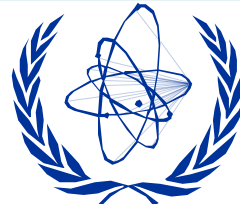
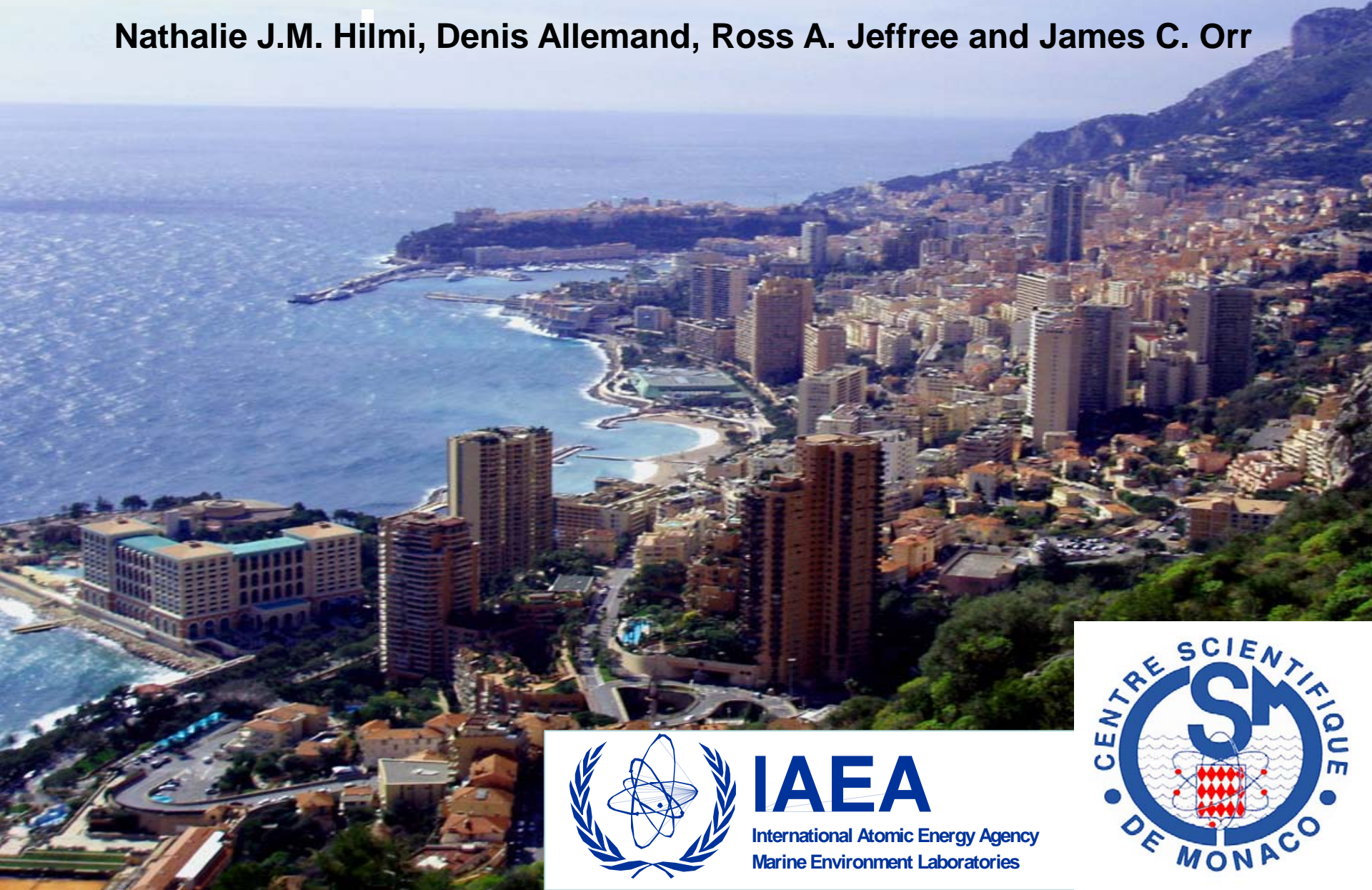


Acidification des océans : des effets biologiques aux impacts économiques

Nathalie J.M. Hilmi, Denis Allemand, Ross A. Jeffrey and James C. Orr



IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



La concentration de CO₂ atmosphérique augmente

*p*CO₂ Actuel : 385 ppm

Prévisions pour 2100 :

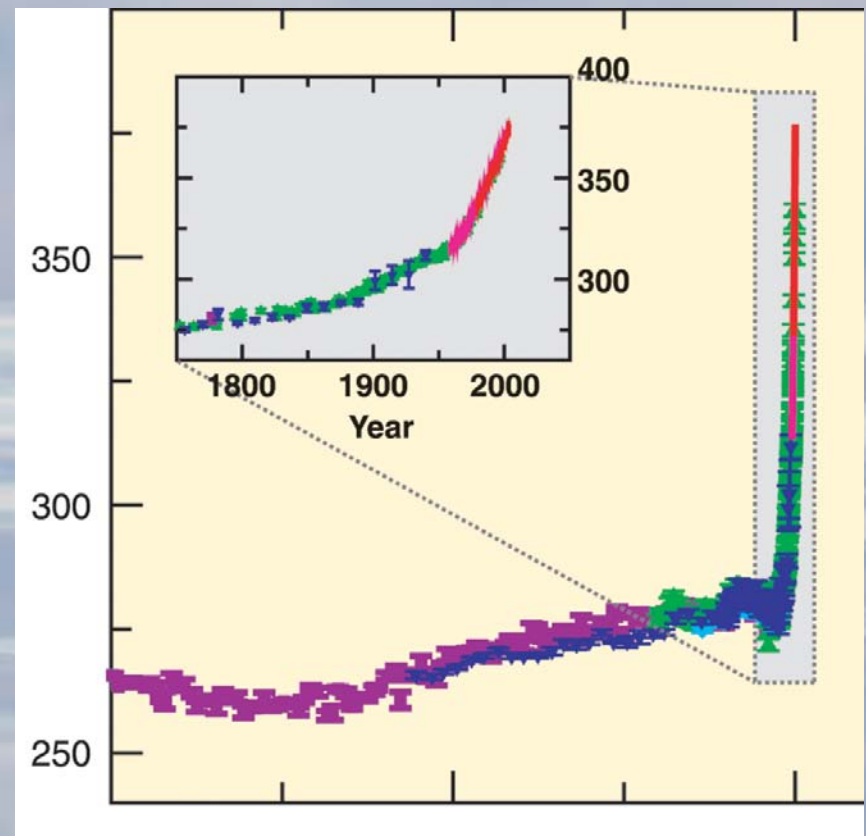
*p*CO₂ : 700 - 1000 ppm



Effet de serre

Température: +3°C

CO₂ (ppm)



10000

5000

Années (avant 2005)



IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



L'augmentation du Gaz carbonique (CO₂) et le réchauffement climatique : Un problème largement médiatisé... mais ce n'est pas le seul !



TIME

SPECIAL DOUBLE ISSUE



The Global Warming Survival Guide

51 Things You Can Do to Make a Difference

Les eaux profondes de la Méditerranée se réchauffent

NICE MATIN
31 Aout 92

La campagne océanographique dirigée par le professeur Jean-Pierre Bethoux en apporte la preuve : un peu plus d'un dixième de degré en trente ans. La "preuve par l'eau" de la réalité de l'"effet de serre" qui menace la planète

"Quelque chose se passe en Méditerranée!"
La réapparition d'espèces marines qui avaient quasiment disparu et que l'on voit à nouveau nidifier comme la pieuvre paon ou le poisson-lézard, la présence de petits méroux qui sont manifestement nés dans les eaux azuréennes (1), l'inquiétante prolifération de la "caulerpa taxifolia", cette algue tropicale accusée de stériliser les champs de posidonies.
Autant d'indices qui incitent certains chercheurs scientifiques à

avancer de plus en plus sérieusement l'hypothèse d'un réchauffement des eaux méditerranéennes.
Mais les investigations menées en ce sens se heurtent à deux obstacles majeurs : l'extrême variabilité des eaux de surface qui rend l'interprétation des relevés fort complexe et la carence en données thermiques qui soient échelonnées sur une période suffisamment longue (trente à quarante ans).
"On ne pourra statuer sur la réalité d'une élévation des températures de surface (de zéro mètre à cent cinquante mètres) que dans quelques décennies! Lorsque la bass comparative sera élargie et que les mesures de toutes sortes, satellitaires et autres, auront été multipliées" souligne Serge Dallo, chercheur à l'Observatoire océ-

À sa grande surprise, le chef de mission, M. Jean-Pierre Bethoux, directeur de recherches au C.N.R.S. (laboratoire de physique et chimie marine de l'Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer) a alors constaté une hausse de la température, depuis trente ans, s'établissant de 0,12 à 0,13

Cette descente de la surface vers les profondeurs s'effectue en décembre et mars.
C'est donc paradoxale le hiver que les abysses marines réchauffent.
Un peu plus d'un dixième degré en trente ans. Si peu

Sous haute surveillance



Mais l'effet de serre n'est pas le seul problème lié à l'augmentation du CO_2

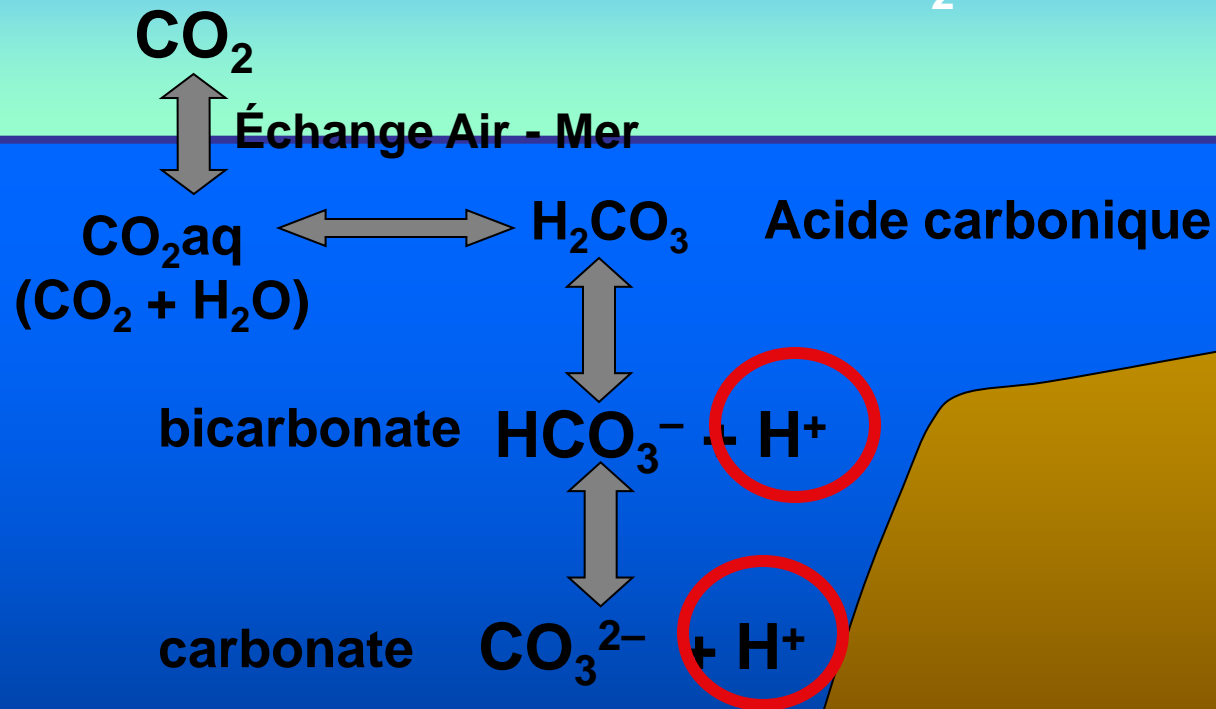
Ocean Acidification:
The Other CO_2 Problem

Scott C. Doney,¹ Victoria J. Fabry,² Richard A. Feely,³

Le CO_2 se dissout dans l'eau de mer, diminuant l'effet de serre... mais provoquant d'autres effets

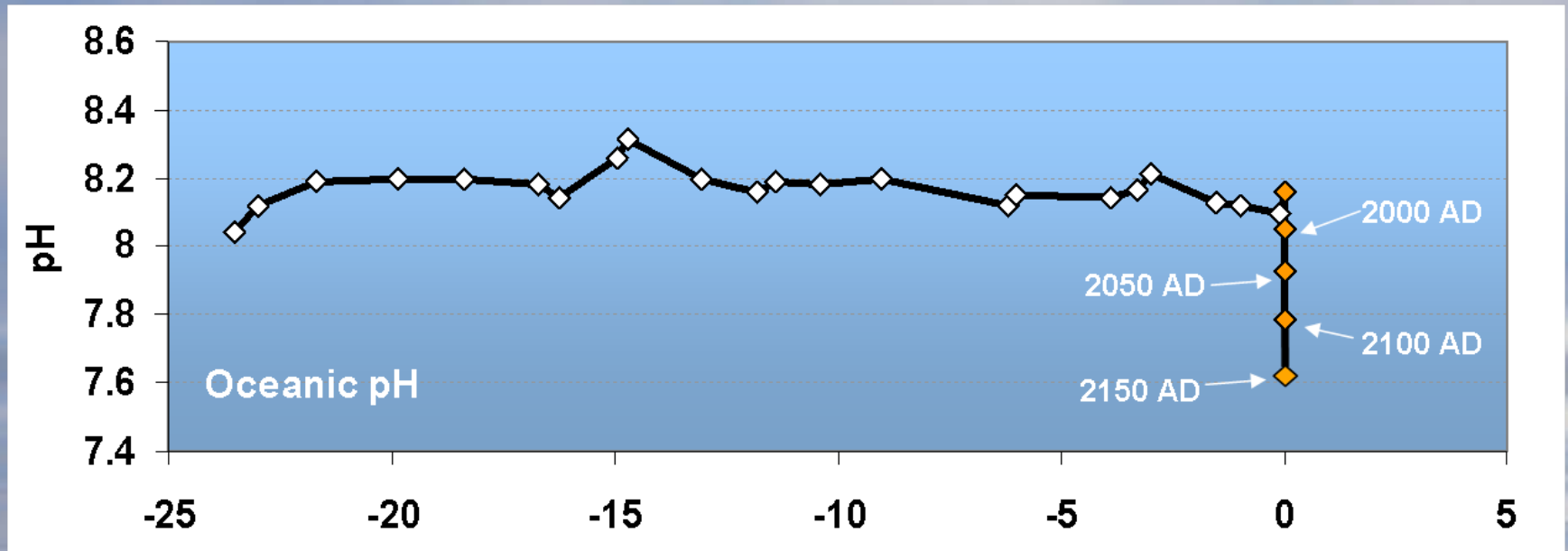
25 millions de tonnes/ jour

1/3 à la moitié du CO_2 absorbé par l'EM



H^+ ↑ ↓ pH ←

Acidification des Océans

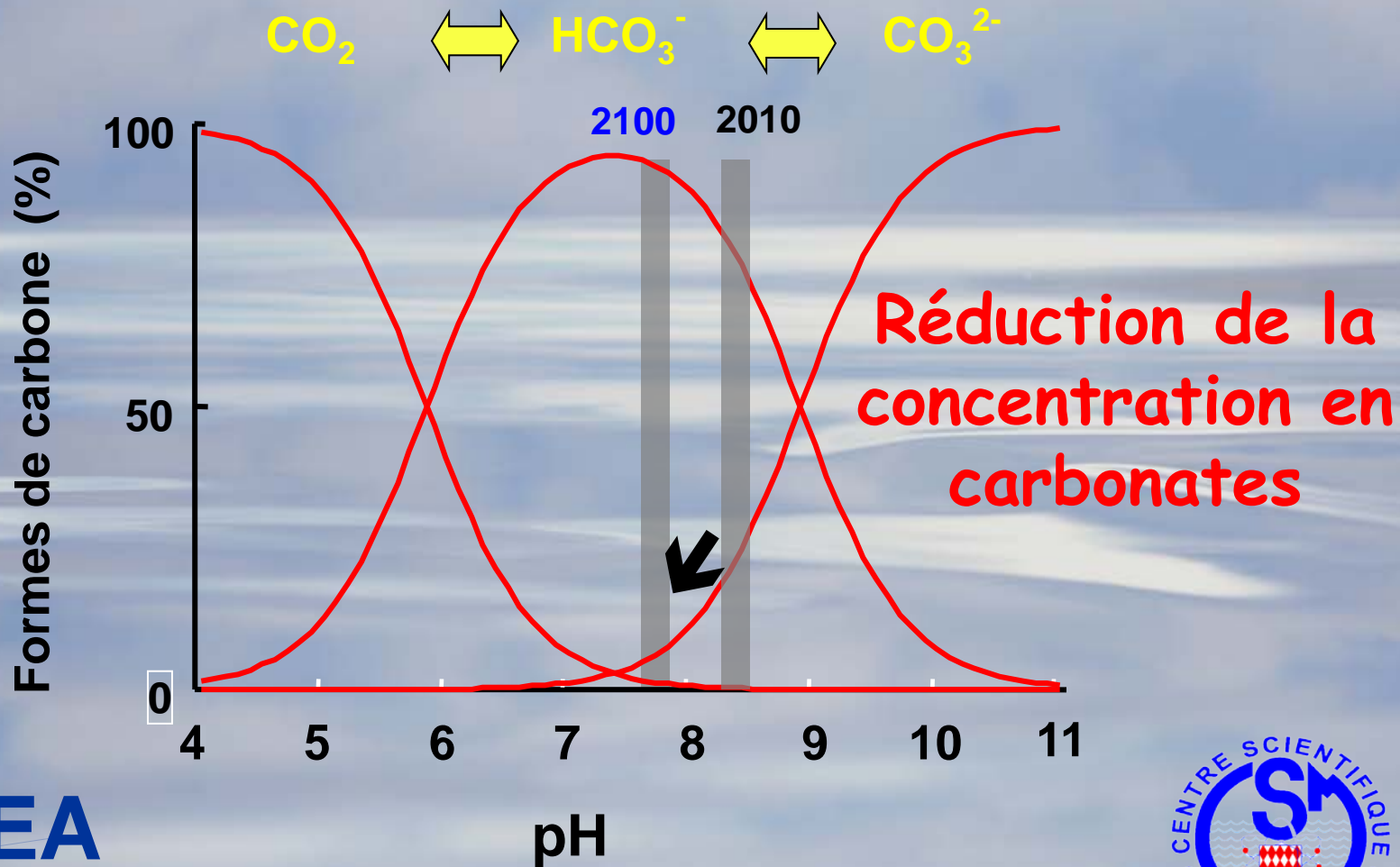


Temps (millions d'années)

Mer du Nord

D'après Blanckford et Gilbert 2007

Conséquences sur la chimie des carbonates

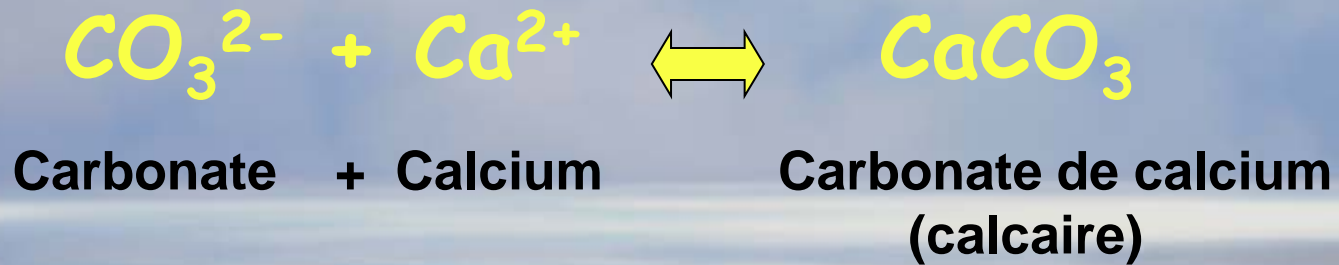


IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



Or les carbonates constituent une brique essentielle pour la construction des squelettes en calcaire

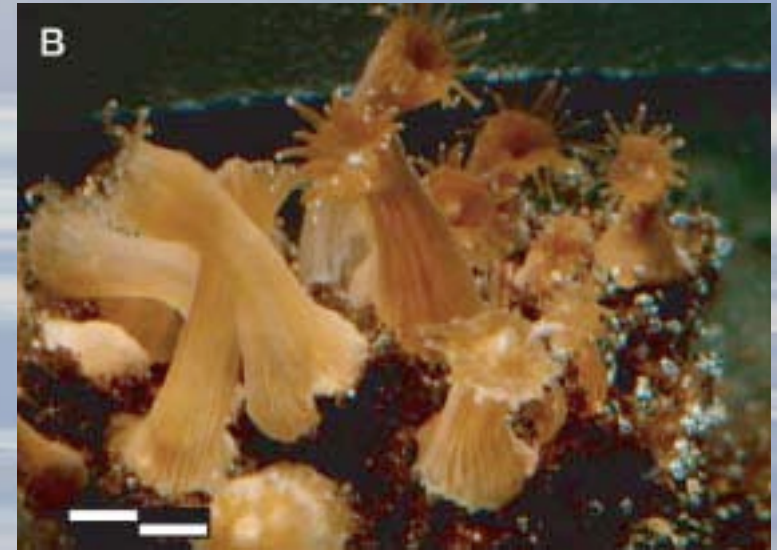


Réduction de la
calcification

Or les carbonates constituent une brique
essentielle pour la construction
des squelettes en calcaire
Ou même une décalcification...



pH 8,2 (normal)

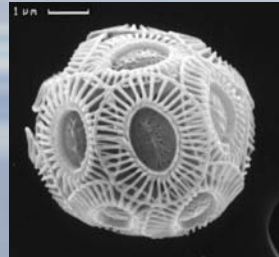


pH 7,4 (+ acide)

Oculina patagonica (Méditerranéen)
Fine et Tchernov Science (2007)

Impacts Biologiques de l'acidification des océans

↳ Cibles majeures :
les organismes à coquille de calcaire



↳ Mais aussi secondairement sur les
organismes sans coquille calcaire

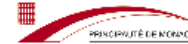


Les implications écologiques



Des prises en compte scientifiques et politiques

SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE OCEAN IN A HIGH-CO₂ WORLD MONACO - OCTOBER 6-9, 2008



Monaco Declaration

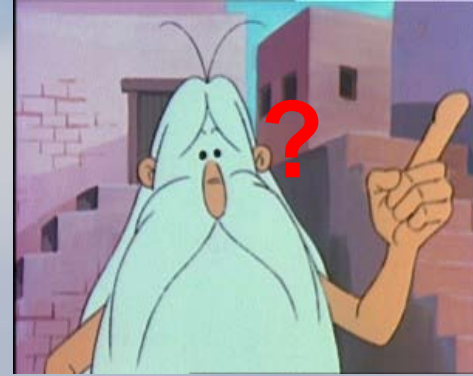


It was while taking part in the working sessions of the scientific community, which met in Monaco last October for the second international symposium *The Ocean in a High-CO₂ World*, that I expressed my earnest wishes for the *Monaco Declaration* to be drafted. The seas and oceans absorb one-fourth of the carbon dioxide emitted to the atmosphere from human activities, which in turn is driving their acidification at a rate that is unprecedented. This chemical modification will alter marine ecosystems, upon which over half of the world's population depends for its primary source of food. This declaration, based on irrefutable scientific findings and signed by 155 scientists from 26 nations, sets forth recommendations, calling for policymakers to address this immense problem. I strongly support this declaration, which is in full accord with my efforts and those of my Foundation to alleviate climate change. I hope that it will be heard by all the political leaders meeting in Copenhagen in December 2009.

H.S.H. Prince Albert II



Le but de nos travaux



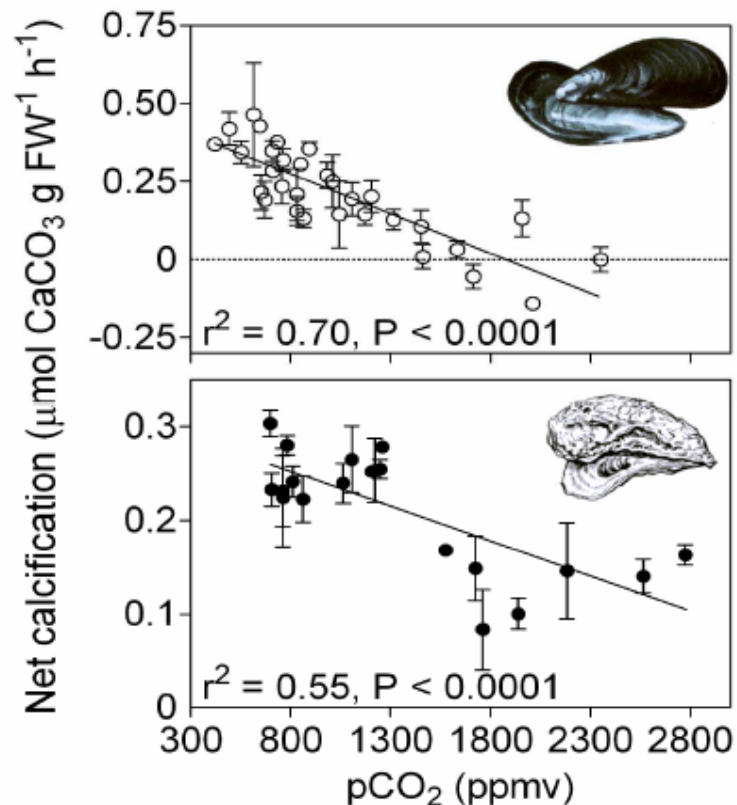
Associer de façon étroite économistes et biologistes afin d'étudier les impacts de l'acidification des Océans.

- ↪ Biologie des produits de la mer
- ↪ Économie des pêches / aquaculture / tourisme

Mollusques



Espèces commerciales clés



Crassostrea gigas

À 740 ppm (2100), 2h : calcif \searrow 10%

Crassostrea gigas plus tolérante que *Ostrea edulis*: Mortalité à pH 6.0 vs 6.9.

Stades larvaires hautement sensible à l'AO
40% inhibition de la croissance à pH 7,6

D'après Gazeau et al. GRC 2007

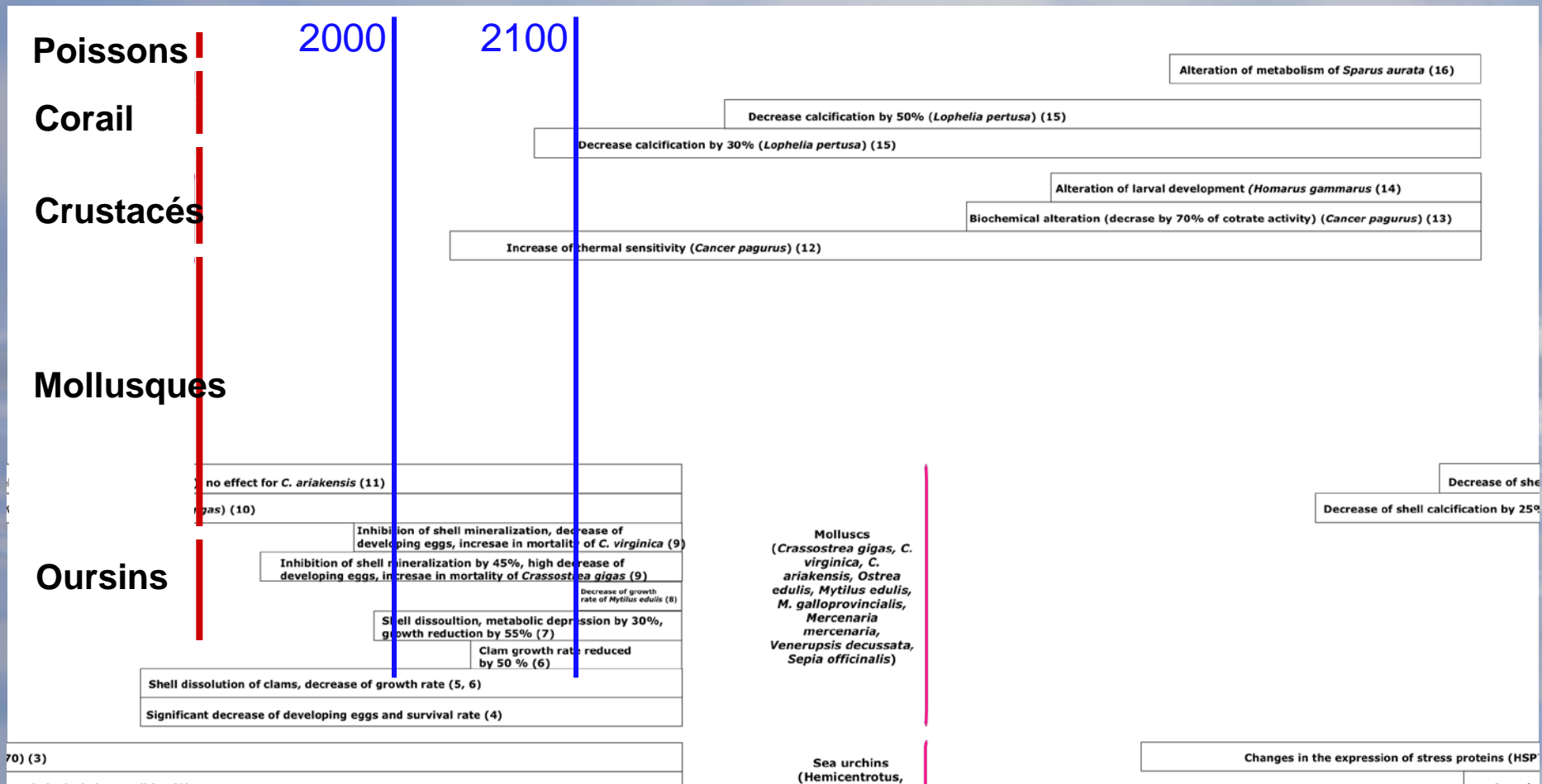


IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



Sensibilité des produits de la mer



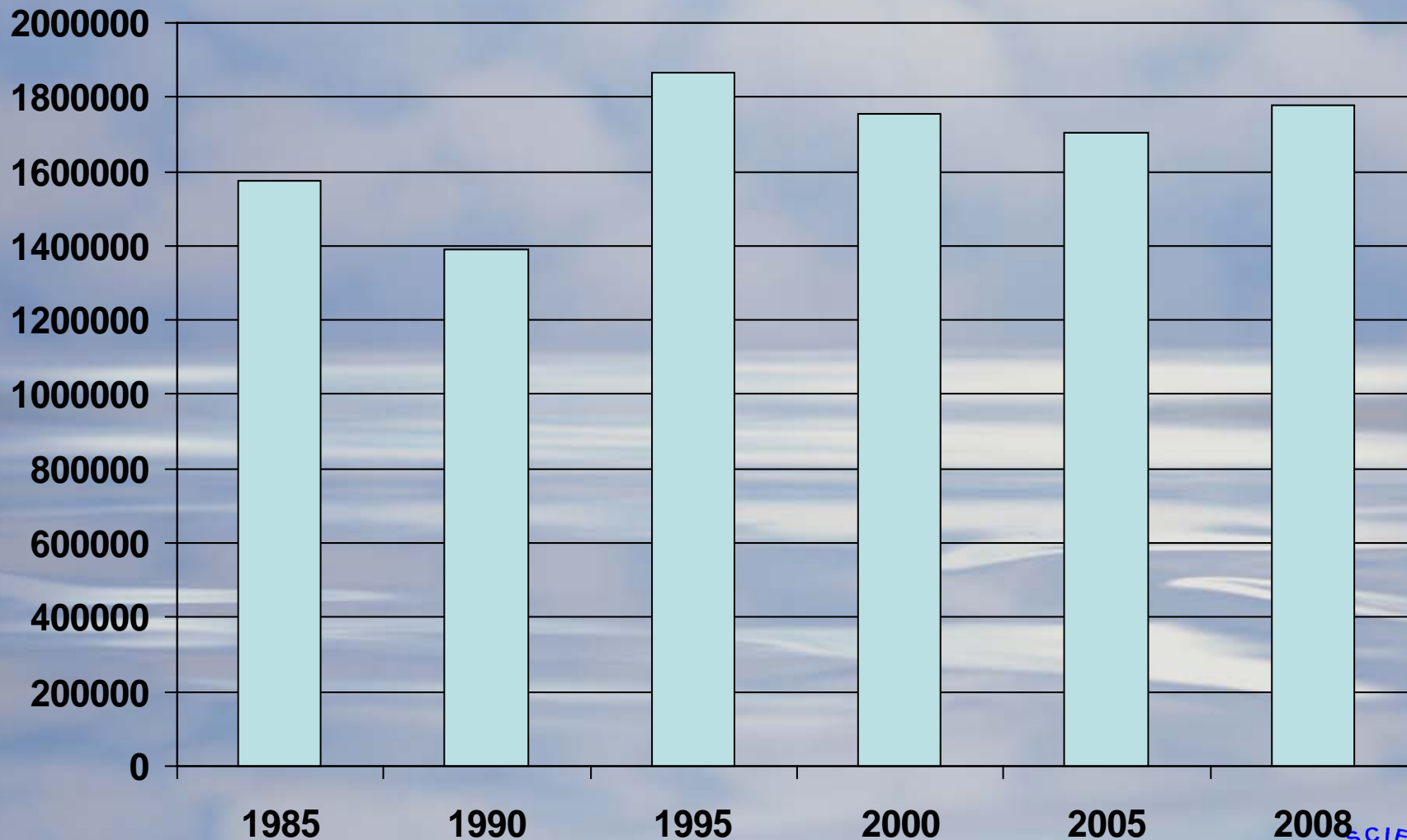
IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



Importance des pêches et aquaculture dans les pays méditerranéens.

Production totale de la pêche dans le bassin méditerranéen..



Production Totale MED

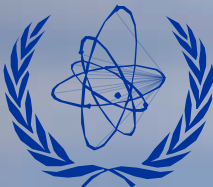
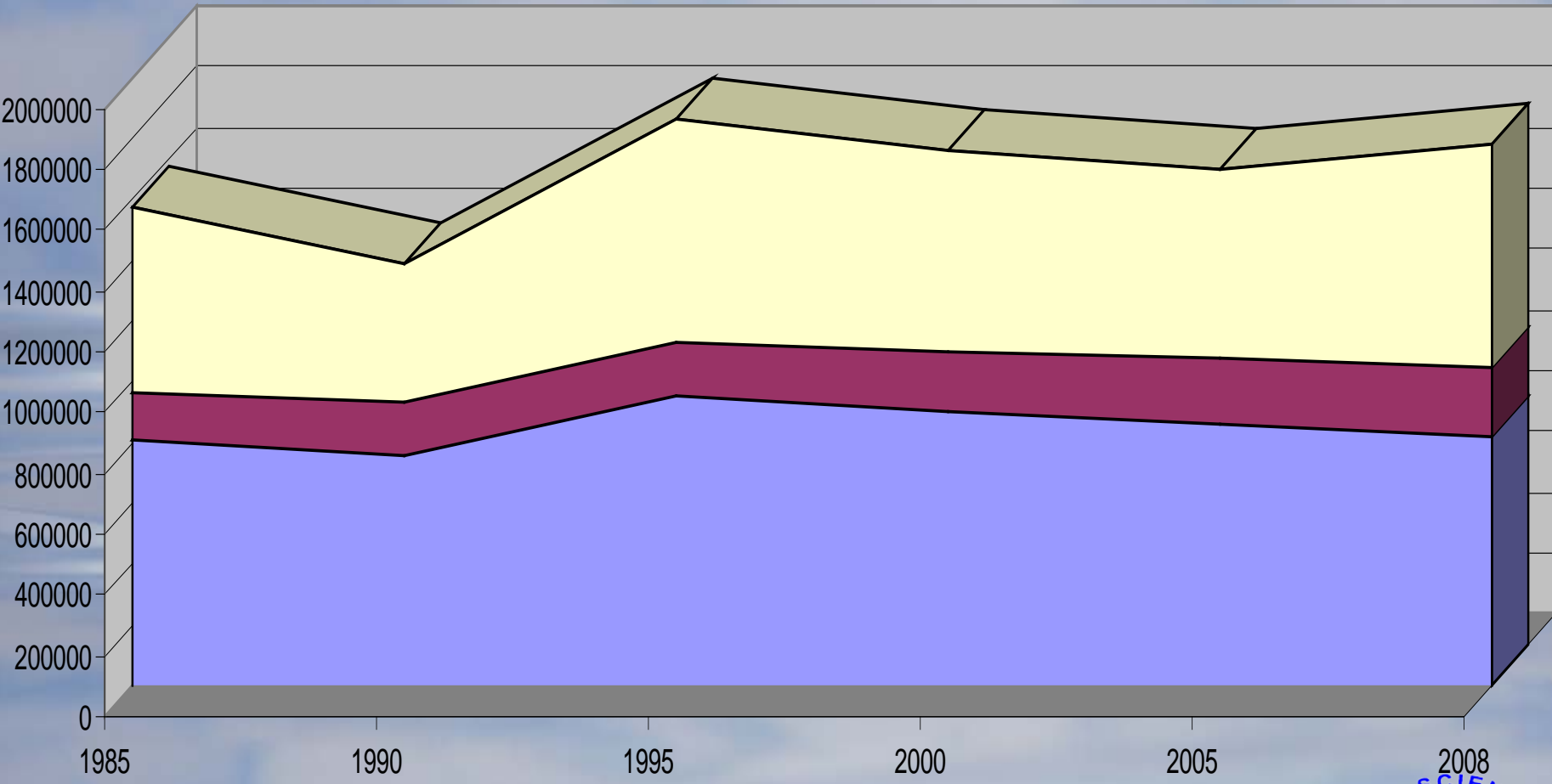


IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



Production des pays méditerranéens en fonction du niveau du revenu.



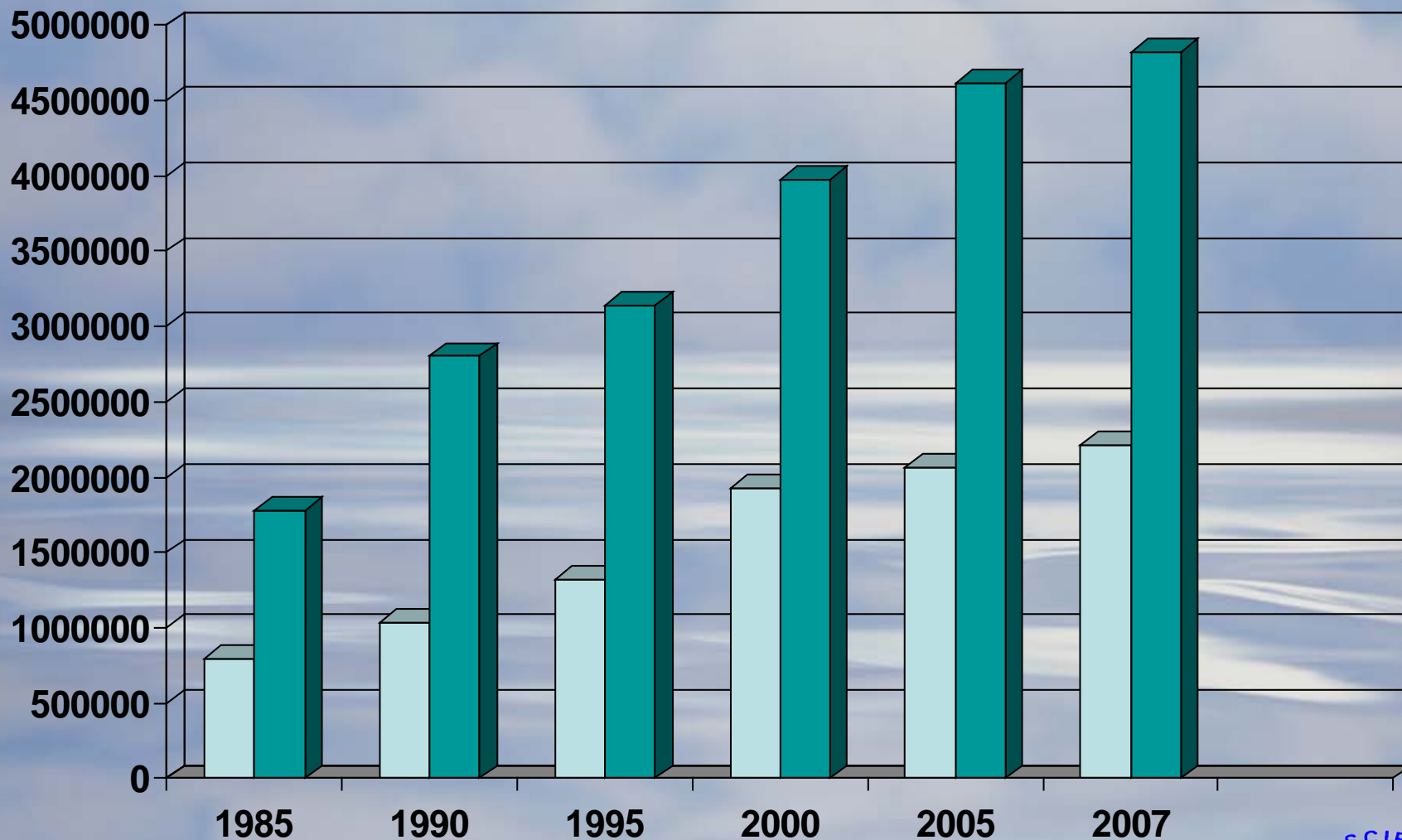
IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories

■ TOTAL High Income ■ TOTAL Low middle income ■ TOTAL Upper middle income



Commerce de la Pêche en volume dans le bassin méditerranéen.



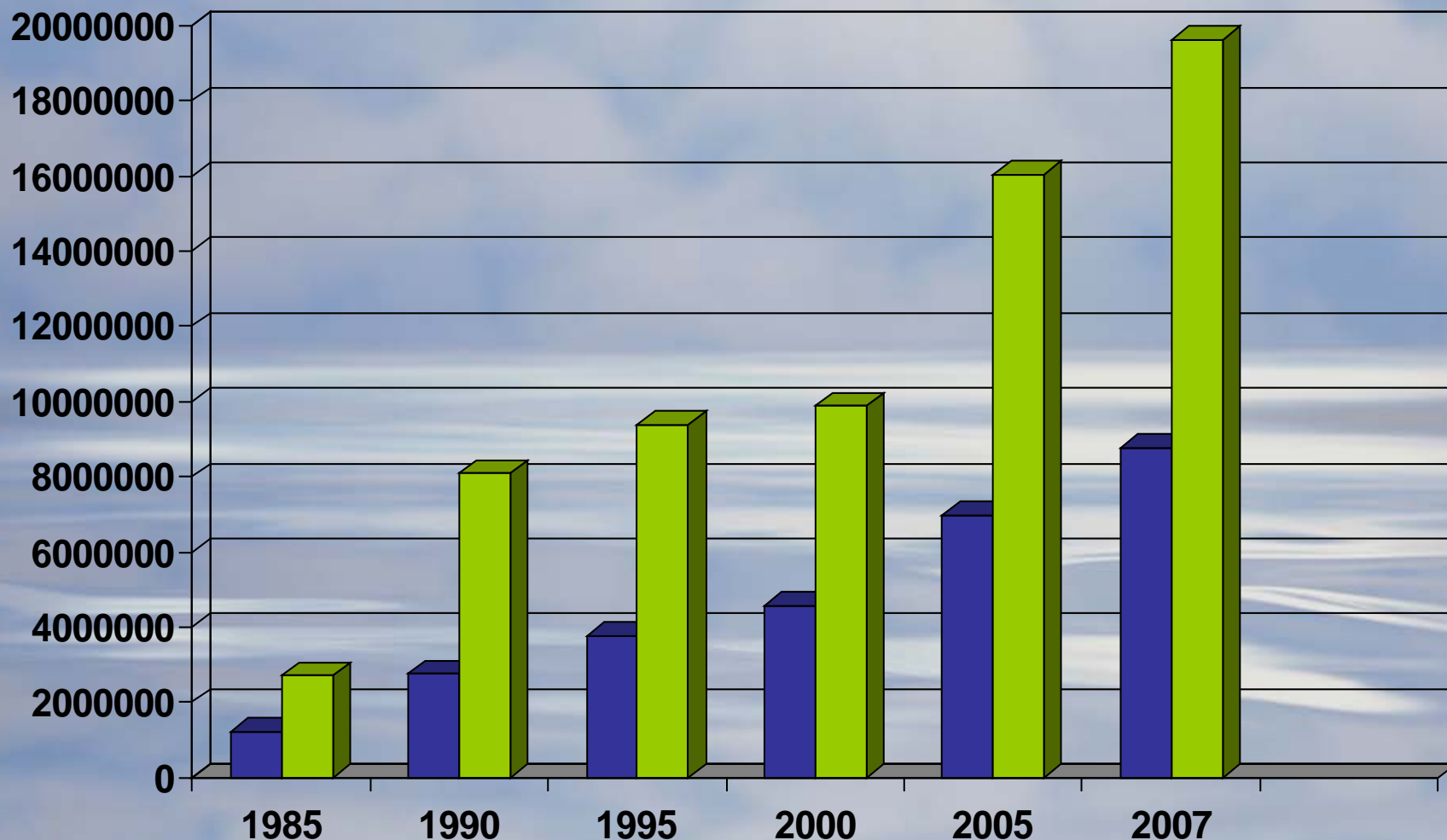
■ Exportations en volume ■ Importations en volume



IAEA
International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



Commerce de la Pêche en valeur dans le bassin méditerranéen.

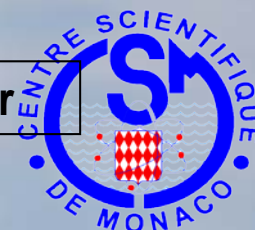


IAEA

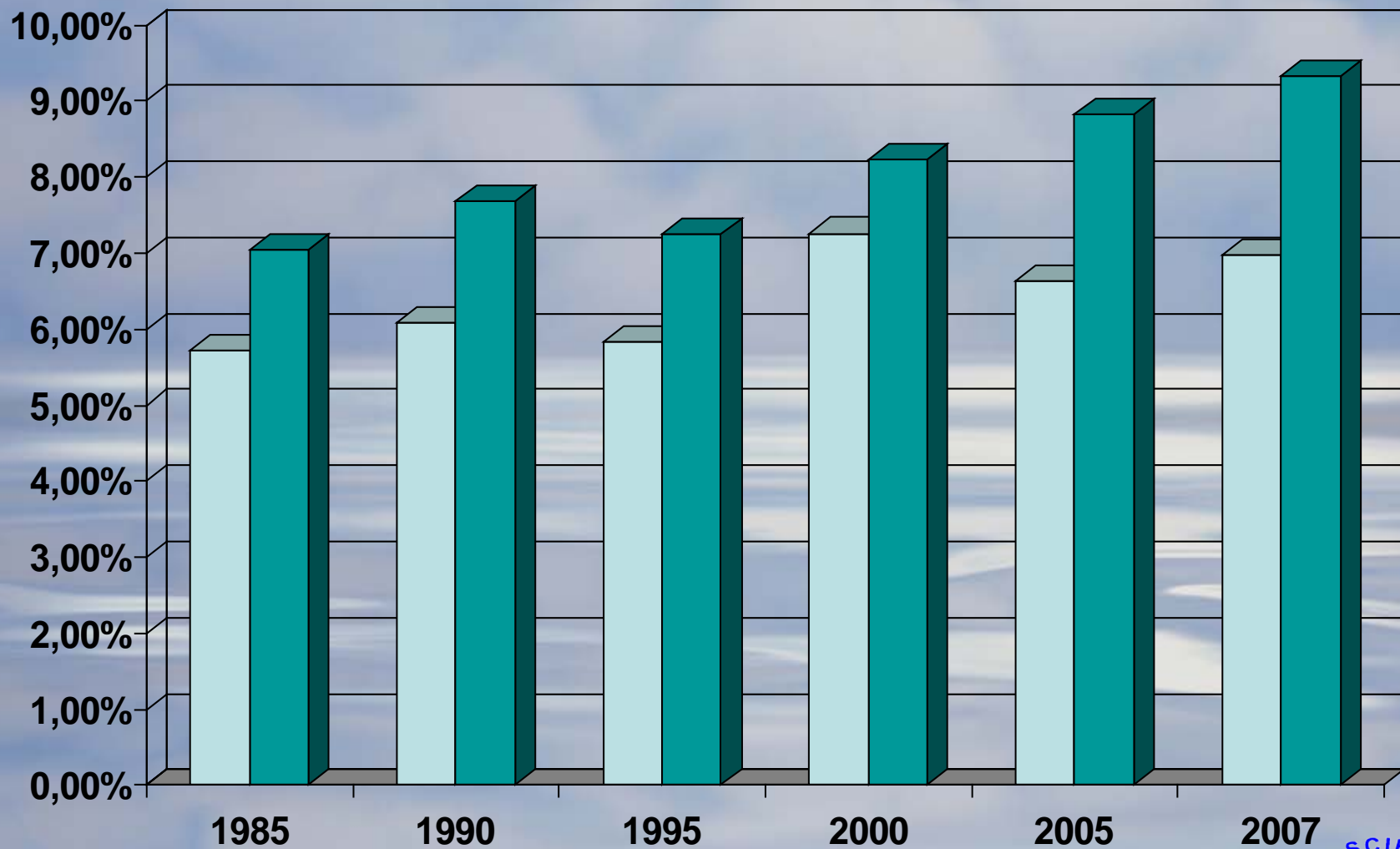
International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories

■ Exportations en valeur

■ Importations en valeur



Poids des exportations de la pêche du bassin méditerranéen dans le commerce mondial.



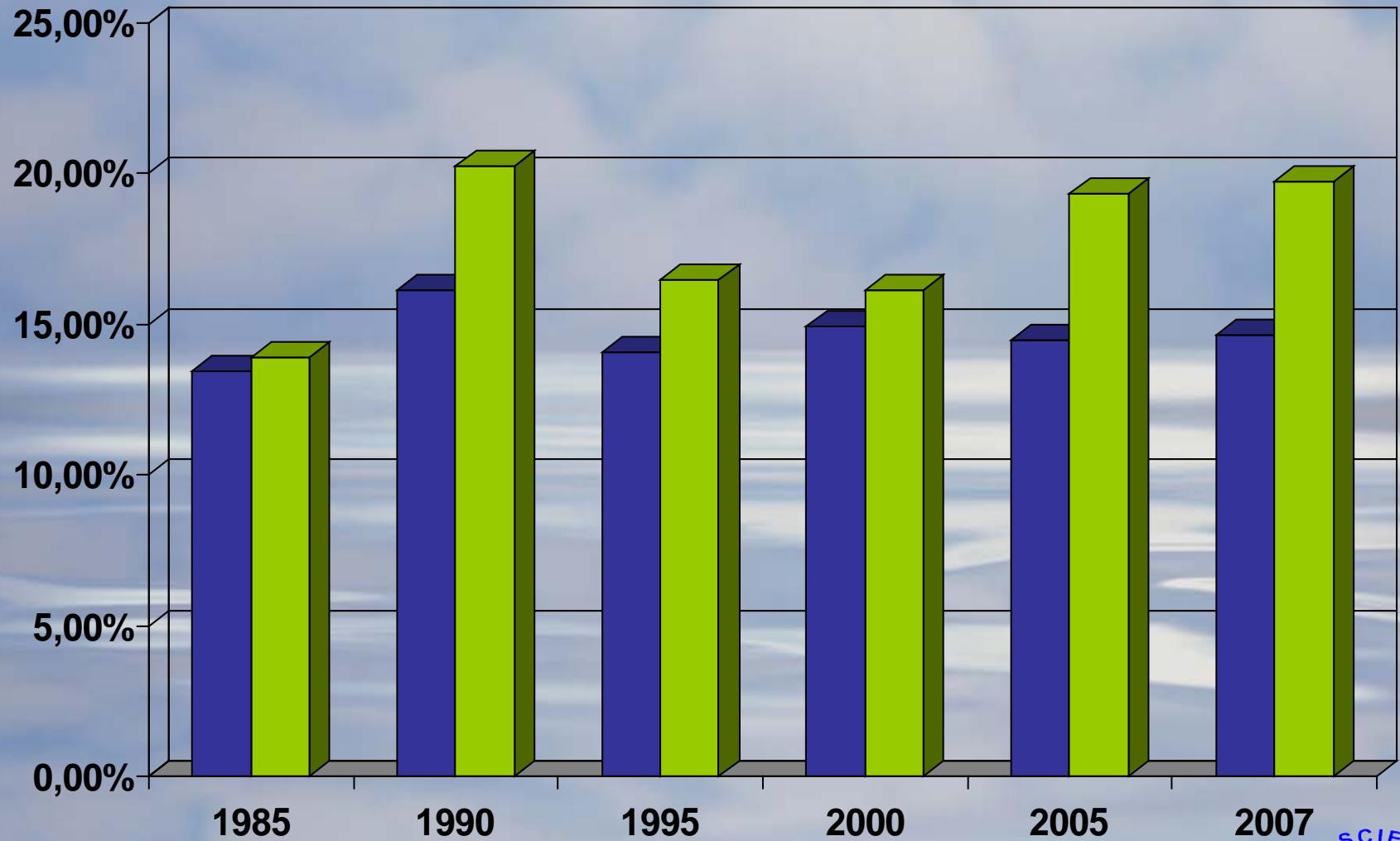
IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories

■ Exportations en volume ■ Exportations en valeur



Poids des importations de la pêche du bassin méditerranéen dans le commerce mondial.



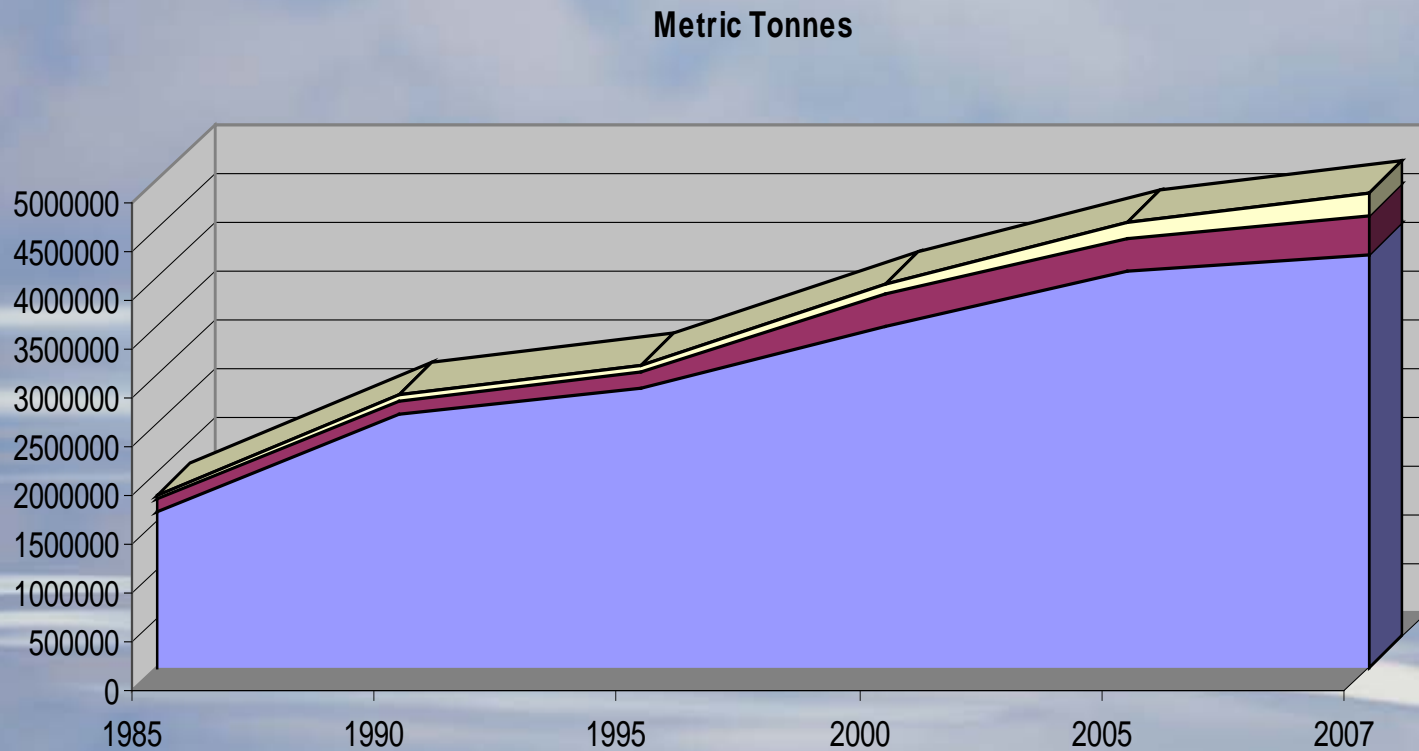
IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories

■ Importations en volume ■ Importations en valeur



Importations des pays méditerranéens en fonction du niveau du revenu.

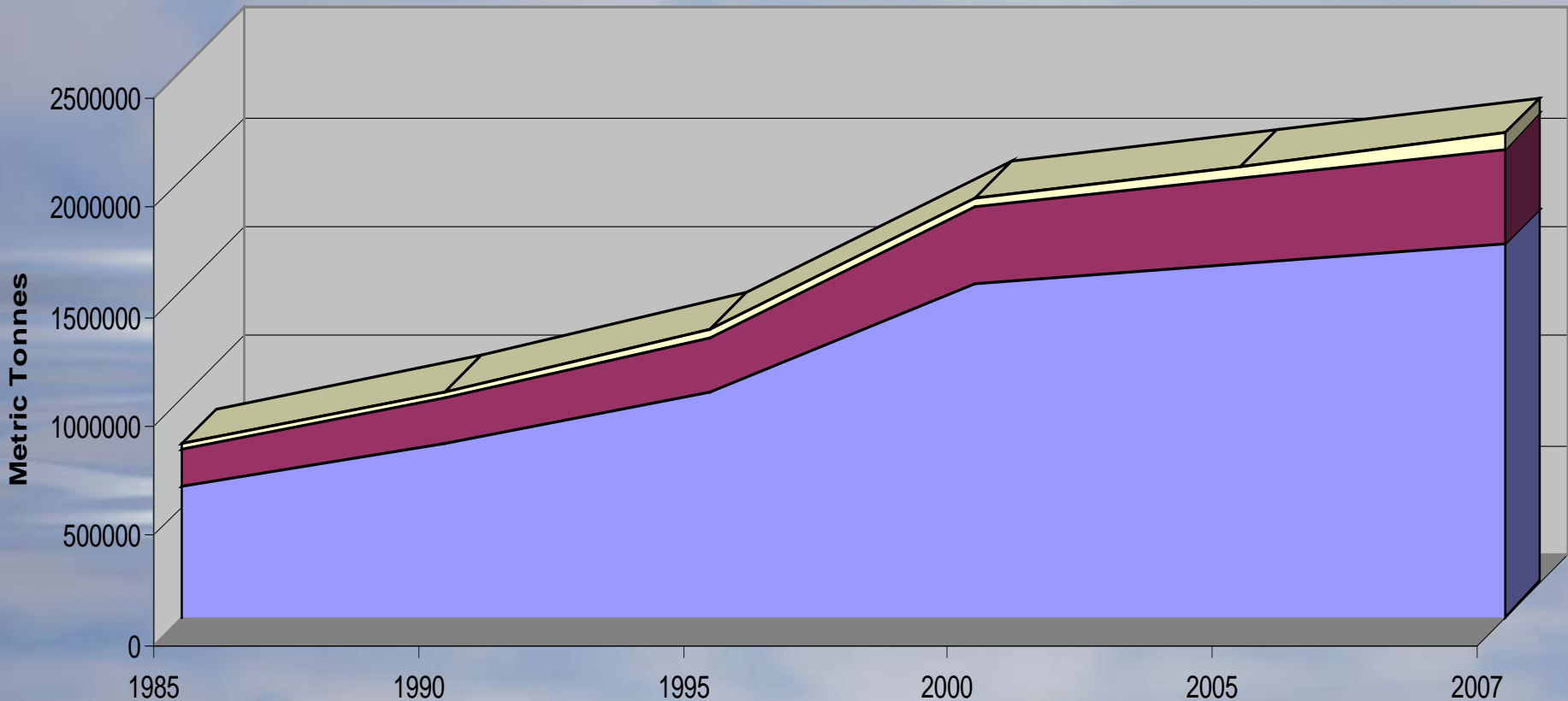


■ TOTAL High Income

■ TOTAL Low Middle Income

■ TOTAL Upper Middle

Exportations des pays méditerranéens en fonction du niveau du revenu.



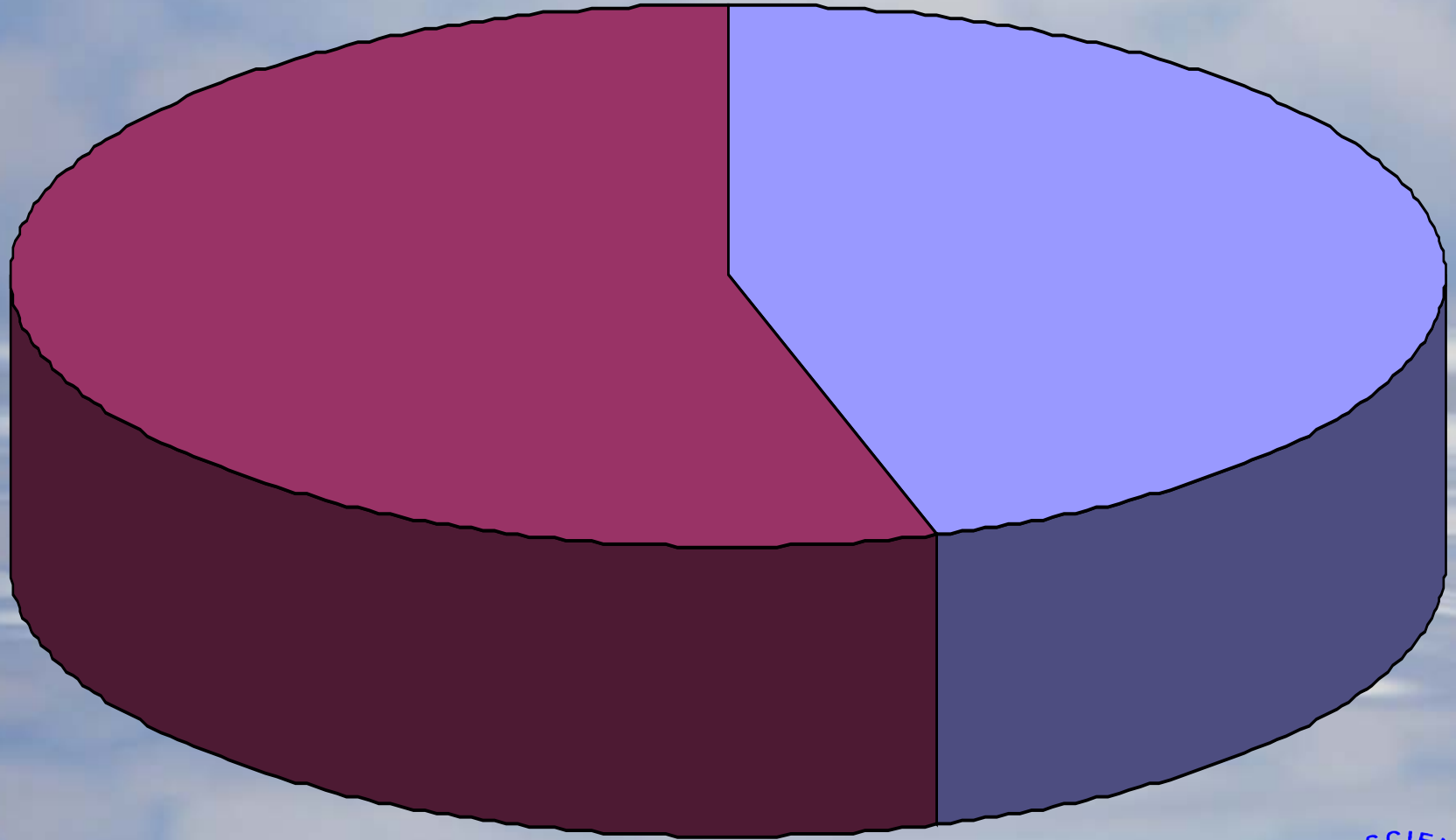
IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories

■ TOTAL High Income ■ TOTAL Low middle income ■ TOTAL Middle Income



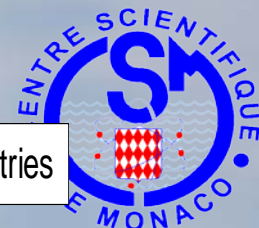
Population active de la pêche en méditerranée en fonction du niveau du revenu.



IAEA

International
Marine Environment Laboratories

■ Total Fish Population of High Income Med Countries ■ Total Fish Population of Middle Income Med Countries



Identification des Risques liés à l'AO dans les pays du bassin méditerranéen :

➤ Une région représentative du phénomène observé au niveau mondial:

- ✓ Fragilité des pays en développement.
- ✓ Impact au niveau de leurs besoins alimentaires.
- ✓ Impact social sur une population active nombreuse et fragile à la fois.



Recommandations :

- ✓ Diversifier vers les espèces les moins impactés dans le cadre d'une politique **d'adaptation**.
 - ✓ S'impliquer davantage dans une politique mondiale de **prévention** pour ralentir le phénomène de l'acidification des océans à travers la baisse de la consommation des énergies fossiles.
 - ✓ Collaboration accrue avec les organismes scientifiques concernées pour mieux comprendre les phénomènes chimico-physiques de l'acidification de la région méditerranéenne.
 - ✓ Mieux évaluer l'impact économique et social à travers l'amélioration des bases de données et des techniques utilisées.
- ✓ D'où l'intérêt de la multidisciplinarité entre sciences dures et humaines, économiques et sociales.**



Impact économique de l'AO sur les produits de la pêche



G. Zdorow

	Croatia	Bosnia and Her.	Italy	Greece	Mor.	Slov.	Tunisia	Turkey	Albania	Algeria	Spain	Egypt	France
Corail	2,1		<u>6,3</u>	0,8	1,2		<u>10,7</u>	.	0,4	1,1	<u>4,8</u>		<u>8,2</u>
Crabes, araignées de mer	244		630	58				26	.		866	<u>4 095</u>	11
Oursins et autres échinodermes											<u>3</u>		
Huîtres	555	20	10	141			10	31			<0.5		<u>8800</u>
Moules	3013	50	<u>58479</u>	<u>22653</u>		301	696	2666	1360	44	<0.5		<u>16060</u>

Production des cinq espèces les plus menacées par l'AO (2007, en tonnes)



IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



P. Bernard CESMM



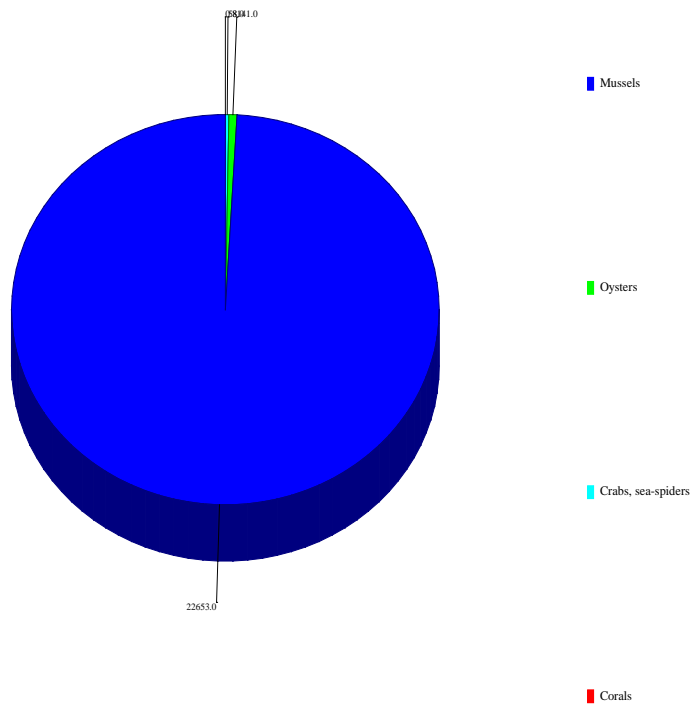


Chart 5: Greece; 2007; Mediterranean and Black Sea

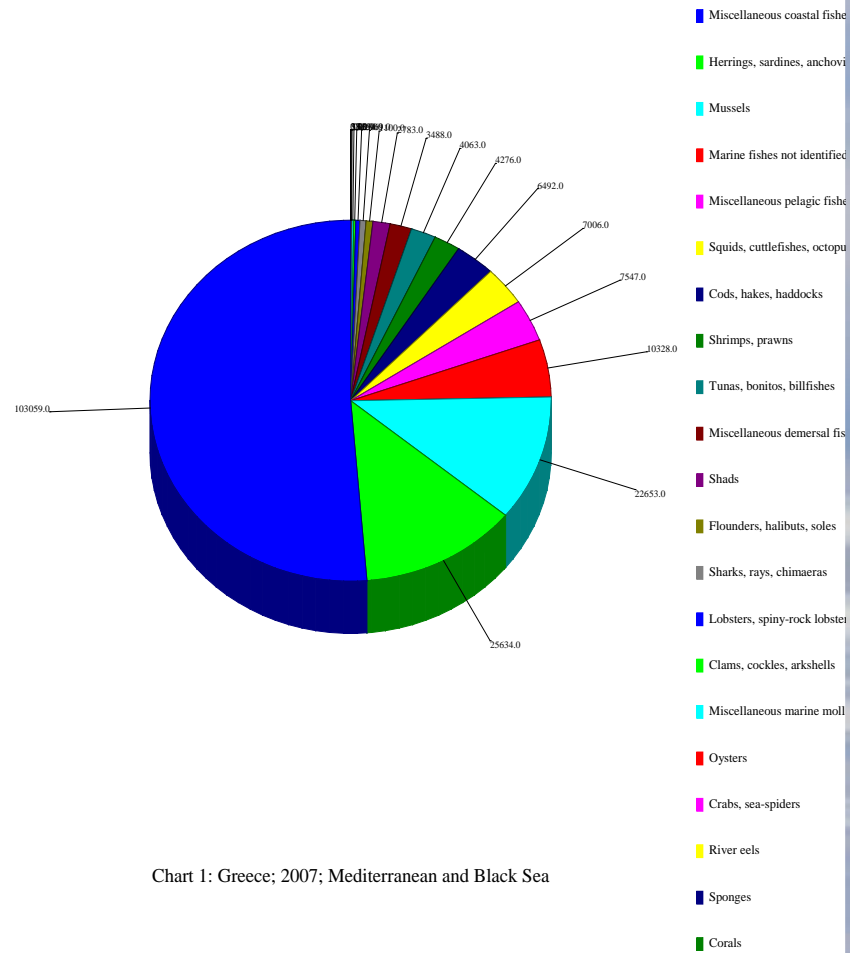


Chart 1: Greece; 2007; Mediterranean and Black Sea

Production de moules en Grèce



IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



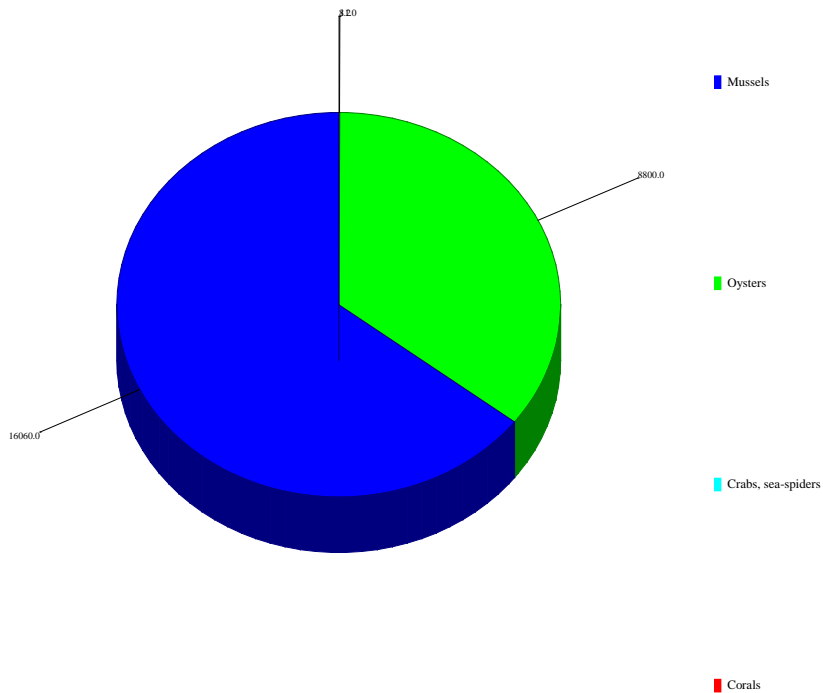


Chart 16: France; 2007; Mediterranean and Black Sea

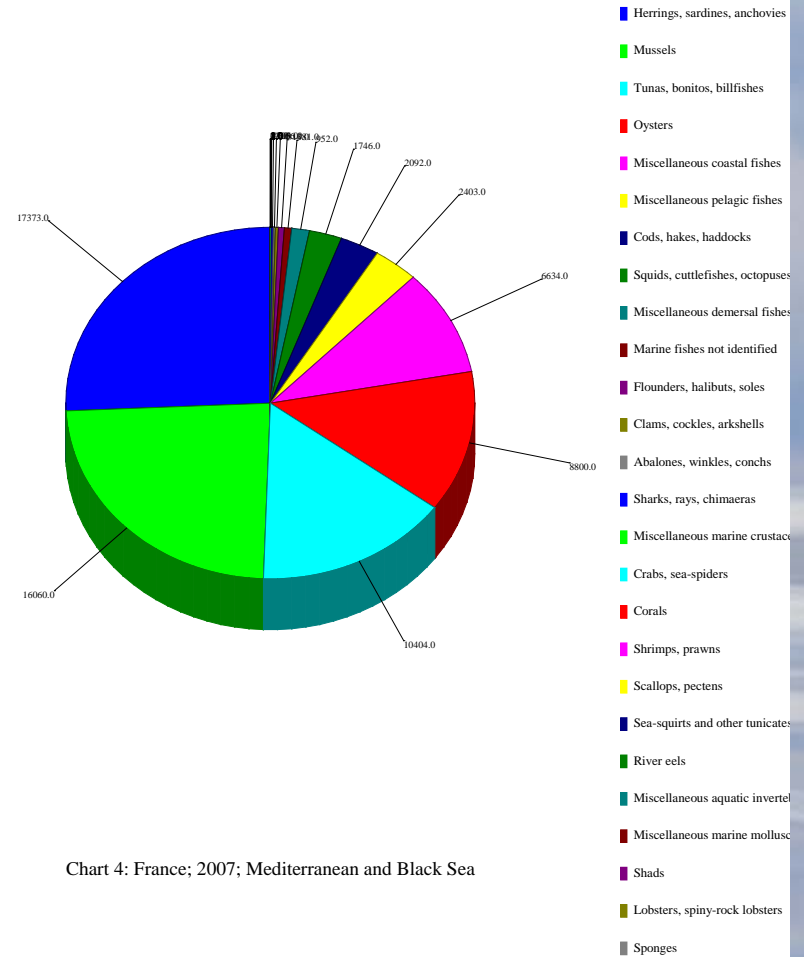


Chart 4: France; 2007; Mediterranean and Black Sea

Production de moules en France

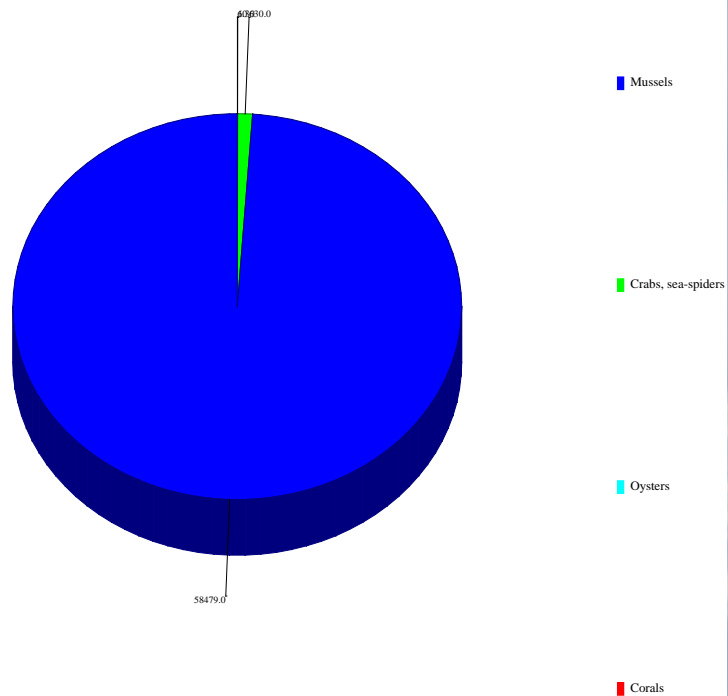


Chart 4: Italy; 2007; Mediterranean and Black Sea

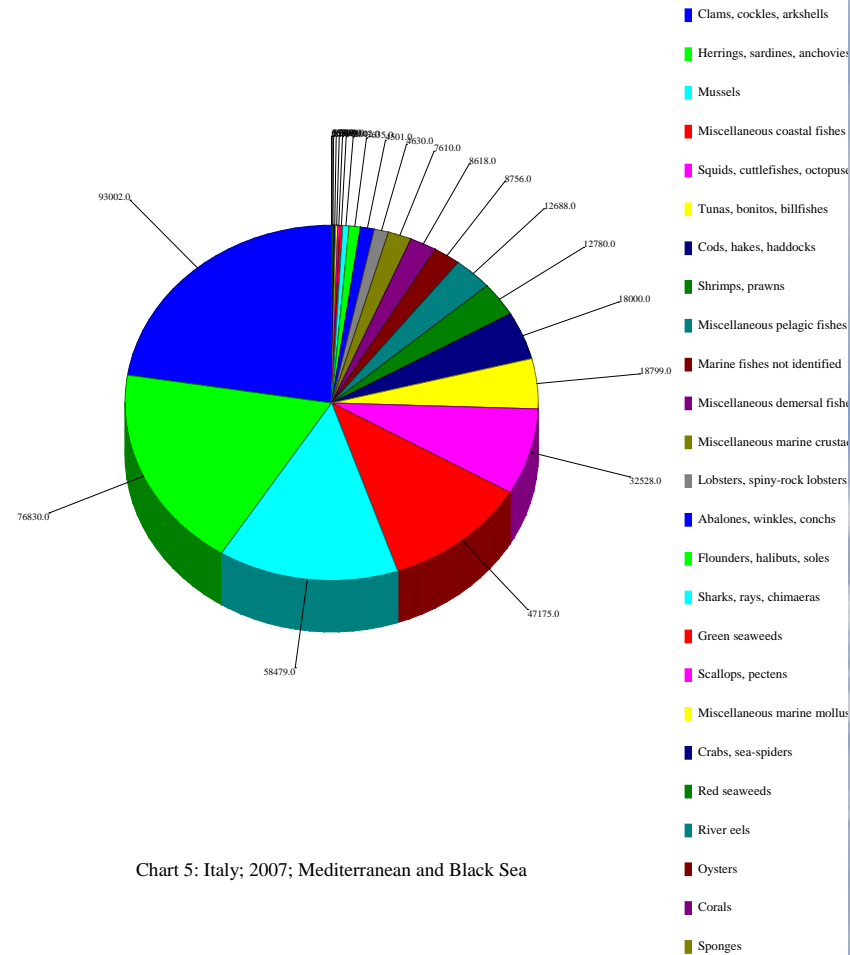


Chart 5: Italy; 2007; Mediterranean and Black Sea

Production de moules en Italie



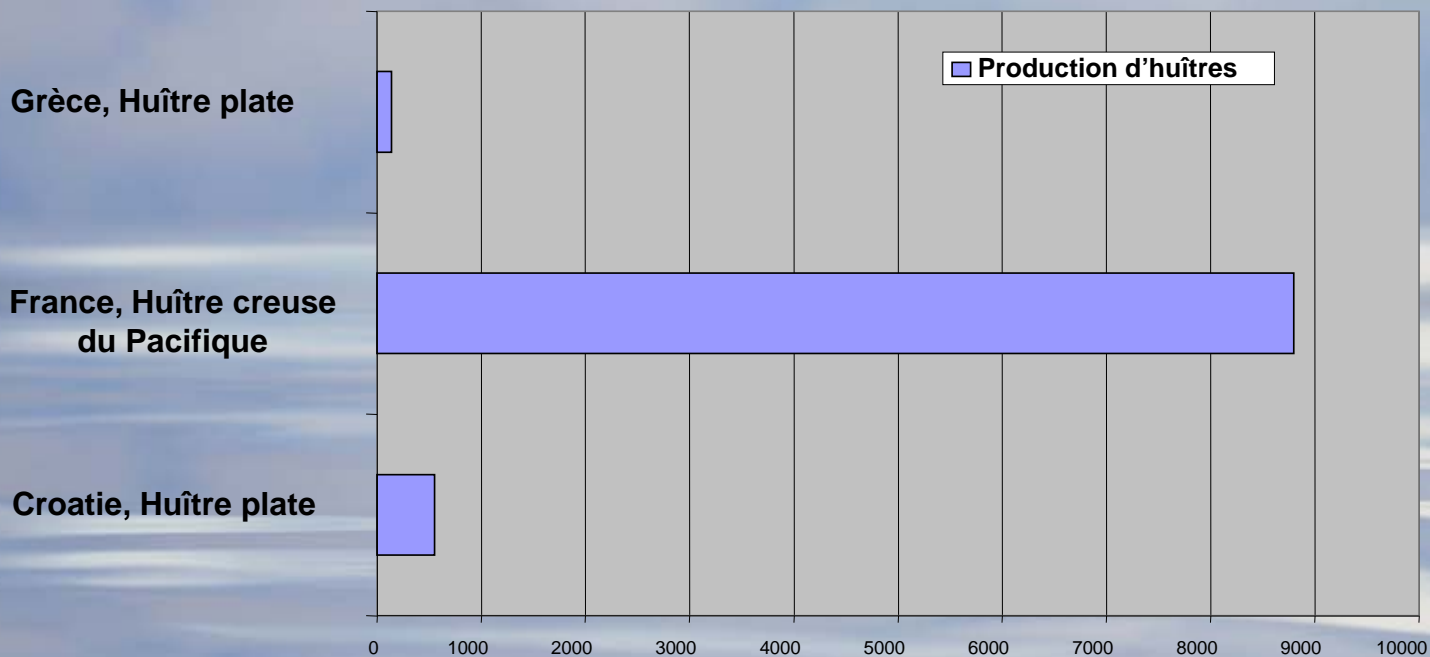
IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories





DÉTAILS DE LA PRODUCTION D'HUÎTRES EN FRANCE, GRÈCE et CROATIE (en tonnes).



Conclusions sur les impacts économiques de l'AO :

- 1) Les impacts de l'AO seront différents dans les divers pays méditerranéens à cause de la structure de leurs pêcheries et des espèces cultivées ou capturées
- 2) Les pays qui encouragent la production aquacole devront favoriser le choix d'espèces résistantes



Recommandation biologique :

Favoriser l'aquaculture des espèces les plus tolérantes (huître creuse par exemple)

Recommandations économiques :

- Politiques d'adaptation : Diversifier la production des pêches
- Les politiques d'atténuation : Réduire les activités émettrices de CO₂ et ajuster les pêches

Recherches nécessaires :

- Déterminer l'évolution locale des paramètres physico-chimiques de la Mer Méditerranée
- Identifier les espèces (ou races) les plus tolérantes à leurs différents stades de développement
- Étudier les impacts socio-economiques selon les niveaux de développement des pays



G. Zdorow

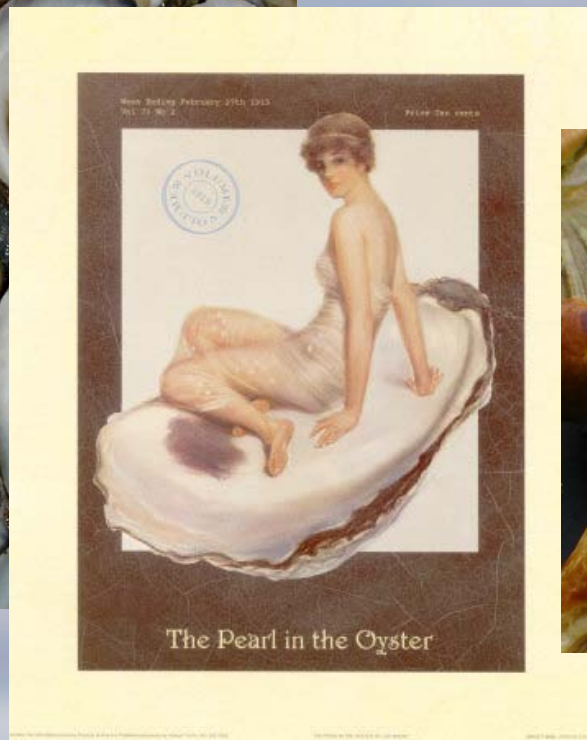
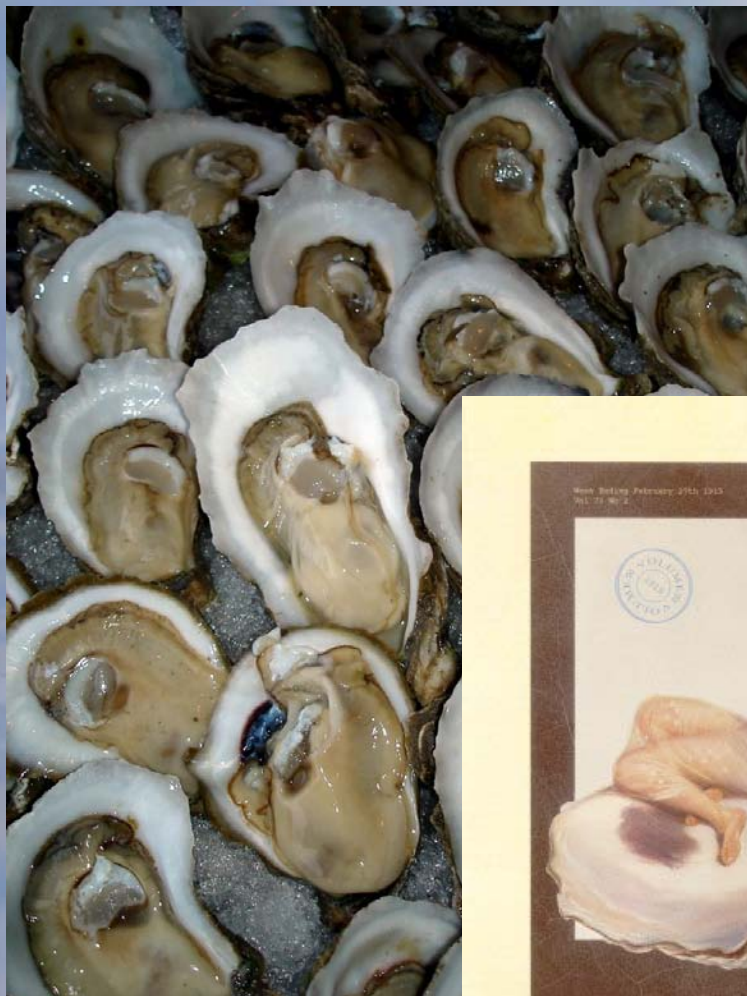


IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories



Merci pour votre attention



IAEA

International Atomic Energy Agency
Marine Environment Laboratories

