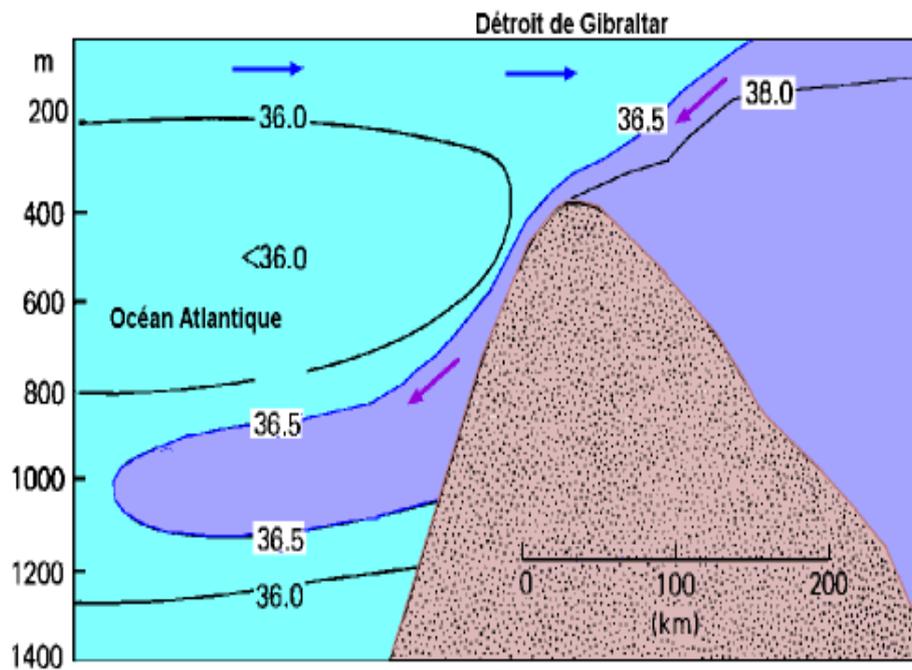
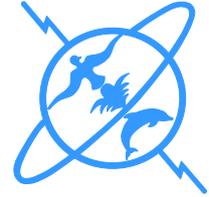


Figure 5 : Déversement de l'eau salée de la Méditerranée dans l'Atlantique; profil au niveau du Déroit de Gibraltar (adaptée de KNAUSS, 1997).

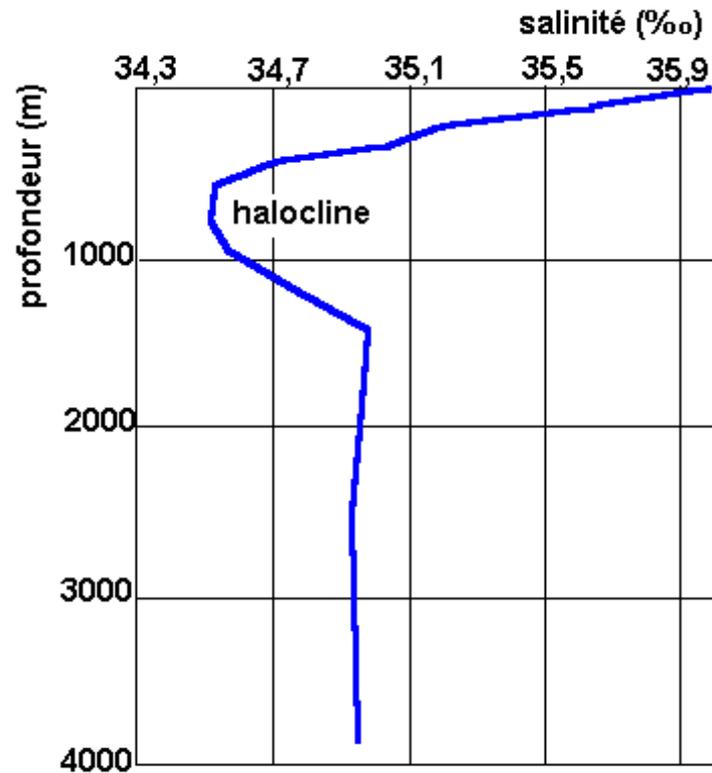
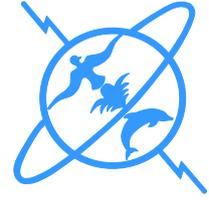


Figure 6: Evolution de la salinité de l'eau de mer en fonction de la profondeur dans l'Océan Atlantique (région intertropicale).

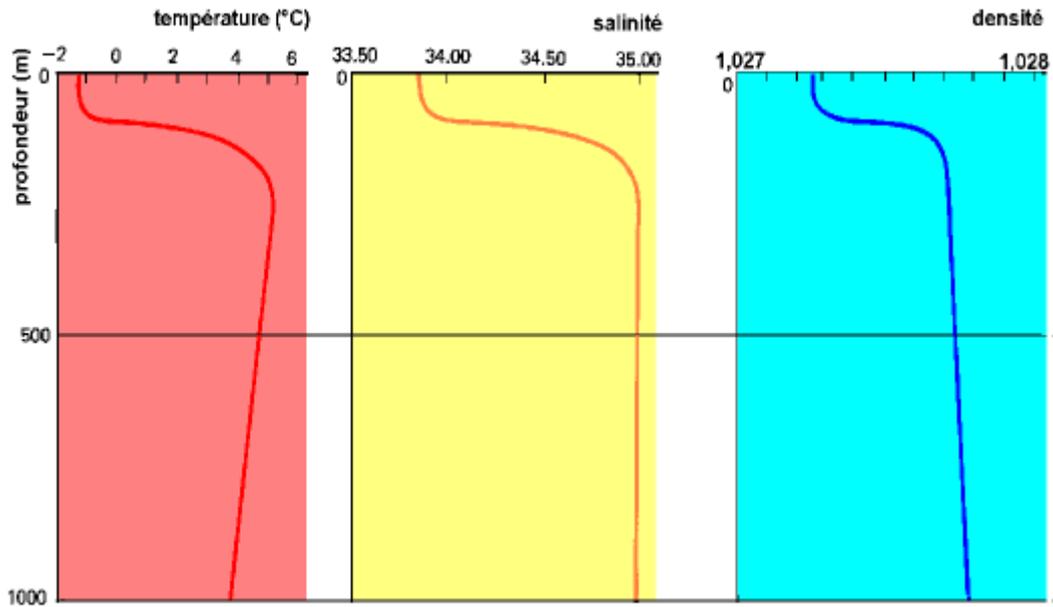
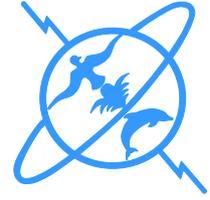


Figure 7: Variation de la température, de la salinité et de la densité des eaux marines dans la région polaire.

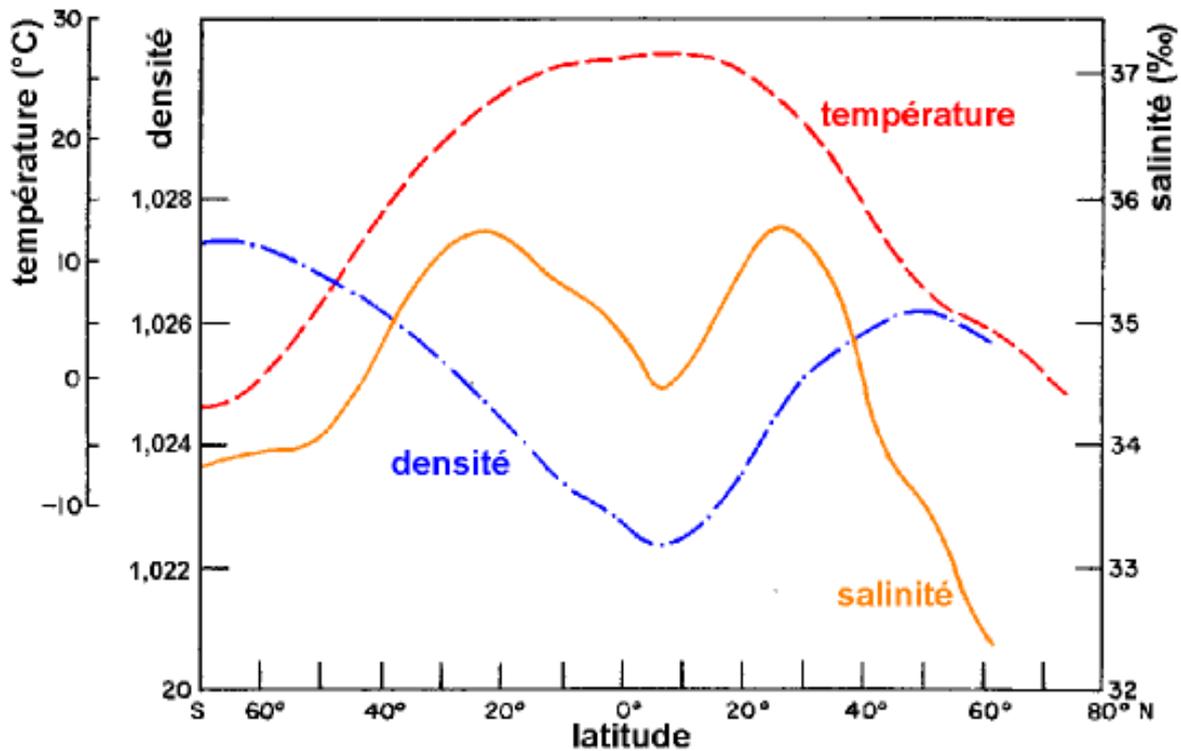
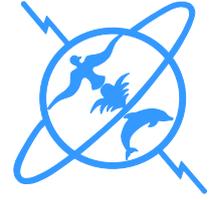


Figure 8: Variation de la température, la salinité et la densité des eaux océaniques de surface en fonction de la latitude.

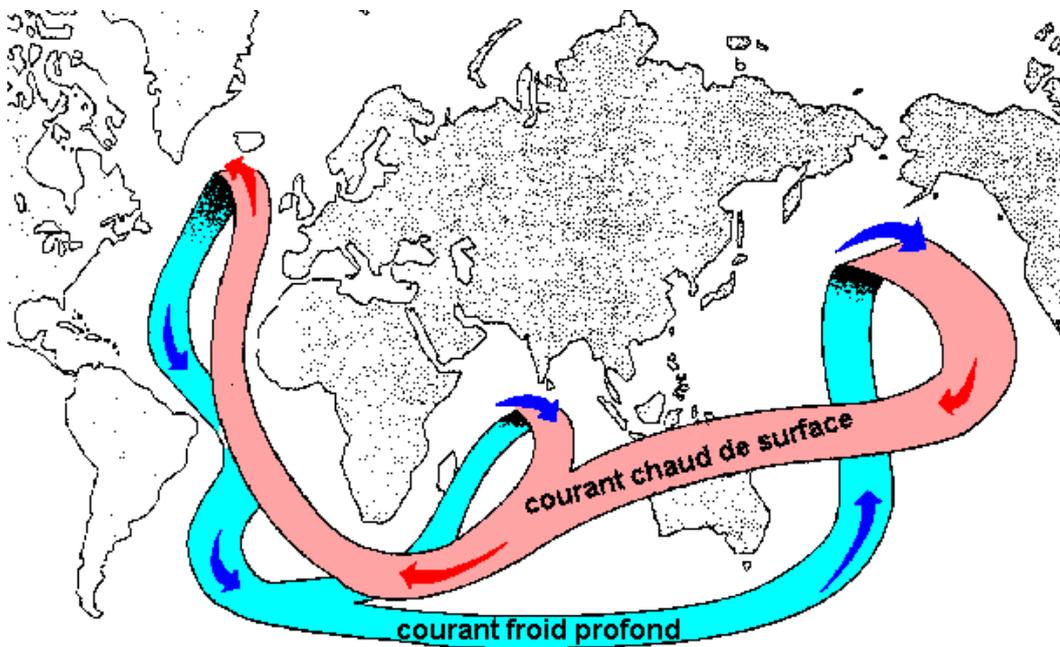
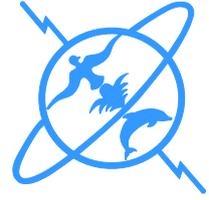


Figure 9: Principe de la circulation thermo-haline.

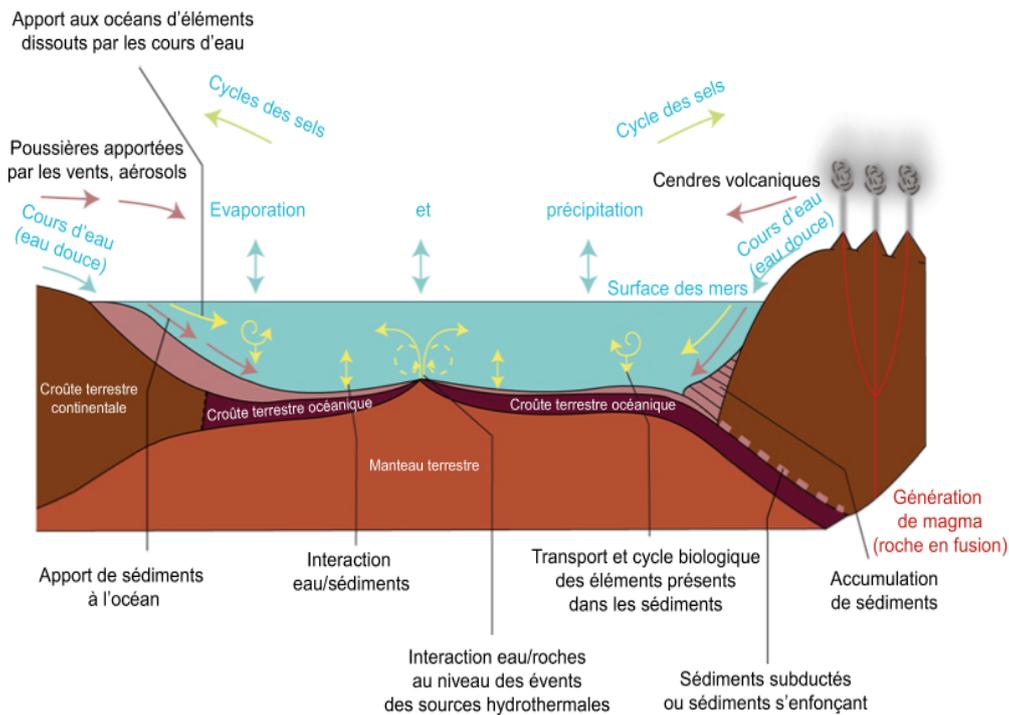


Figure 10 : Mécanismes physico-chimiques et biologiques régulant la concentration des composés dissouts dans l'eau de mer

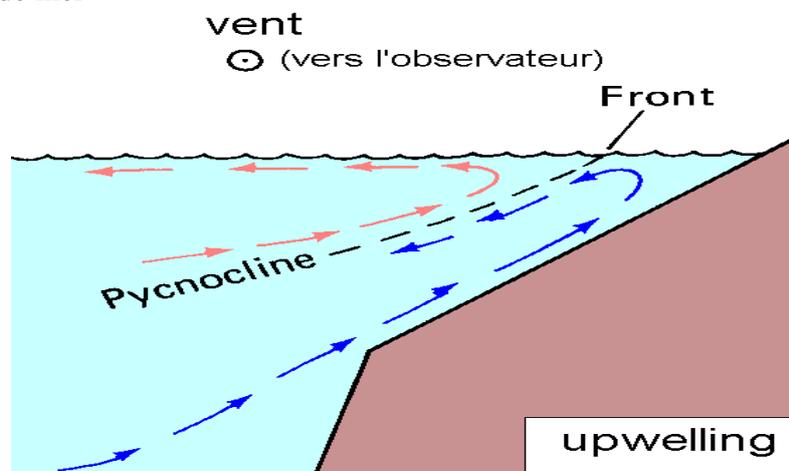


Figure 11: Principe de l' upwelling

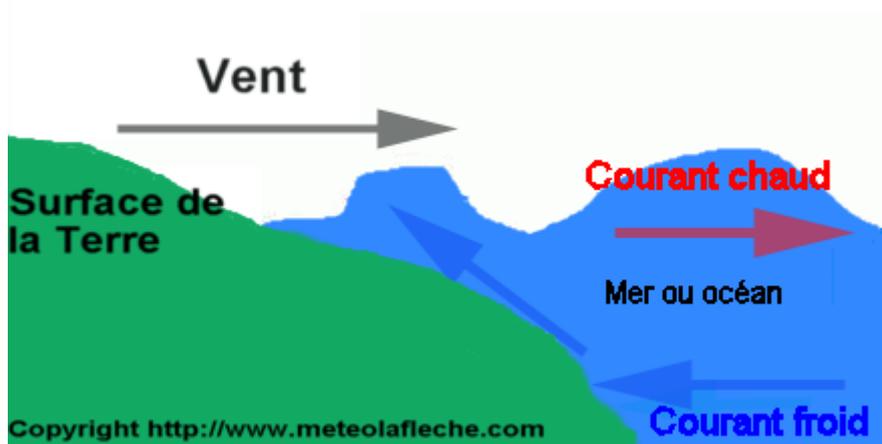


Schéma 1 : Mécanisme de l'upwelling

Un fort vent (vent amenant de l'air froid et sec) souffle parallèlement à la côte sur la surface des mers et des océans. Or la température de l'eau à la surface des mers et des océans est assez chaude ; d'où les courants chauds présents au bord des côtes sont brutalement emportés au large ; du coup, l'air froid qui se trouvait au fond de la mer ou de l'océan remonte à la surface et fait chuter la température de l'eau .

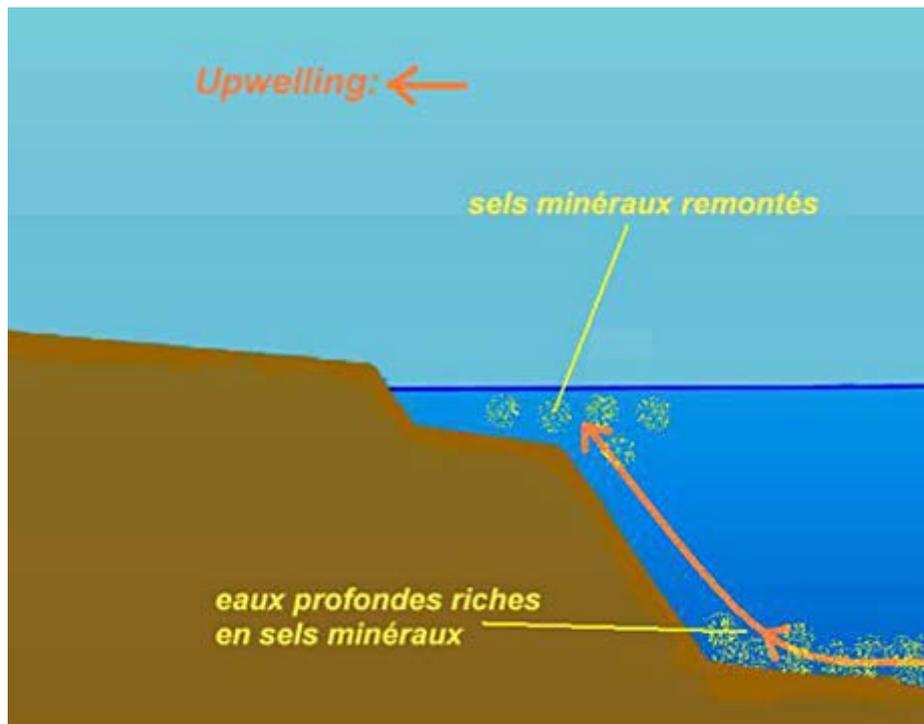


Schéma 2 : Principe de l'Upwelling

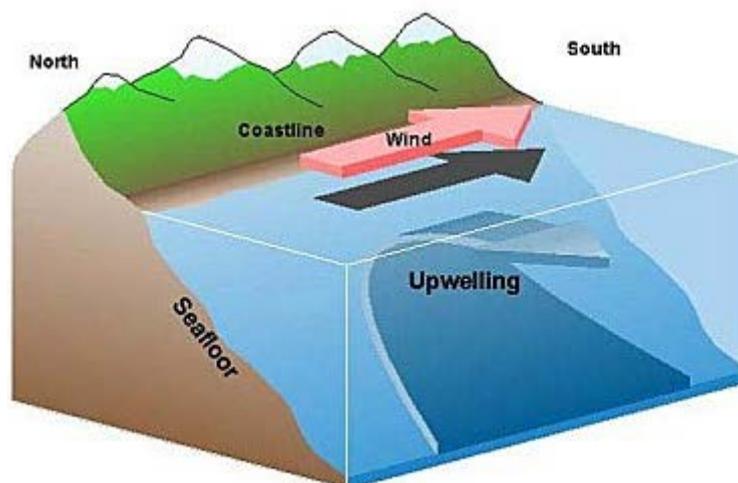


Schéma 3 : Processus de remontées des eaux du fond marin sous l'influence des vents et de la force de Coriolis. (Source: National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA).

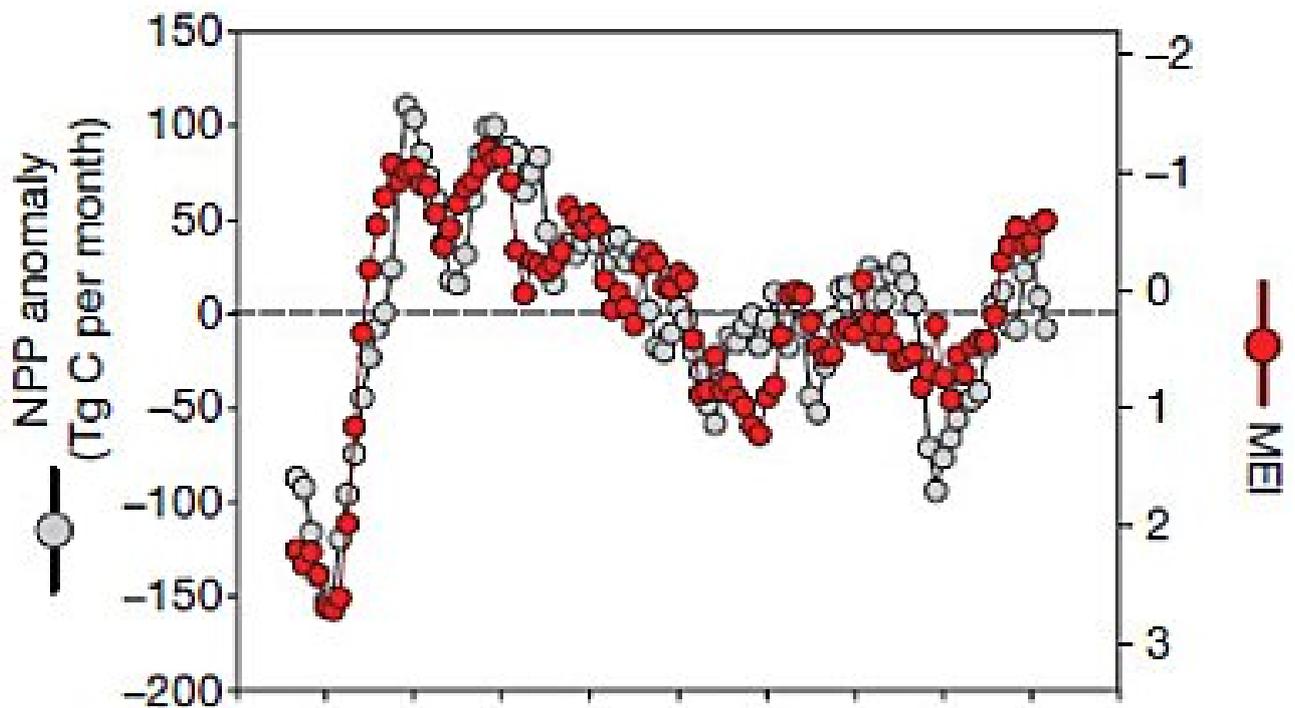


Figure 12: Évolution de l'écart à la moyenne de la PPN mondiale (en téragrammes (10¹²) de carbone par mois) entre 1997 et 2006 et de l'indice El Niño. (Source : Behrenfeld et coll. *Science* (2006) 444 752).

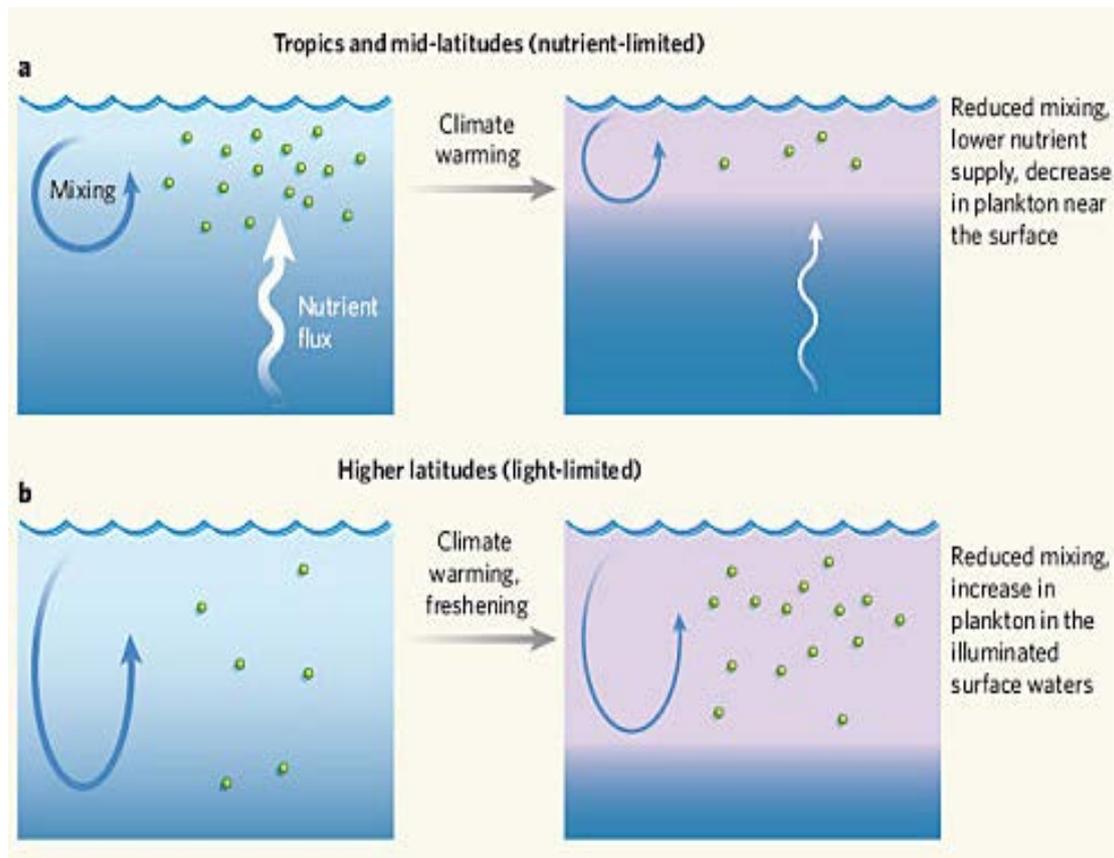


Figure 13: Modèles décrivant les conséquences du réchauffement climatique sur la profondeur de la couche mélangée. Une augmentation de la température de la surface des océans stabilise la stratification et réduit la profondeur de la CM (climate warming). Aux latitudes faibles et moyennes, où la croissance du phytoplancton est limitée par la disponibilité des nutriments, la réduction de CM diminue la concentration de phytoplancton. Aux faibles latitudes, où la croissance du phytoplancton est limitée par l'accès à la lumière, la réduction de CM accentuée par l'apport d'eau douce résultant de la fonte des glaces, concentre le phytoplancton en surface qui reçoit plus de lumière et peut croître davantage. (Source : Doney, *Science* (2006) **444** 695-696).

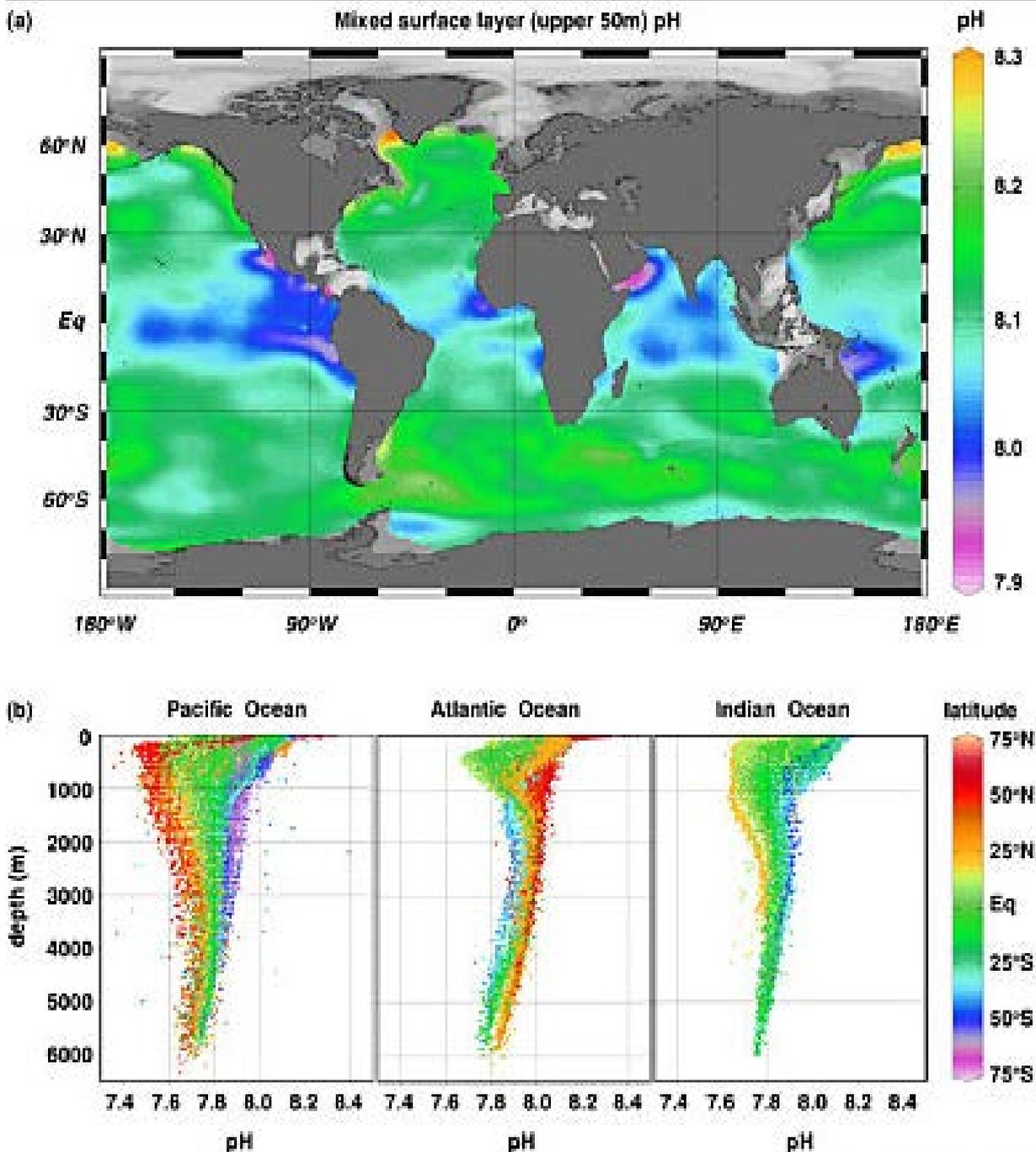


Figure 14 : Valeur du pH océanique : variations (a) horizontales et (b) en fonction de la profondeur.
 (Source : Pelejero et coll. Paleo-perspectives on ocean acidification, *Trends in Ecology and Evolution* (2010))

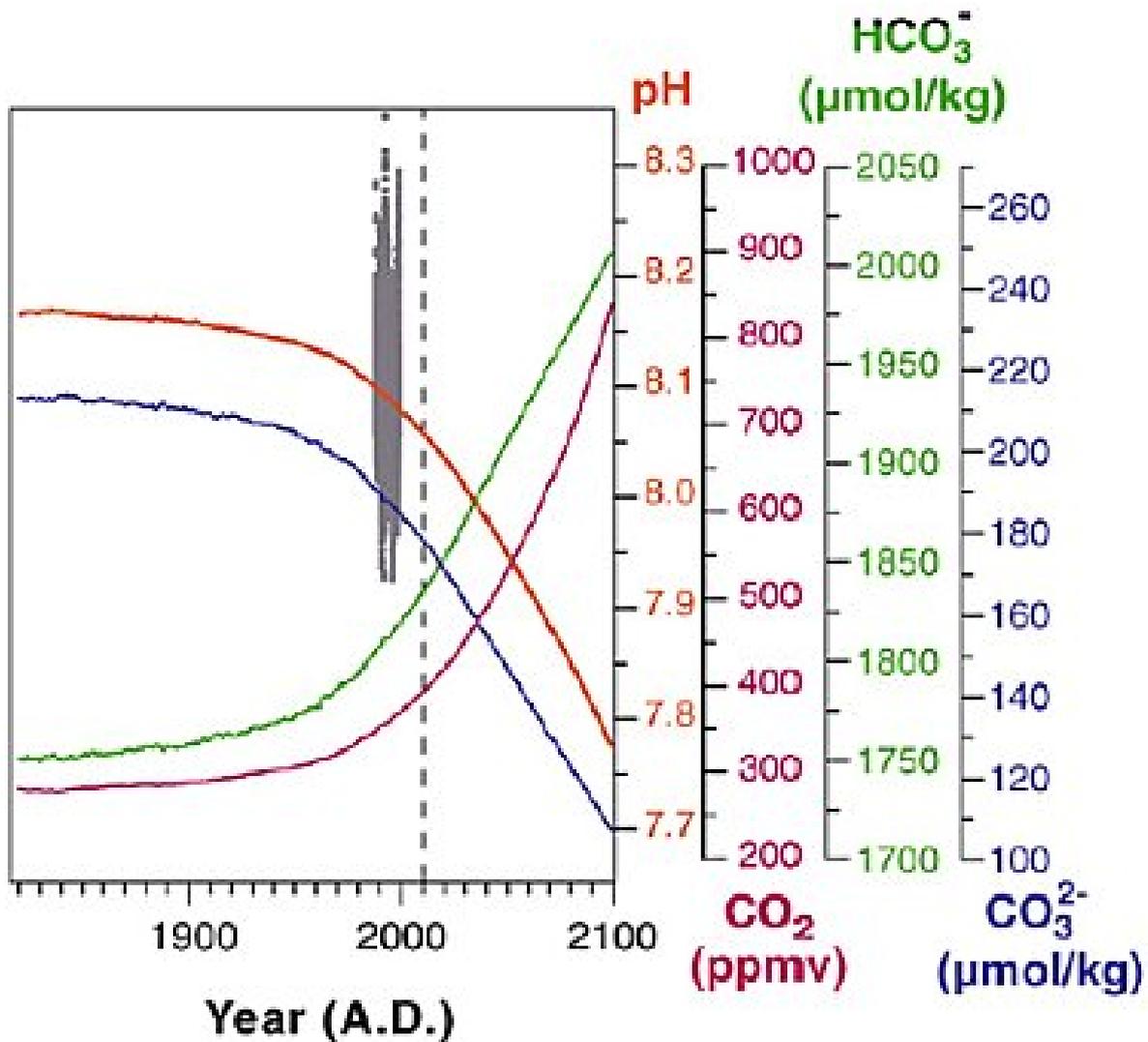
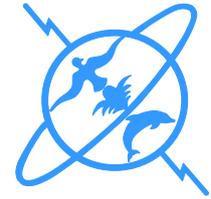


Figure 15: Variation du pH océanique et de la concentration du CO₂ atmosphérique entre 1800 et aujourd'hui, et les variations prédites selon le scénario d'émissions de CO₂ A2 du GIEC. Le graphe montre en parallèle l'évolution de la concentration en carbonate et en bicarbonate. La zone grise correspond à un ensemble de mesures réalisées à travers le monde. (Source : Pelejero et coll. Paleo-perspectives on ocean acidification, *Trends in Ecology and Evolution*)



Troisième séance : Les pêcheries Océaniques

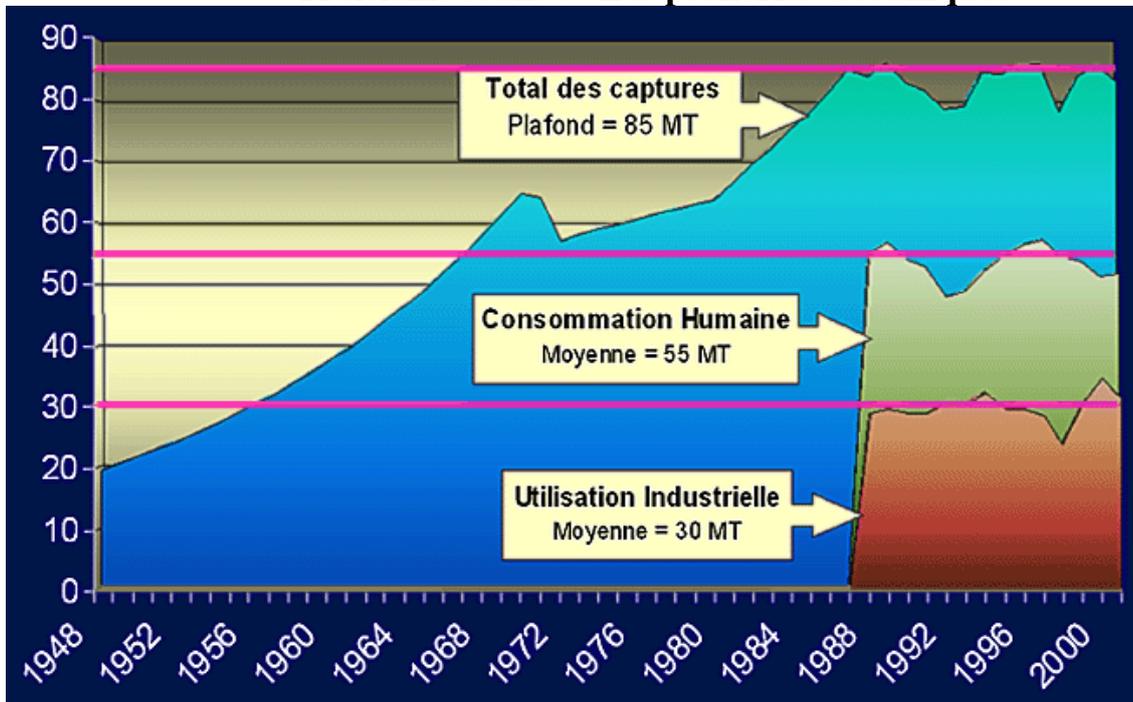


Figure A : La situation de la pêche sur la planète (FAO).

Année	Total en MT CD + UI	Consommation directe en MT (CD)	Utilisation industrielle en MT (UI)
1987	81,7	52,2	29,5
1989	86, 4	54,1	32,3
1995	84,3	54,7	29,6
2000	86,8	52,6	34,2
2001	84,2	53,1	31,1
2002	84,5	52,3	32,2
2003	81,3	52,1	29,1

Tableau A : Etat des réserves mondiales (1987-2003) (FAO)

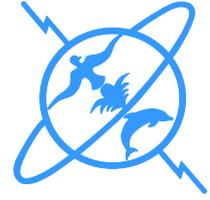


Tableau 1
Les pêches dans le monde: production et utilisation

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>(Millions de tonnes)</i>						
PRODUCTION						
PÊCHES CONTINENTALES						
Pêches de capture	8,6	9,4	9,8	10,0	10,2	10,1
Aquaculture	25,2	26,8	28,7	30,7	32,9	35,0
Total des pêches continentales	33,8	36,2	38,5	40,6	43,1	45,1
PÊCHES MARINES						
Pêches de capture	83,8	82,7	80,0	79,9	79,5	79,9
Aquaculture	16,7	17,5	18,6	19,2	19,7	20,1
Total des pêches marines	100,5	100,1	98,6	99,2	99,2	100,0
TOTAL DES PÊCHES DE CAPTURE	92,4	92,1	89,7	89,9	89,7	90,0
TOTAL DE L'AQUACULTURE	41,9	44,3	47,4	49,9	52,5	55,1
TOTAL DE LA PÊCHE MONDIALE	134,3	136,4	137,1	139,8	142,3	145,1
UTILISATION						
Consommation humaine	104,4	107,3	110,7	112,7	115,1	117,8
Utilisations à des fins non alimentaires	29,8	29,1	26,3	27,1	27,2	27,3
Population (milliards)	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,8
Offre par habitant de produits alimentaires halieutiques (kg)	16,2	16,5	16,8	16,9	17,1	17,2

Note: Plantes aquatiques non comprises. Les données pour 2009 sont provisoires.

Tableau 1 : Les pêches dans le monde : Production et Utilisation

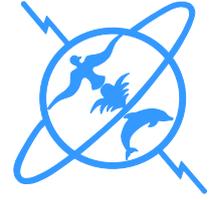
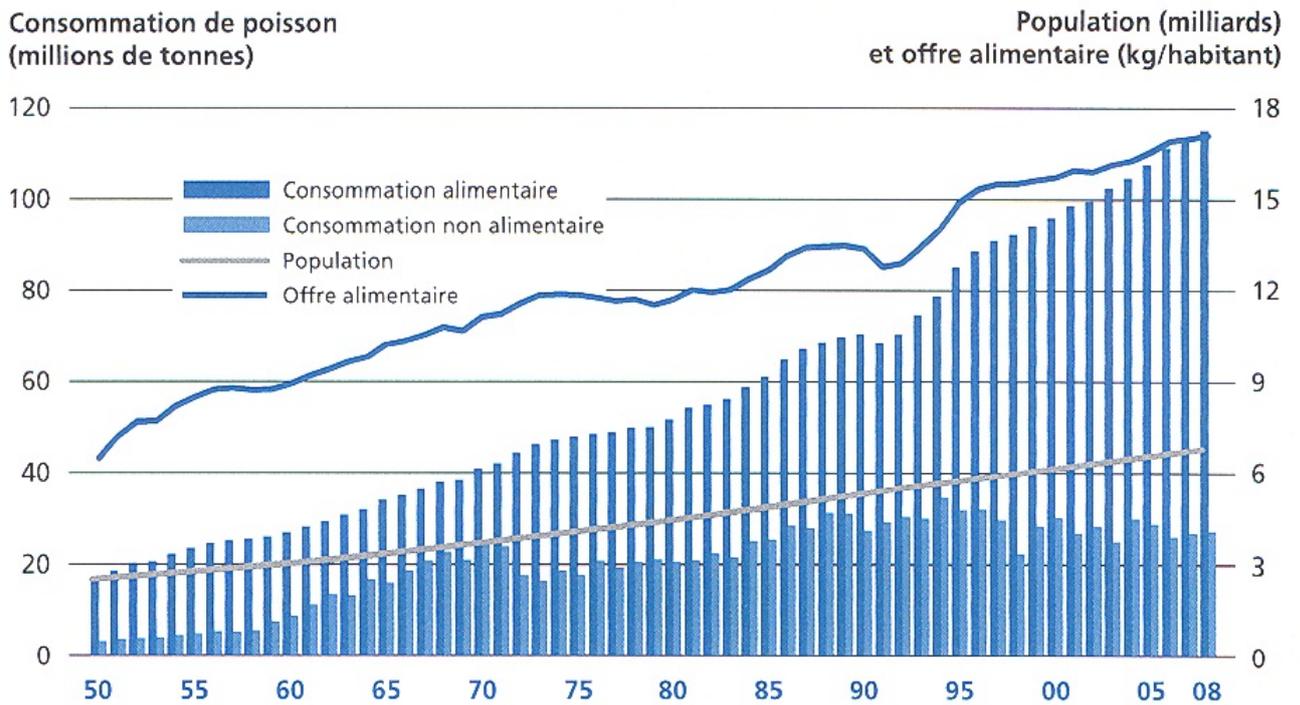


Figure 2

Offre et consommation mondiales de poisson



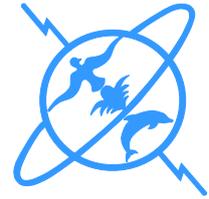
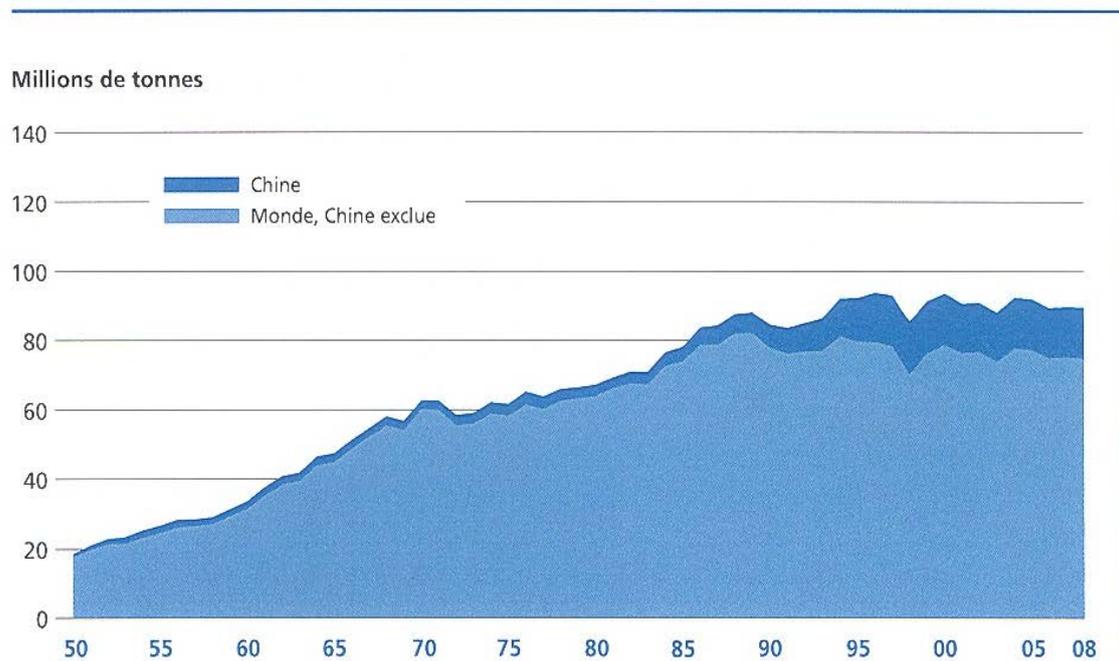


Figure 3

Production mondiale des pêches de capture



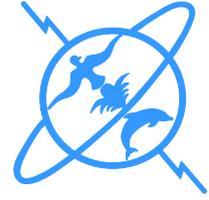
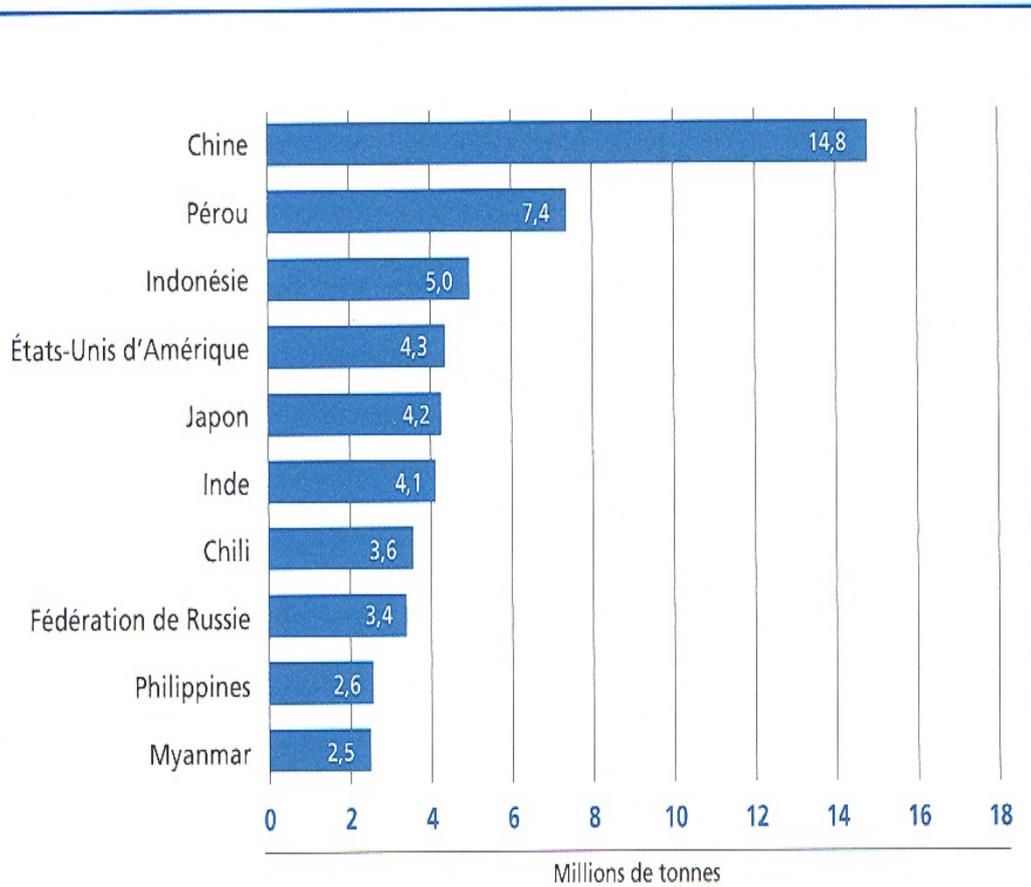


Figure 4

Pêche en mer et pêche continentale: les dix principaux pays producteurs en 2008



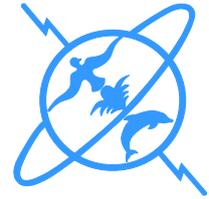
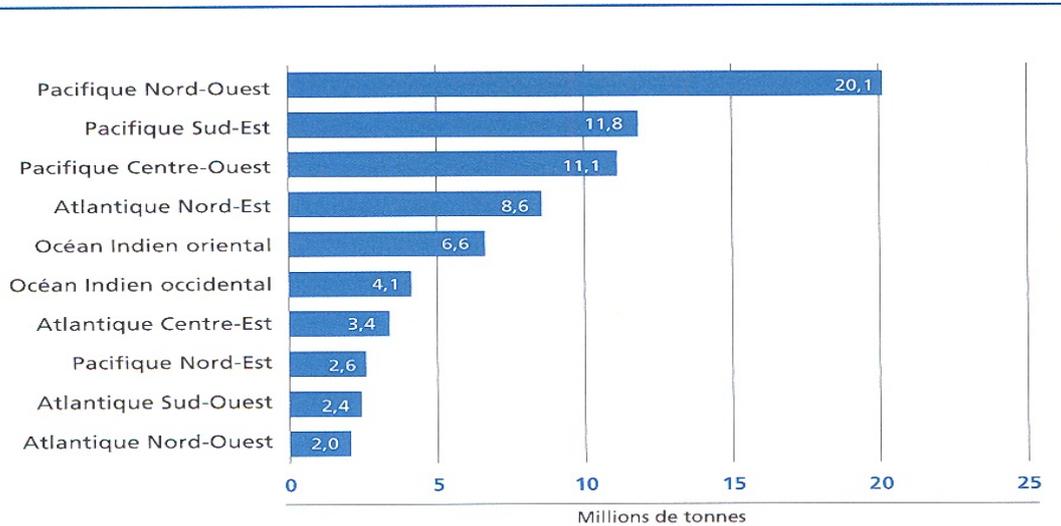


Figure 5

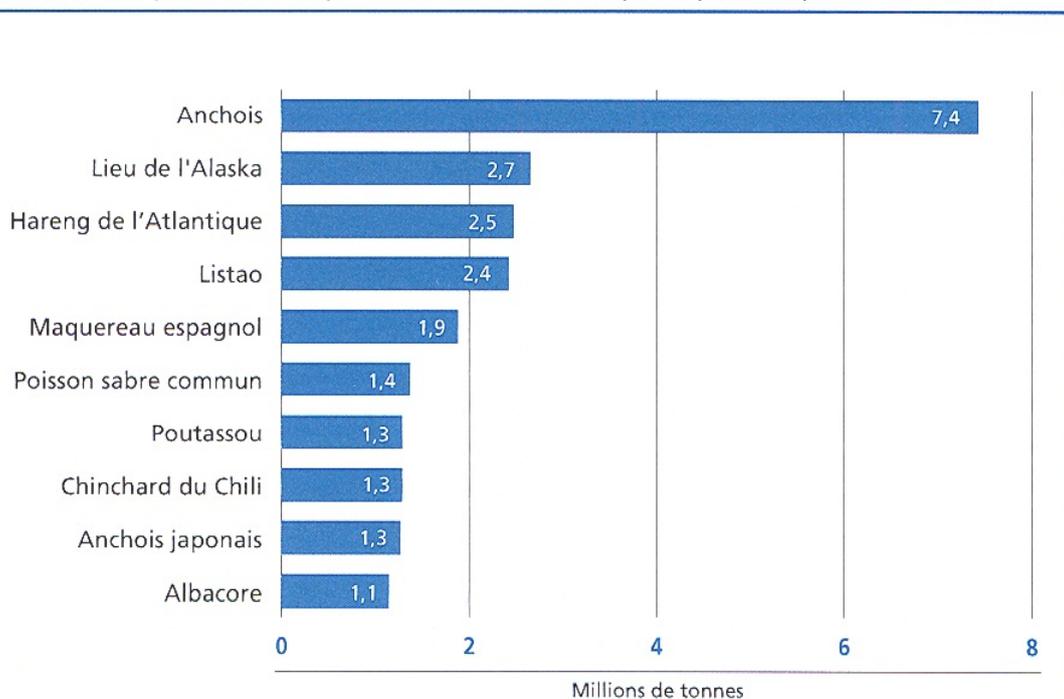
Pêches de capture: production par grandes zones de pêche en mer en 2008



Note: Zones de pêche dont la production est d'au moins 2 millions de tonnes.

Figure 6

Production des pêches de capture marines: les dix principales espèces en 2008



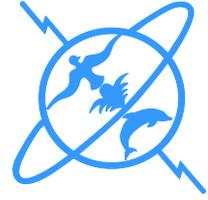
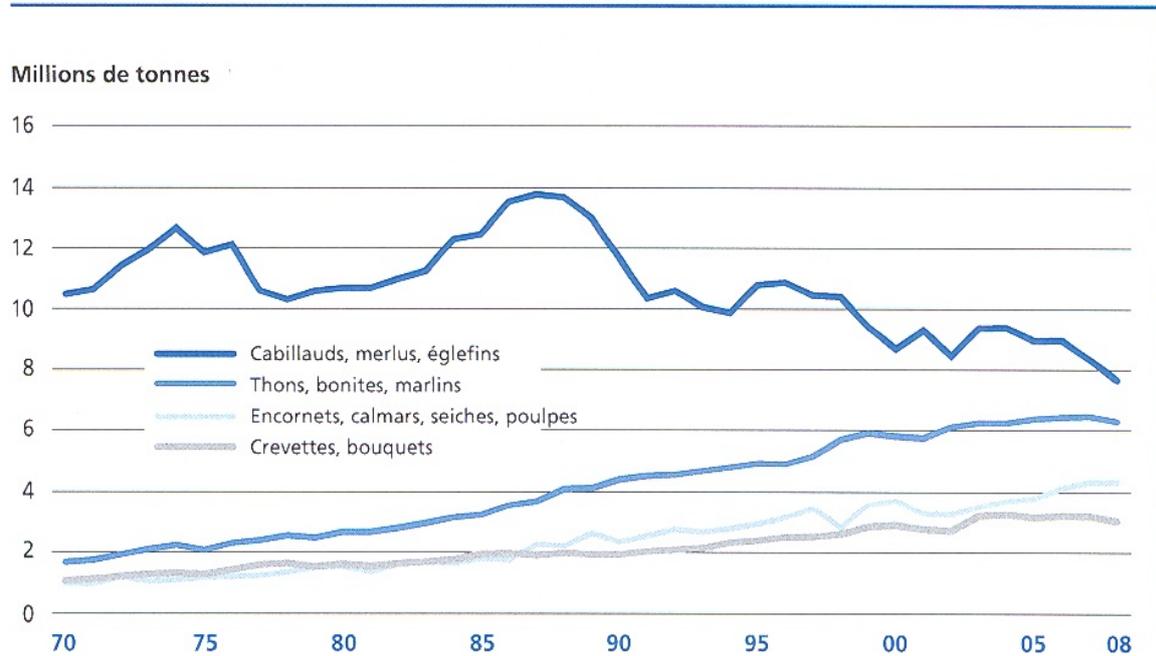


Figure 7

Pêche en mer: évolution des captures par groupes d'espèces les plus prisées



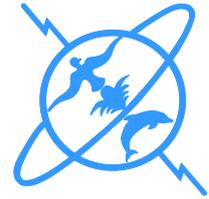
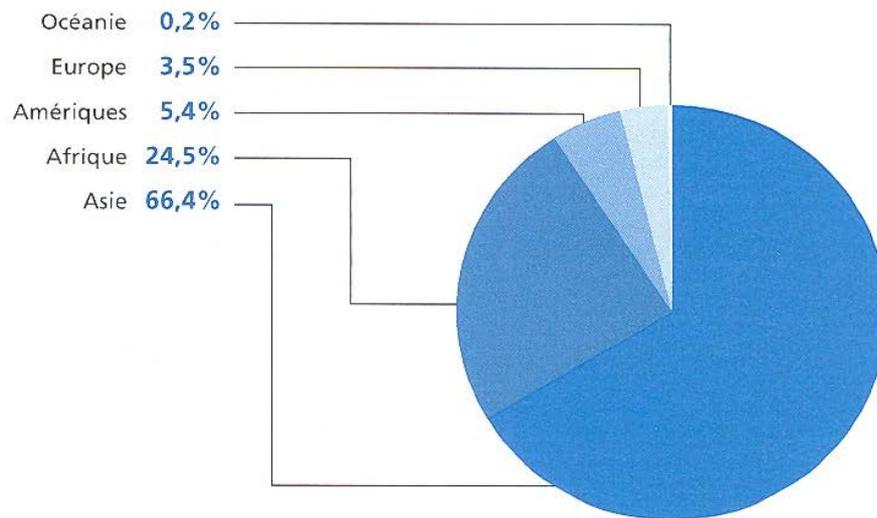


Figure 8

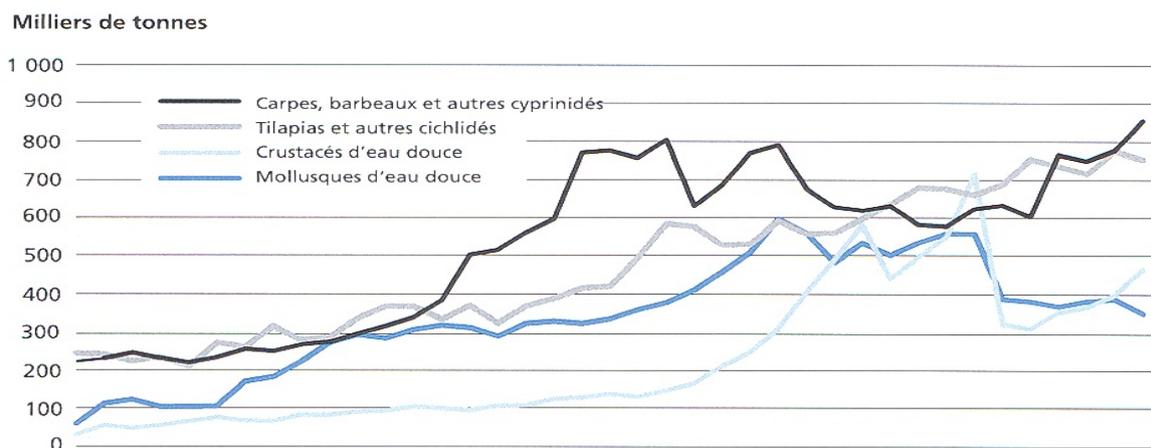
Pêches de capture continentales par continent en 2008



Note: Le total des pêches de capture continentales se situait à 10,2 millions de tonnes en 2008.

Figure 9

Pêches de capture continentales: évolution des prises par principaux groupes d'espèces



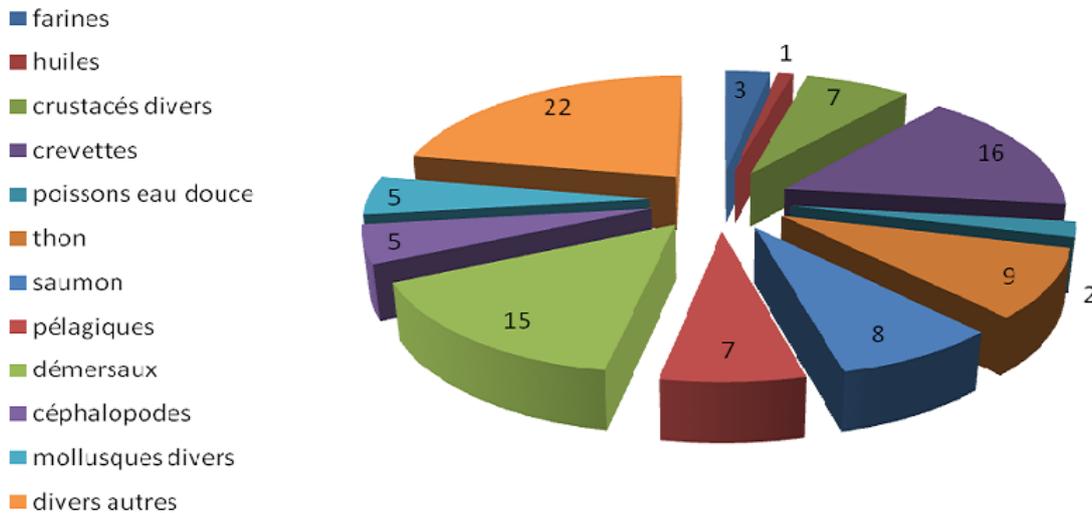
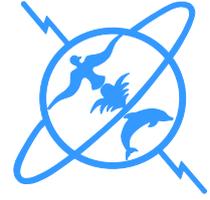
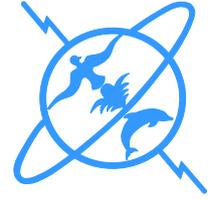


Figure B : La situation mondiale en matière de ressources halieutiques se caractérise par une très forte tension sur les principales espèces sauvages



Espèces	2006	2007	Janv.-fév. 2008
Tilapia (\$/ kg)	7,50 - 9,0	6,80- 8,30	6,80- 7,30
Perche du Nil (\$/ kg)	7,30- 8,30	6,50- 11,0	11,0- 11,3
Pangasius (\$/ kg)	3,50- 4,50	2,50- 3,0	2,89- 3,30
Bar d'élevage (\$/ kg)	3,50- 6,0	3,30- 4,80	4,3- 4,50
Thon Albacore (\$/ kg)	1,70- 1,80	1,20- 1,70	1,50- 1,60
Poulpes (\$/ kg)	9,50- 10,50	9,50- 11,90	11,80-12,00
Seiches (\$/ kg)	2,80- 3,0	3,0- 3,50	3,0
Pollock (Colin d'Alaska) (\$/ kg)	2,90 - 3,0	2,90 - 3,0	2,90 - 3,0
Morue (\$/ kg)	4,50- 5,50	5,0- 5,50	5,50
Saumon (\$/ kg)	5,7- 8,6	4,8- 5,7	5,3 - 5,7
Sardine (\$/ kg)	0,08- 0,12	0,08- 0,12	0,09- 0,11
Maquereaux (\$/ kg)	0,19- 0,57	0,19- 0,48	0,44
Hareng (\$/ kg)	0,19- 0,25	0,19- 0,23	0,15

Tableau C : Prix des grandes ressources halieutiques mondiales

La consommation du poisson est très sensible au prix de la matière première
Le renchérissement de la plupart des espèces ces dernières années ont conduit à des variations importantes de la consommation dans de nombreux pays.

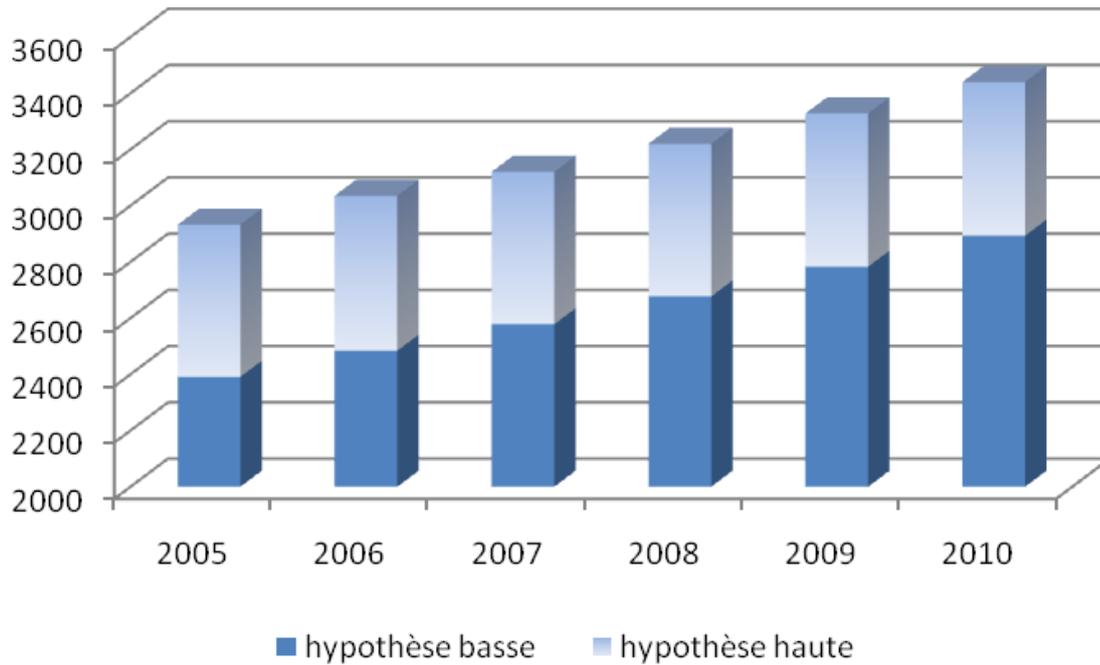
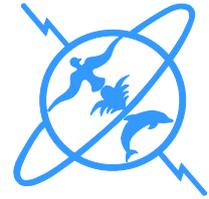


Figure C1 : Évolution de la consommation des produits de la mer transformés conditionnés (milliers de tonnes) (Source : Multivac , 2007)

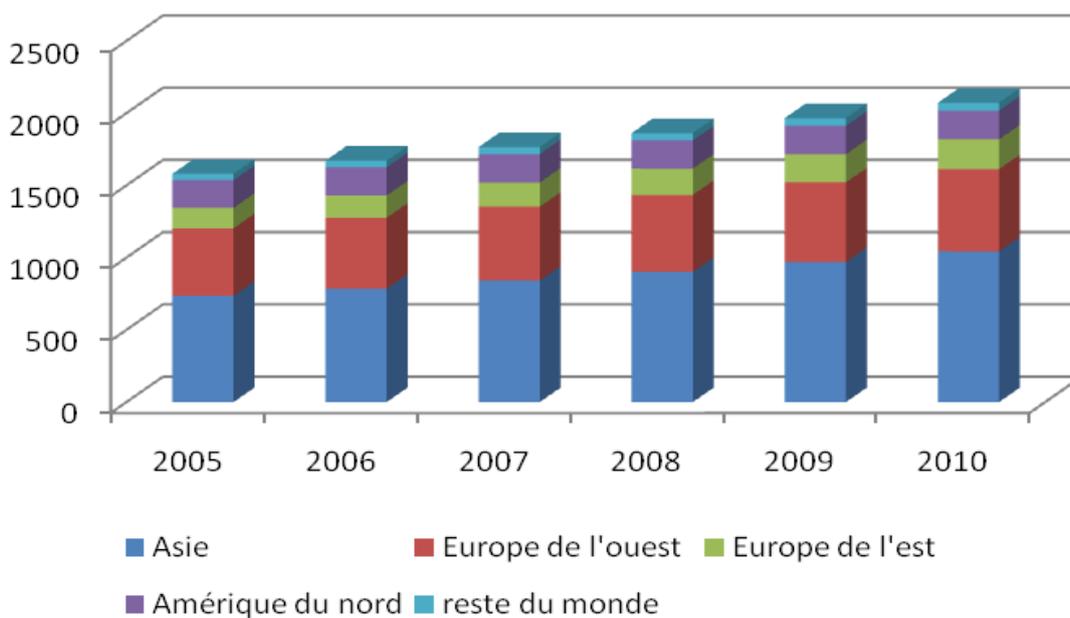


Figure C2 : Évolution de la consommation des produits surgelés (Source : Multivac , 2007)

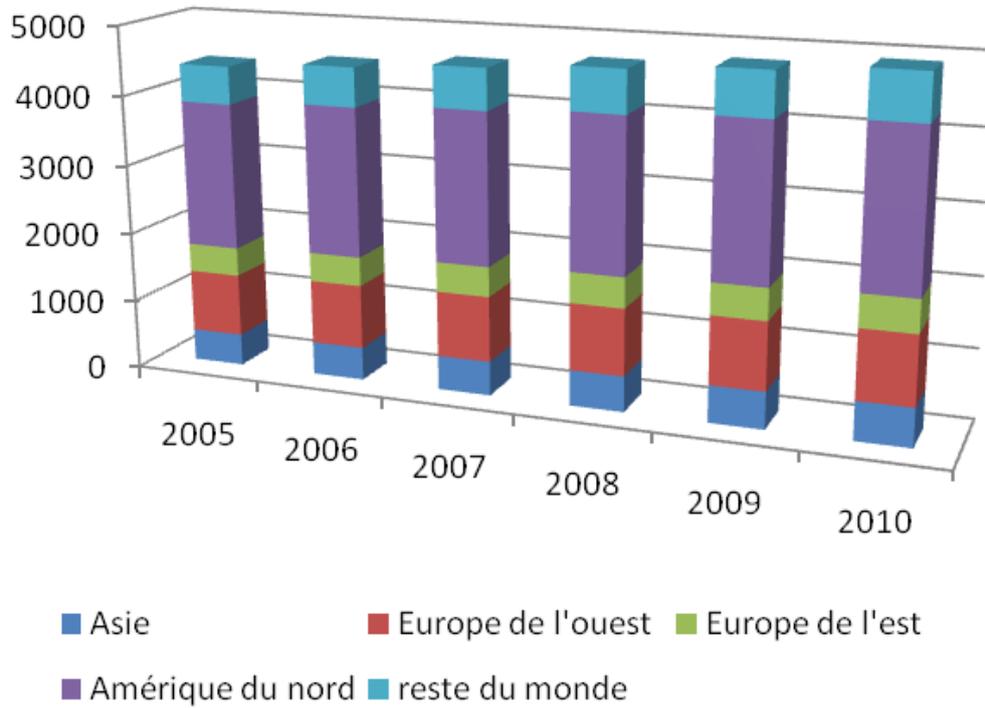
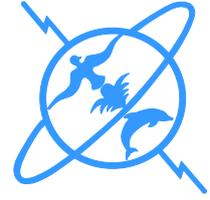
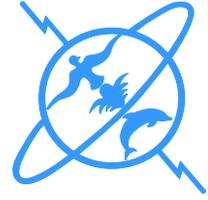


Figure D : Évolution mondiale de la consommation de conserves (Source : Multivac , 2007)



Quatrième séance : La Surpêche

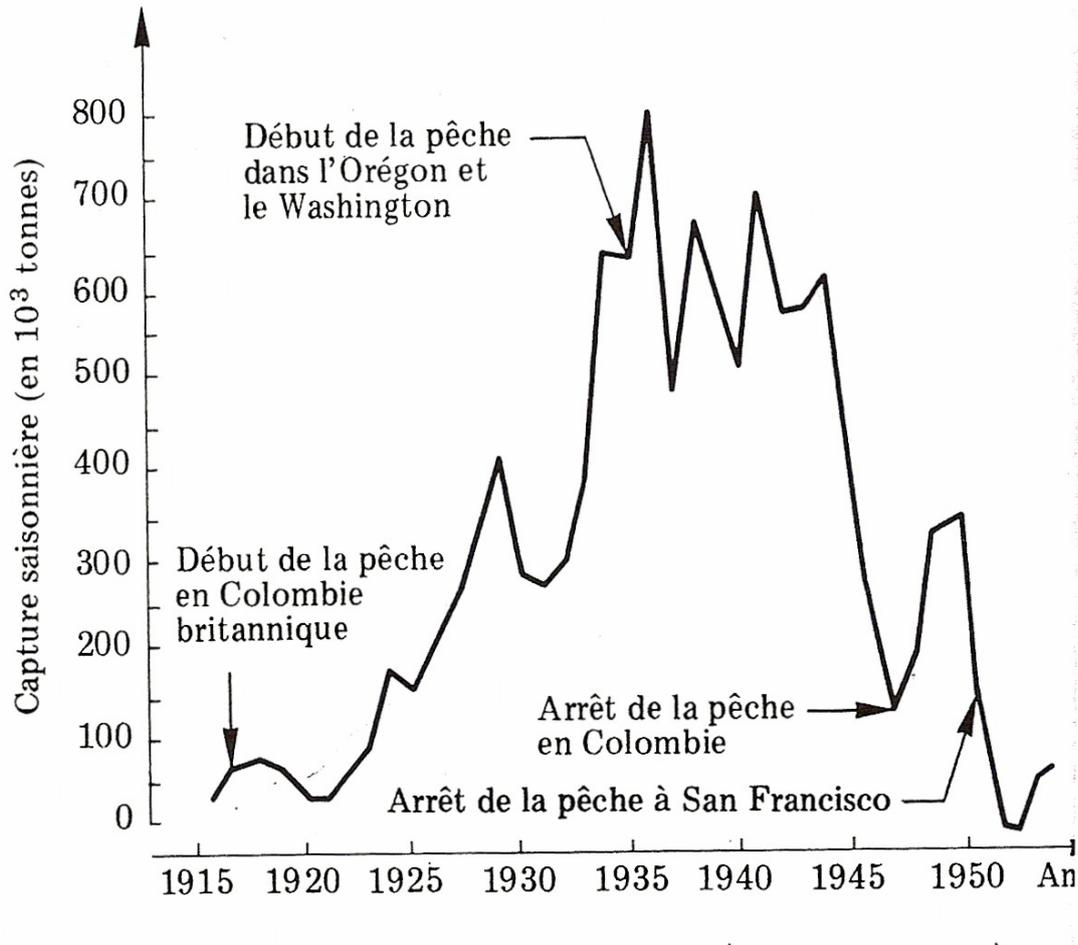


Figure 1 : L'effondrement subit des stocks de la sardine du Pacifique (*Sardinops coerulea*) à la fin année 40 constitue un excellent exemple des effets catastrophiques de la surpêche. Plus de 25 ans après l'arrêt de l'exploitation industrielle de cette espèce n'existait encore aucune preuve d'une reconstitution sensible des effectifs.

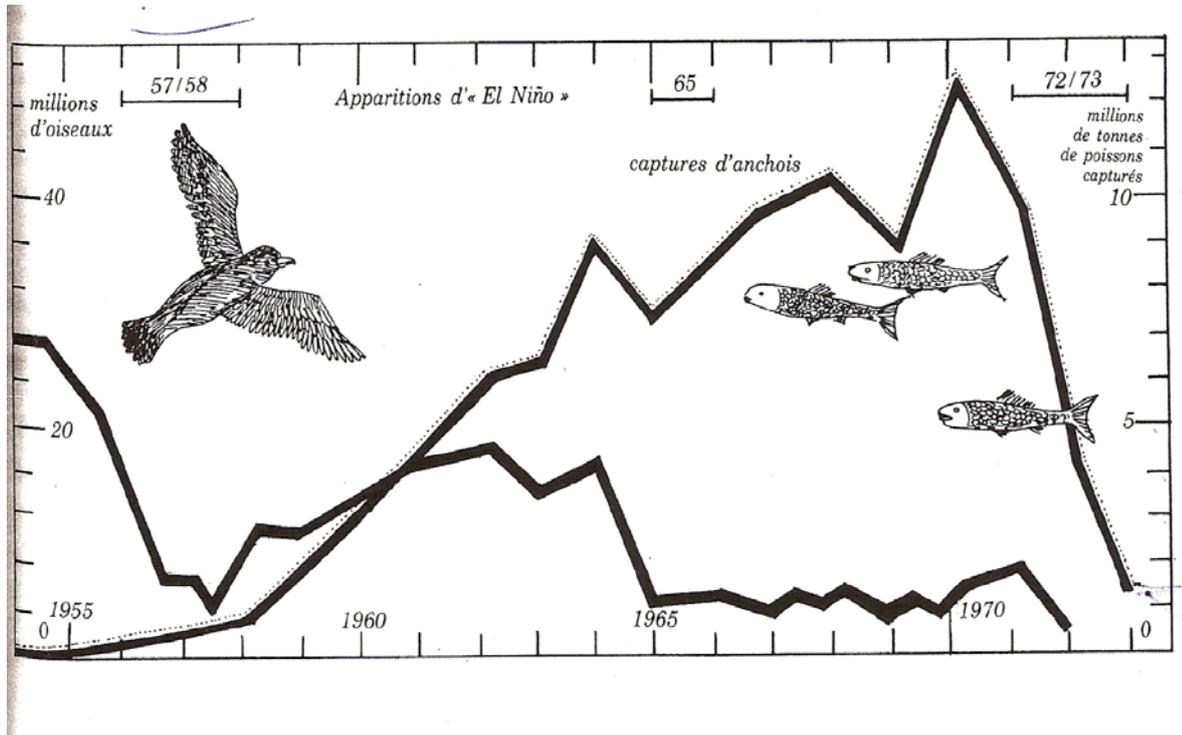
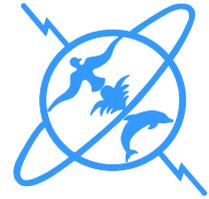


Figure 2 : Interférence entre les fluctuations d'intensité de l'upwelling littoral du Pérou, la surpêche et l'importance d'anchois (*Engraulis ringens*), ainsi que celle des populations d'oiseau à guano qui en vivent.

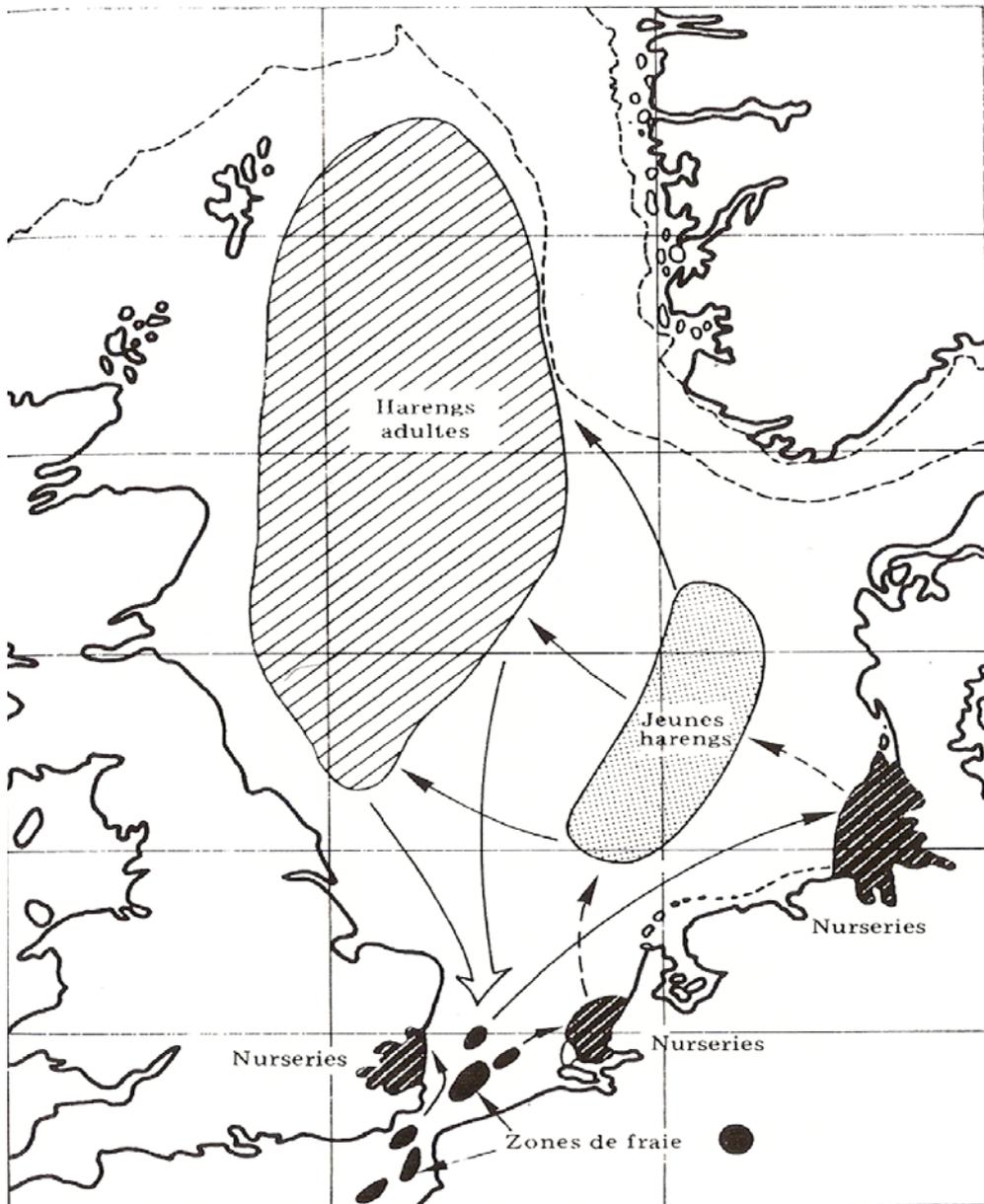


Figure 3 : Mouvement des jeunes harengs et des adultes appartenant au stock des downs, en Mer du Nord. En noir sont figures les frayères et les «nurseries» en grise. Le pointillé indique la ligne des 200 m de profondeur.

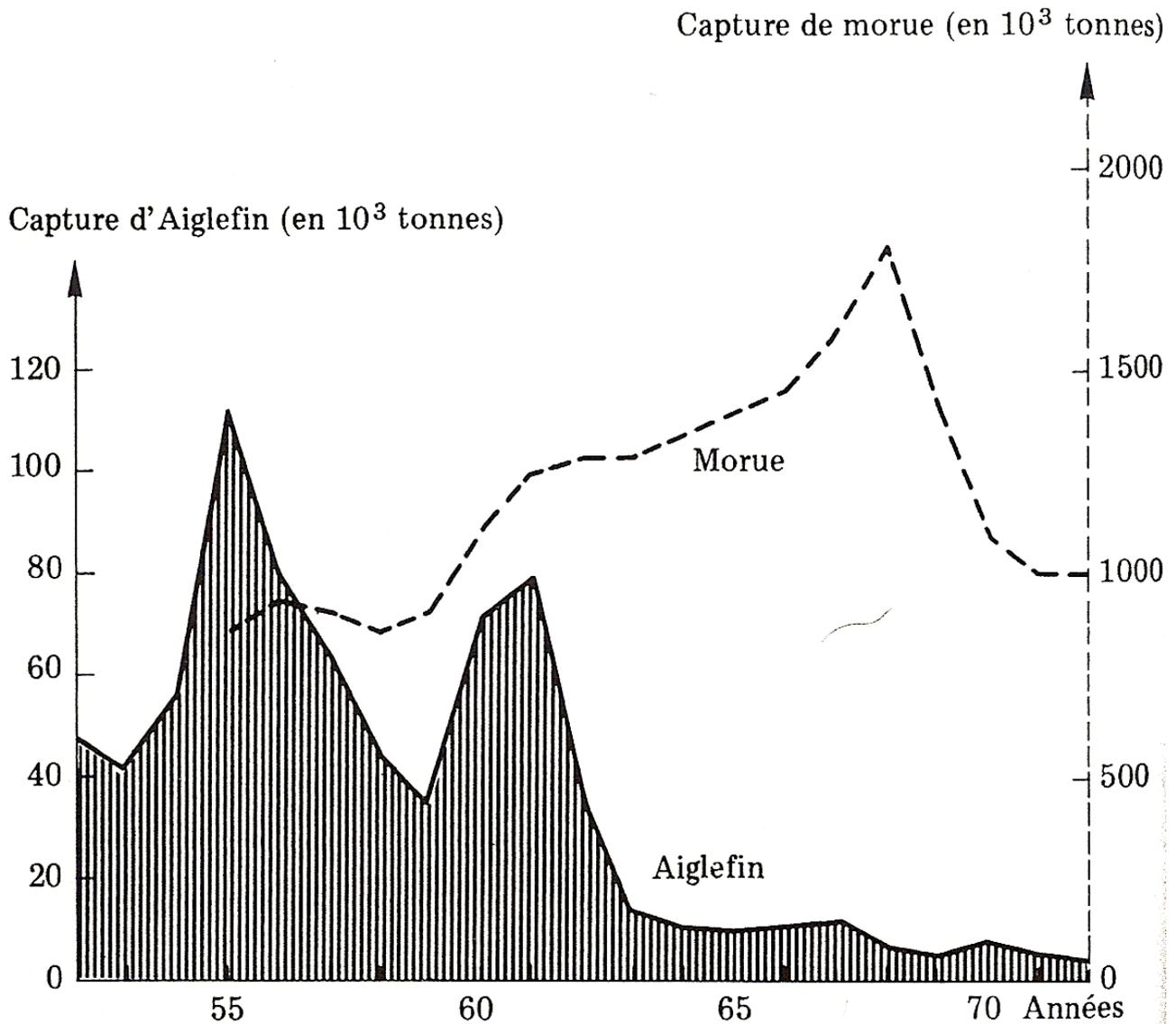
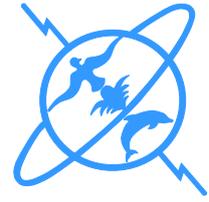
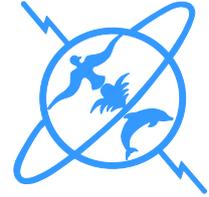


Figure 4 : Effondrement des stocks de Morue (trait pointille) et d'Aiglefin (continu) sur le littoral canadien depuis le grand banc de Terre-Neuve jusqu'au Sud de la mer de Baffin et des eaux groenlandaises par suite de la surpêche à laquelle ils ont été exposés au cours des années 60.



Cours 5/ Méthodes de gestion rationnelle des ressources biologiques

Cours 6/ L'optimisation des prélèvements des ressources océaniques

Descendants fécond

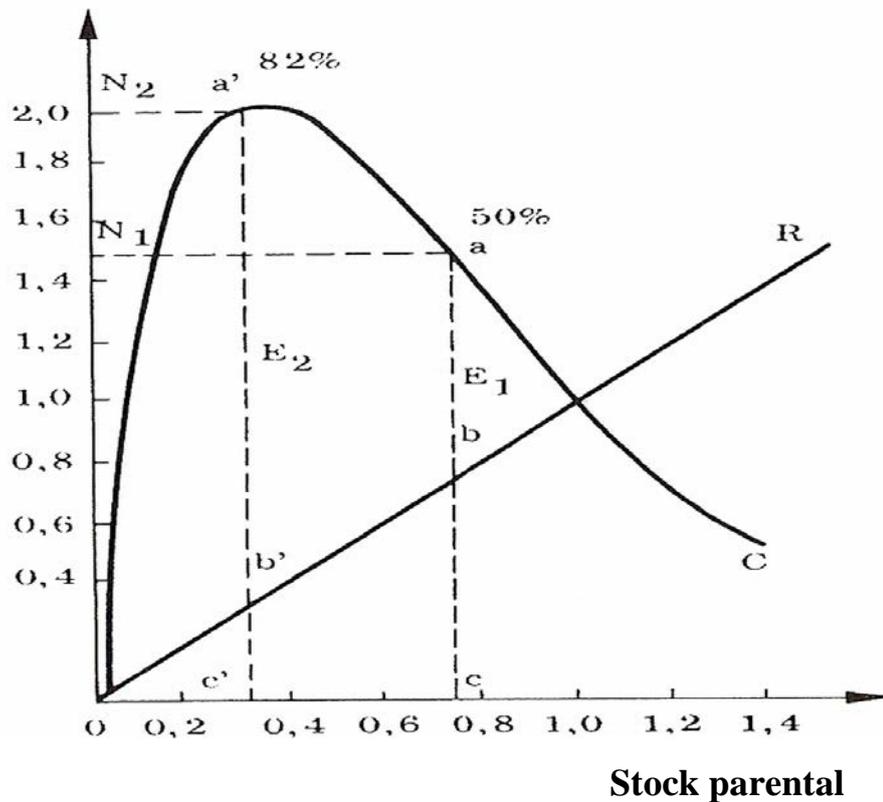


Figure 5 : Fondements démoécologiques de l'exploitation rationnelle d'un stock de poissons d'intérêt économique. Les stocks ne peuvent se maintenir que si les prélèvements effectués sont inférieurs ou égaux au segment parallèle aux ordonnées et de longueur au plus égale a la distance comprise entre la courbe et la droite OR(E). Le segment $ab = E_1$ correspond au prélèvement, bc au stock laisse pour la reproduction. Dans le cas présent, le plus grand surplus de reproduction compatible avec le rendement maximum d'exploitation est atteint pour un stock parental correspondant au segment OC' et pour lequel $a'b' = 82\%$ du nombre total de descendants féconds produits par une classe d'âge.

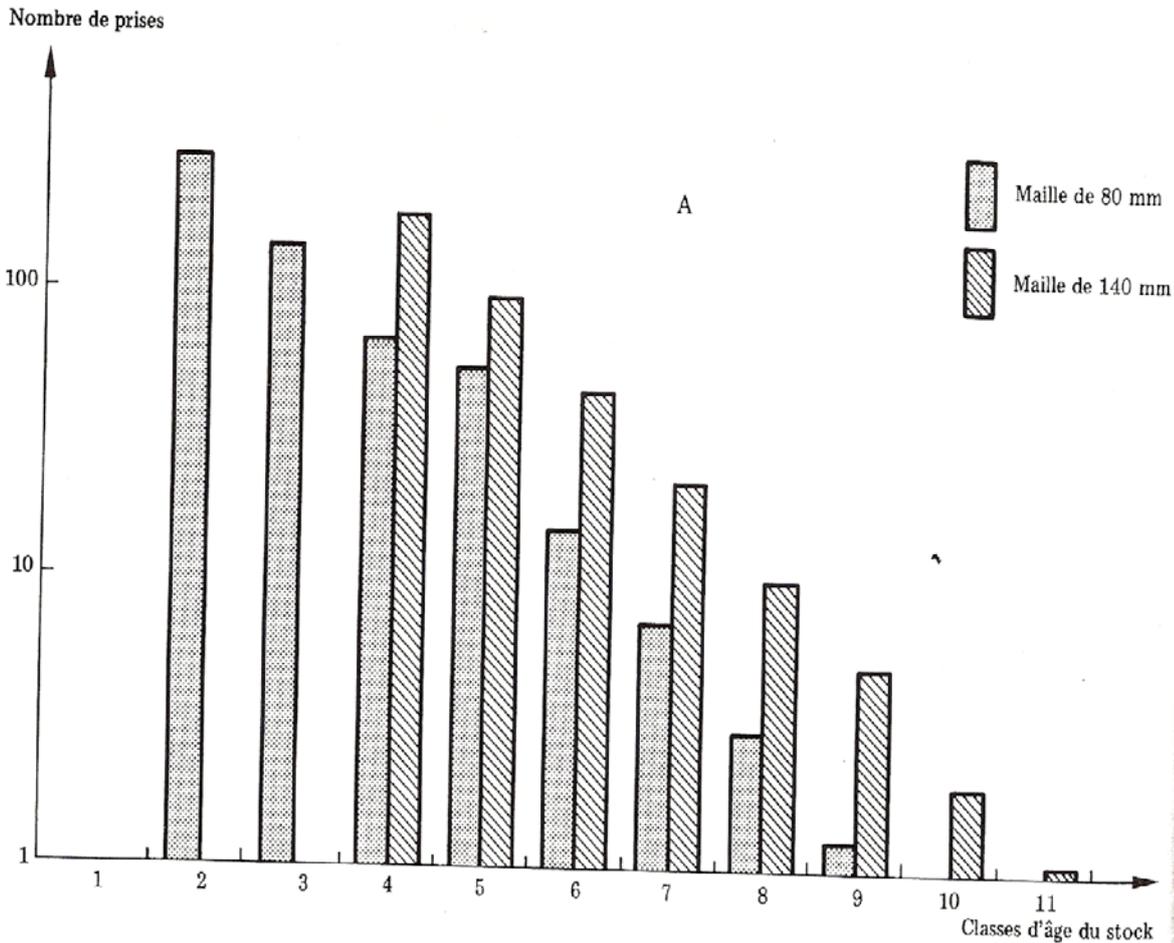
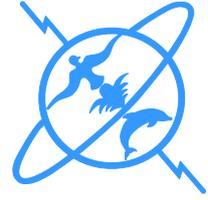


Figure 6a : Relation entre l'effort de pêche, le nombre d'individus prélevés et le poids des prises. En A est figurée la variation au nombre de prises (exprime en unité-logarithme) dans le stock en fonction de l'âge pour deux efforts de pêche différents. On voit qu'avec un plus grand effort de pêche (maille de 80 mm), on capture un plus grand nombre d'individus.

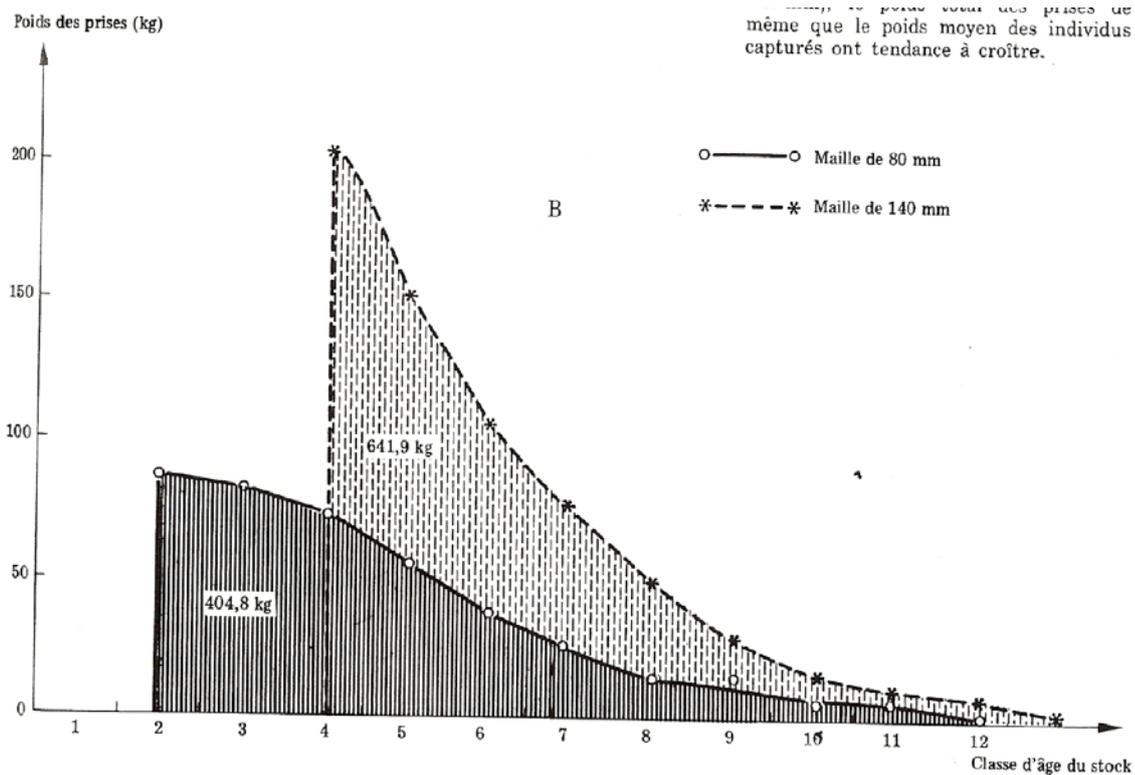
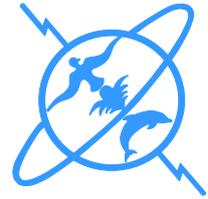


Figure 6b : Relation entre l'effort de pêche, le nombre d'individus prélevés et le poids des prises. En **B** est figure le poids capture en fonction du maillage. On constate qu'avec un plus faible effort de pêche, on obtient une meilleure production du stock. En effet, en augmentant le maillage (courbes pour 140 mm), le poids total des prises de même que le poids moyen des individus captures ont tendance à croître.

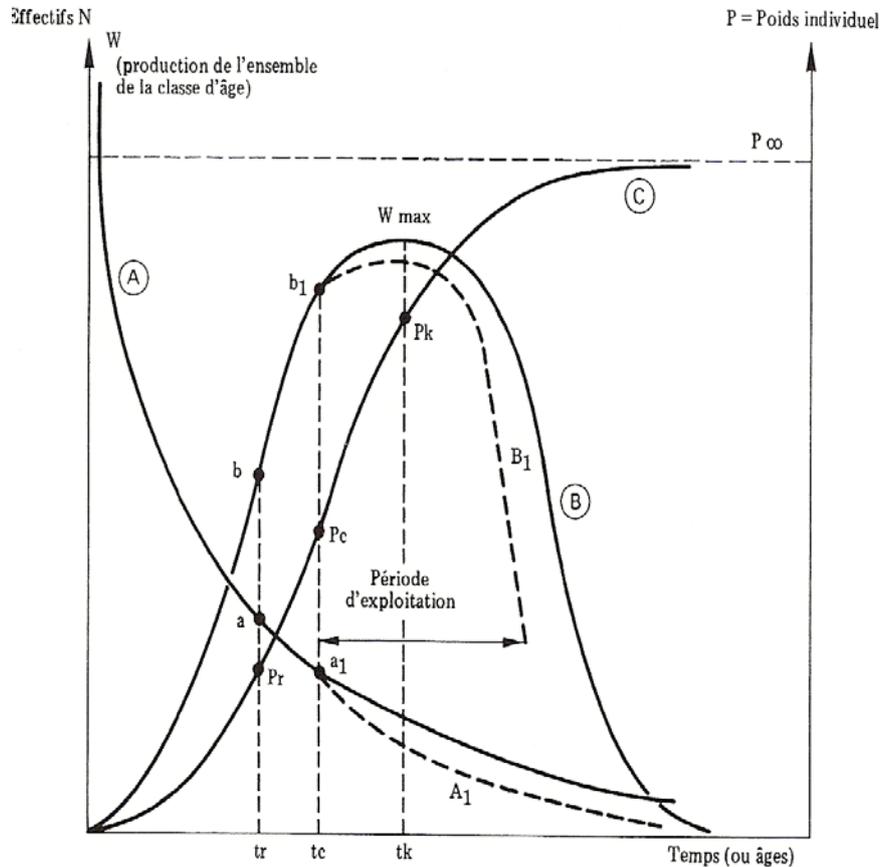
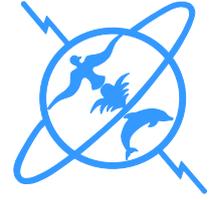


Figure 7 : Courbes représentant les principaux paramètres pris en considération par la théorie des pêches. A = Evolution du nombre total d'individus appartenant à une même classe d'âge en fonction du temps, B = Evolution pondéral du poids total d'une classe d'âge en fonction du temps, C = Evolution du poids individuel en fonction du temps, t_r = âge du recrutement dans le stock pêche, t_c = âge de la première capture, t_k = âge critique. P_r , P_c et P_k correspondent respectivement aux poids (donc aux tailles) moyens individuels relatifs aux âges t_r , t_c et t_k . A partir de l'âge de la première capture, la courbe des effectifs (A_1) et celle de la production W se situent au-dessous de celles qui décrivent l'évolution dans le temps de ces paramètres en l'absence de pêche, par suite de la mortalité halieutique. Les points a , b et a_1 , b_1 correspondent à la valeur des effectifs et de la production totale de la classe d'âge aux moments du recrutement et de la première capture. Théoriquement, il faudrait capturer à l'âge critique tous les individus de la classe d'âge considéré.