

Uno sguardo sulle scienze del mare e della terra oggi.

*L'uso dei modelli matematici per lo studio e la gestione
dell'ambiente marino*

Andrea Doglioli



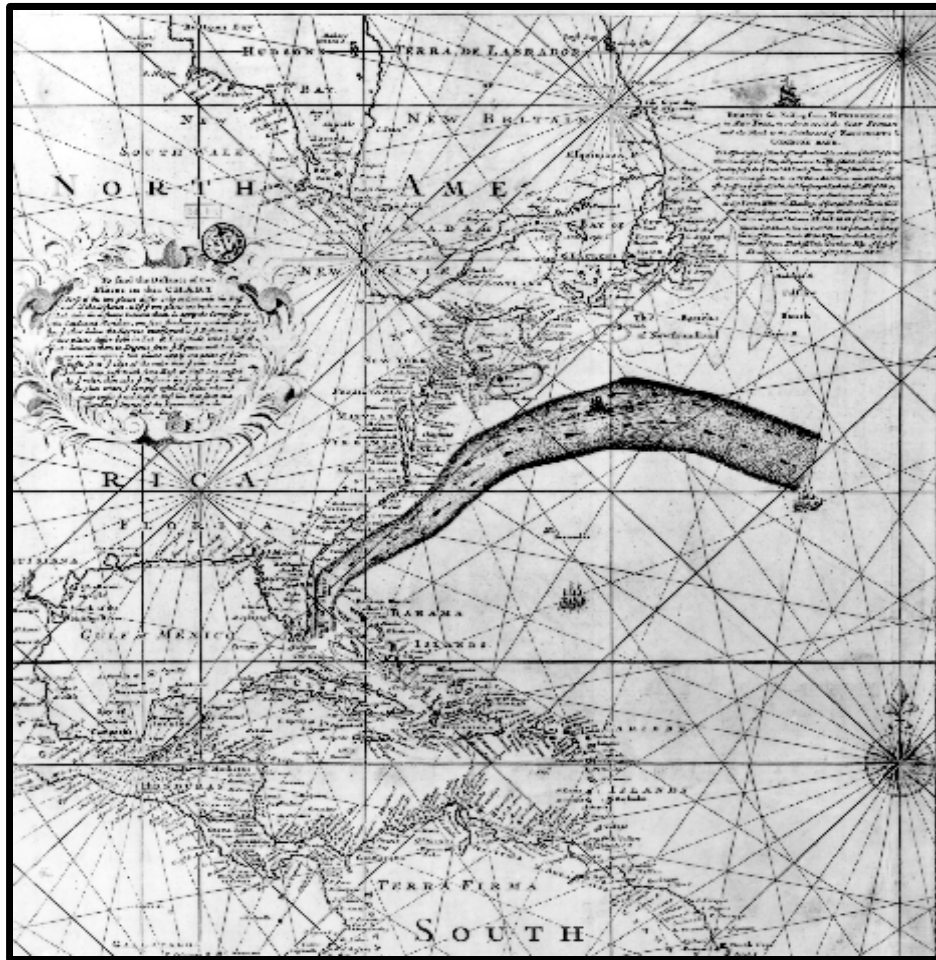
*LOPB-UMR6535
Laboratoire d'Océanographie
Physique et Biogéochimique*



Sabato 17 Gennaio 2009

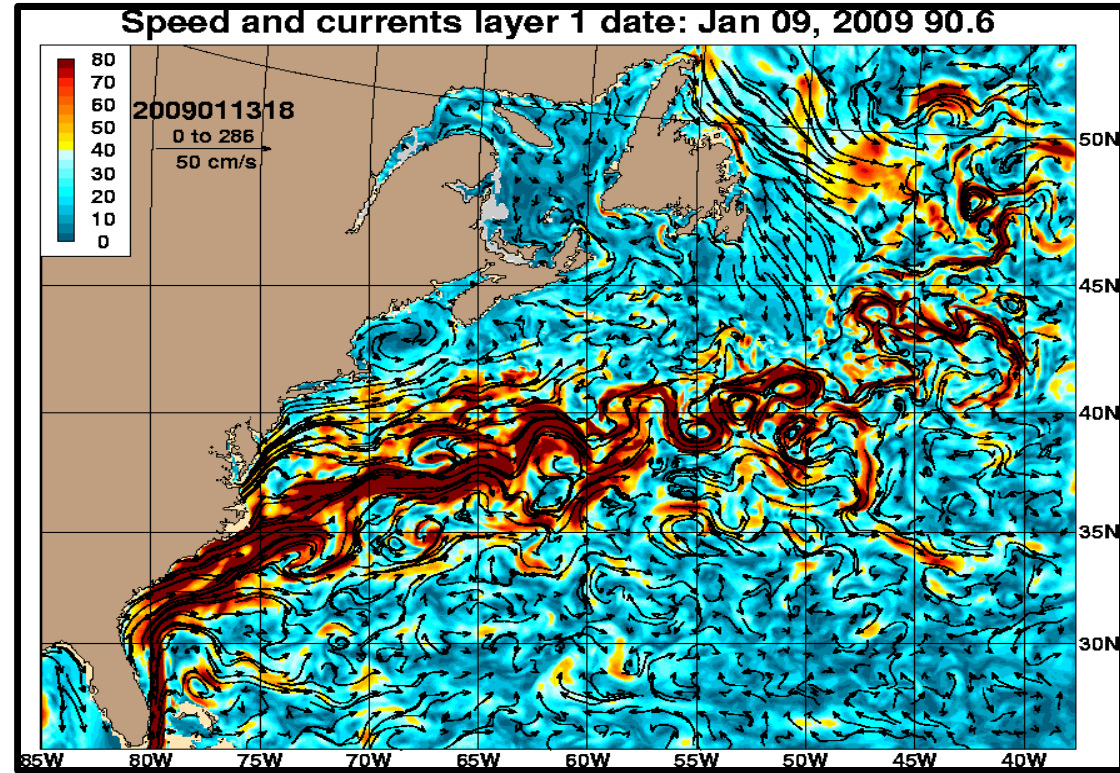
Auditorium del Liceo Classico G.Plana, Alessandria

IERI



Mappa della Corrente de Golfo di
Franklin-Folger,
stampata nel 1769-1770.

OGGI

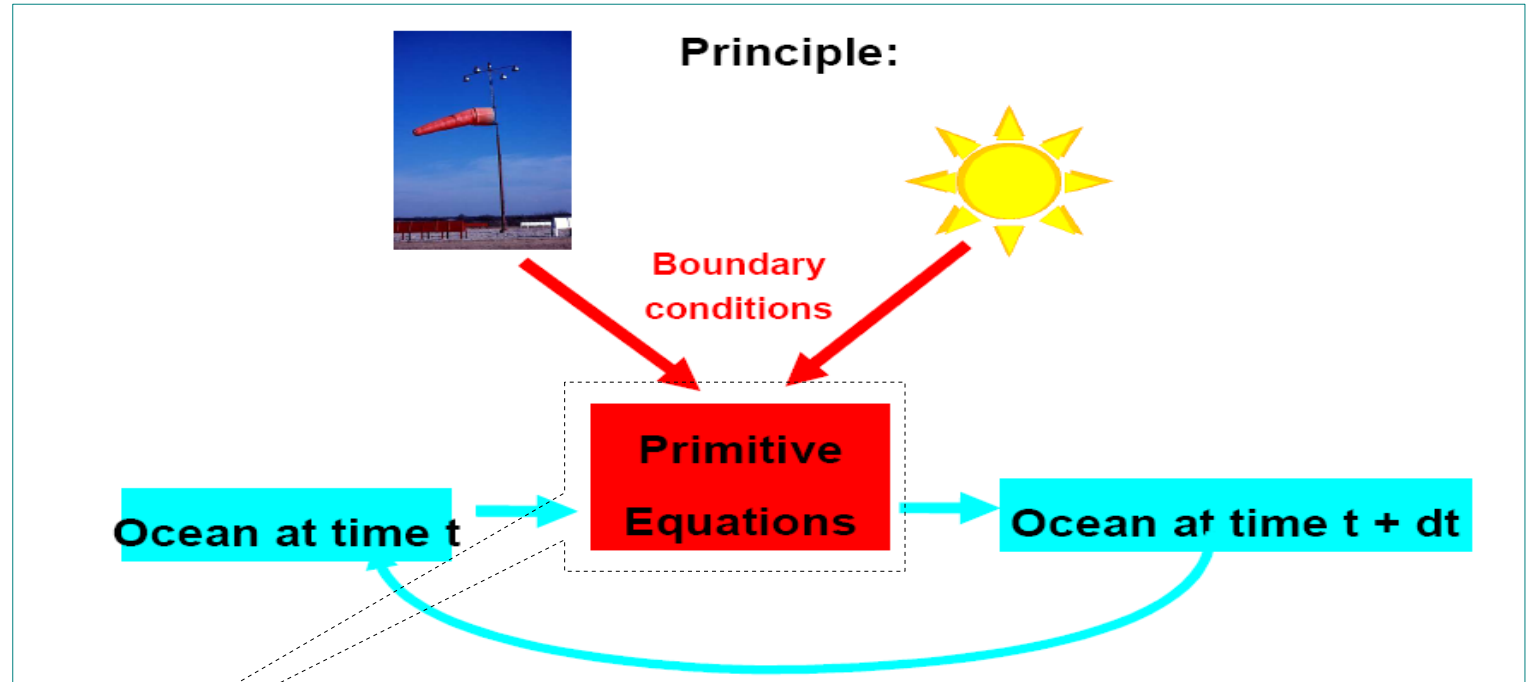
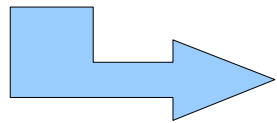


Intensità e direzione della corrente
superficiale del 9 gennaio 2009
calcolata dal modello HYCOM

<http://www7320.nrlssc.navy.mil/GLBhycom1-12/navo/glfstrspdcurnowcast.gif>

Cos'è un modello numerico dell'oceano?

Un software
basato su
questo
principio



Equazioni per

- Velocità
- Temperatura
- Salinità

Equations to solve : the primitive equations (PE)

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \nabla u - fv &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + A_h \nabla_h^2 u + A_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \cdot \nabla v + fu &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + A_h \nabla_h^2 v + A_v \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \\ 0 &= \frac{\partial P}{\partial z} + \rho g\end{aligned}$$

$$0 = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T &= K_h \nabla_h^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \\ \frac{\partial S}{\partial t} + u \cdot \nabla S &= K_h \nabla_h^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}\end{aligned}$$

$$\rho = \rho(T, S, z)$$

Breve storia dei modelli atmosferici ed oceanici

1904 Bjerknes

se si conoscono con sufficiente precisione le condizioni iniziali dell'atmosfera e le leggi che ne governano i fenomeni é possibile prevedere l'evolversi del tempo

1914 Bjerknes

identificazione de problemi pratici per risolvere numericamente le complicate equazioni

Bjerknes V., 1904 : Das problem von der Wettervorhersage, betrachtet vom Standpunkt der Mechanik und der Physik. *Meteor. Zeitschrift*, 21, 1-7. Le problème de la prévision du temps du point de vue de la mécanique et de la physique. Traduction en français par D. Gondouin, 1995, *La Météorologie* 8^e série, 9, 55-62.

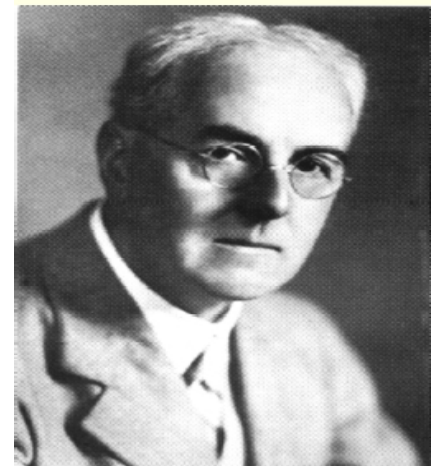


1922 Richardson

si possono introdurre delle approssimazioni fisiche per semplificare il problema matematico e suddividere i conti da svolgere fra un gran numero di persone ben organizzate.

Idea della **fabbrica per prevedere il tempo!**

Richardson L. F., 1922 : *Weather Prediction by Numerical Process*. Cambridge University Press, reprinted Dover, 1965, 236 p.



1922 Richardson: la fabbrica per prevedere il tempo

Un sistema di calcolo umano (64000 persone) automatico e parallelo con una potenza di calcolo di circa 1 Flops (*Floating point operations per second*).



«Il sogno di
Richardson»

Disegno di
François
Schuiten (2000)

Il modello di Richardson, 1922

Una prova con un numero ridotto di personale diede un *risultato molto deludente*:

- prevista una variazione di pressione circa 145 hPa in 6 ore, un valore praticamente impossibile (già 20 hPa sono un caso eccezionale)
- in realtà poi la variazione reale fu quasi nulla...

Dove fu l'errore?

Non nella concezione del modello, ma nella **poca potenza** di calcolo e nei **dati sperimentali, scarsi e poco precisi**

Oggi esiste una fitta rete di misure meteorologiche

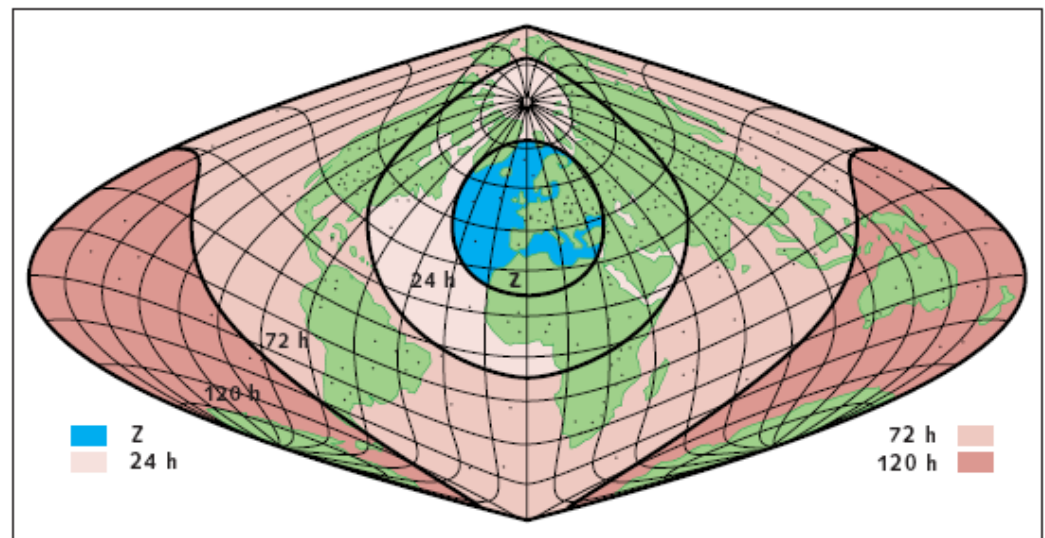
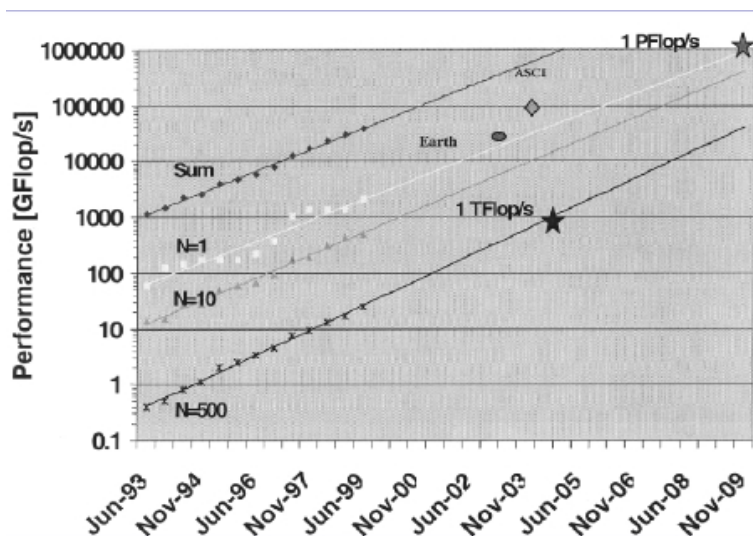
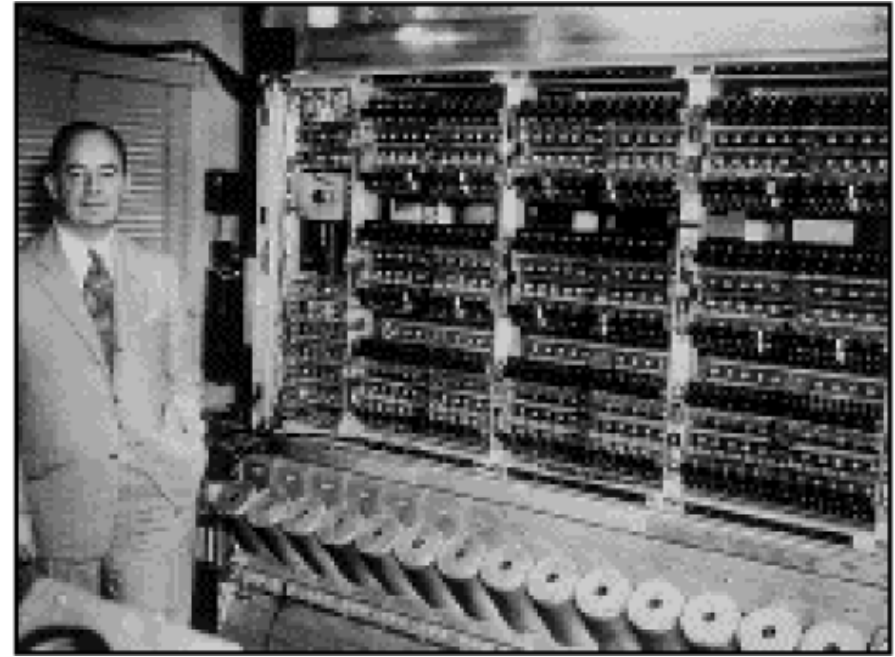


Figure 4 - Répartition mondiale des stations de radiosondage et indication des régions sur lesquelles des observations sont nécessaires pour réaliser des prévisions à échéance de 1, 3 et 5 jours sur la zone centrale Z. (Document CEPMMT)

Apparizione e rapida evoluzione dei calcolatori elettronici

- 1946 ENIAC (*Electronic Numerator Integrator Analyser and Computer*), 500 Flops
- Von Neumann propose d'utilizzarlo per le previsioni meteorologiche
- 1949 modèle barotrope de Charney



Legge di Moore (empirica) : **le prestazioni dei computer raddoppiano ogni 18 mesi**

25 maggio 2008: *Roadrunner*, costruito da IBM per l'esercito americano ha raggiunto 1 PetaFlops (10^{15} Flops)

4 febbraio 2008: *Ranger*, costruito da AMD per NSF e University of Texas raggiunge 0.5 PetaFlops

(TOP500 www.wikipedia.org)

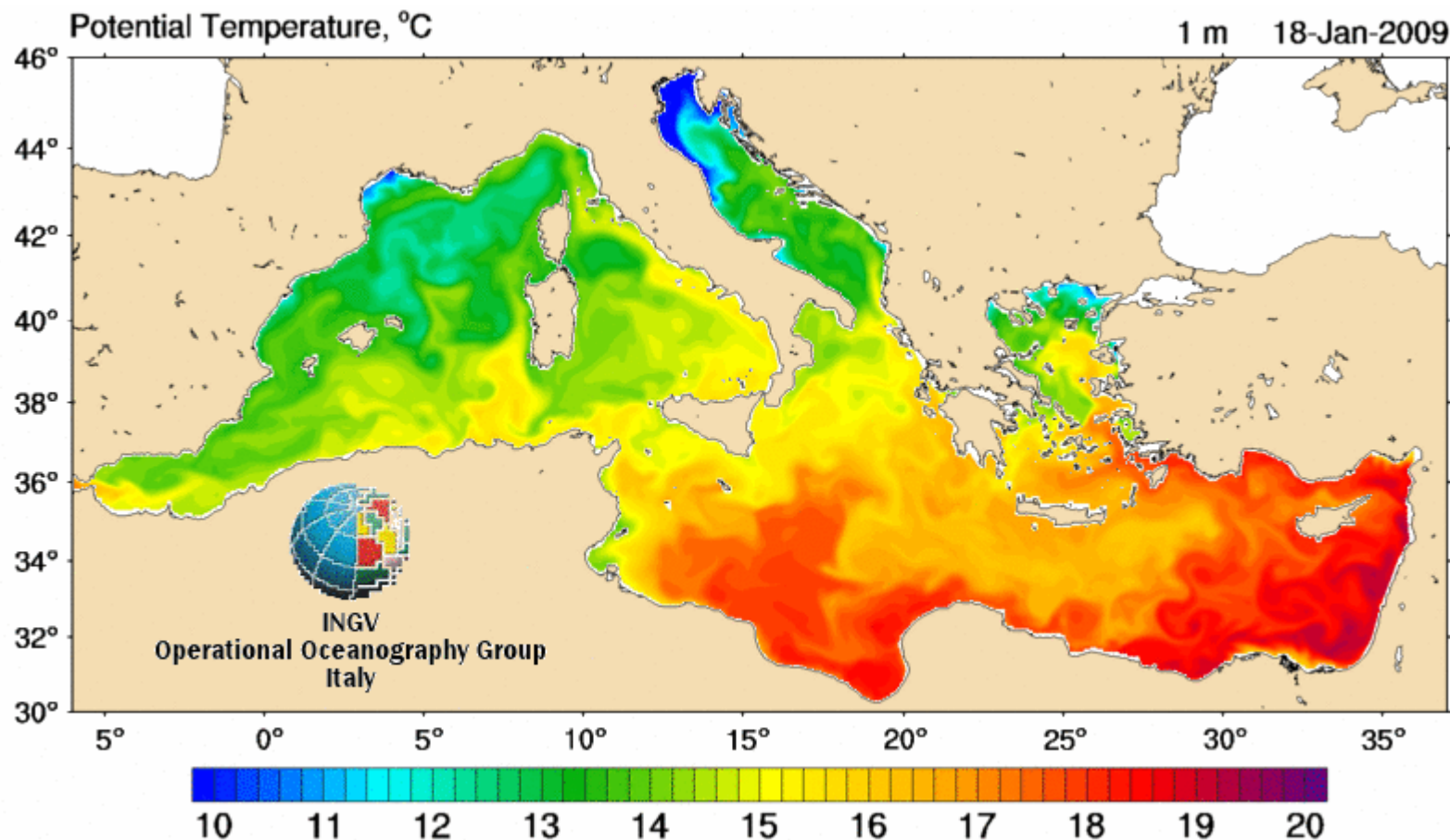
Primi modelli oceanici

1963 (2D) Bryan e colleghi del GFDL Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) (Princeton University & the National Oceanic and Atmospheric Administration);

1969 : modello 3D di Bryan e colleghi.

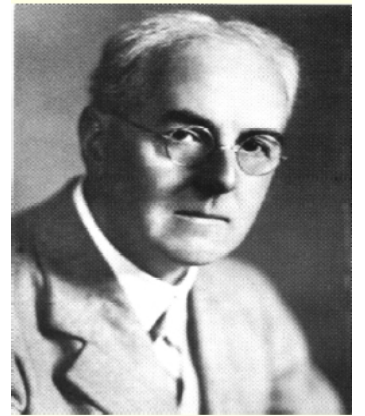
Oggi, in Italia: *Mediterranean ocean Forecasting System*

<http://gnoo.bo.ingv.it/mfs/>

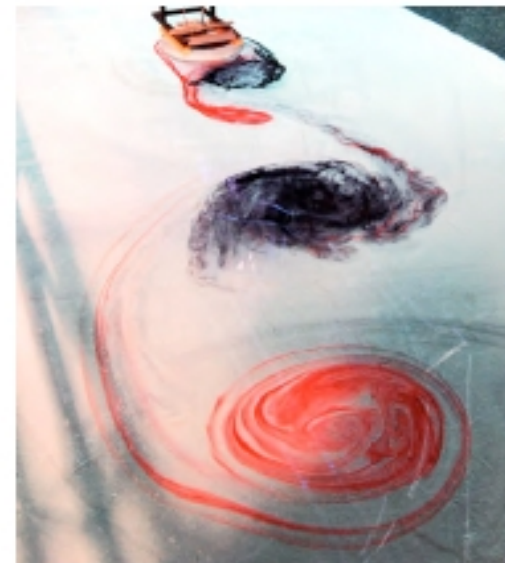
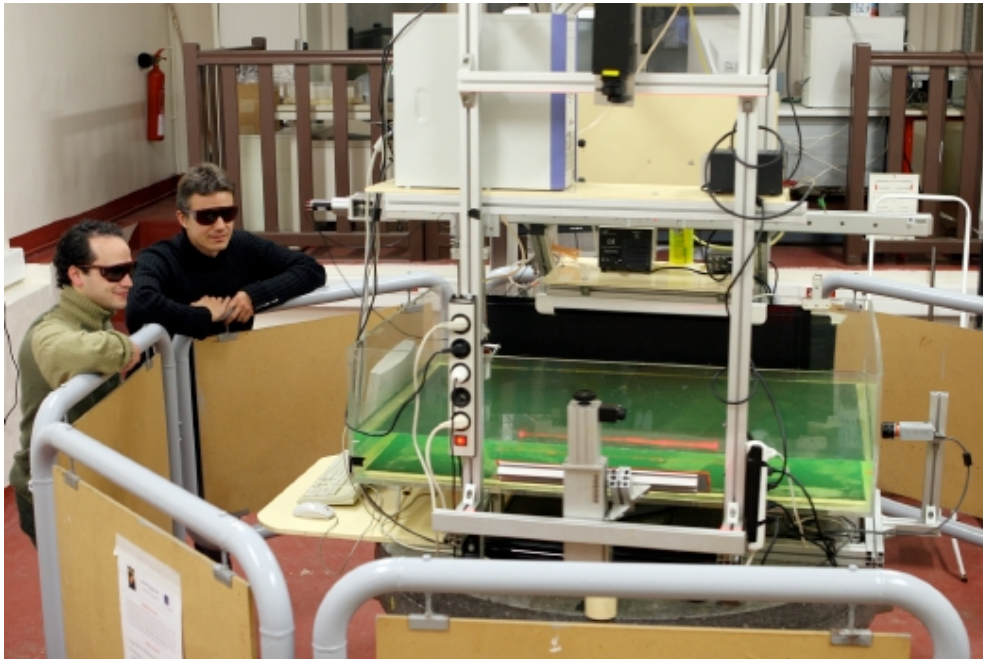




Oggi la ricerca « troppo » avanzata
di Richardson sarebbe ancora finanziata?!



E quella «dell'entusiasta che studia i vortici»?

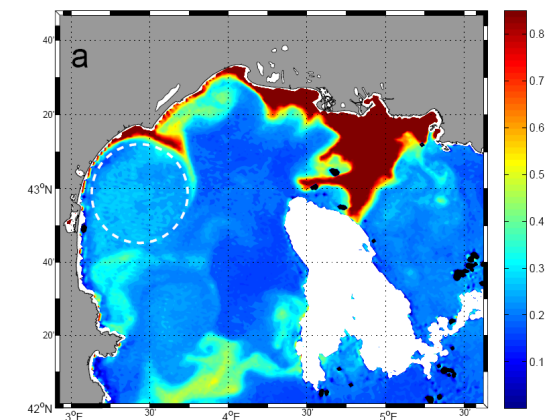
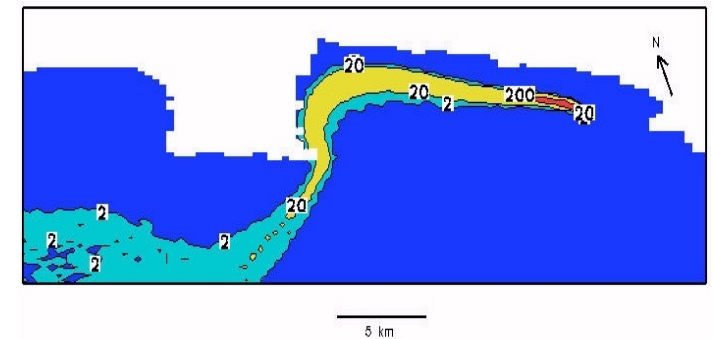
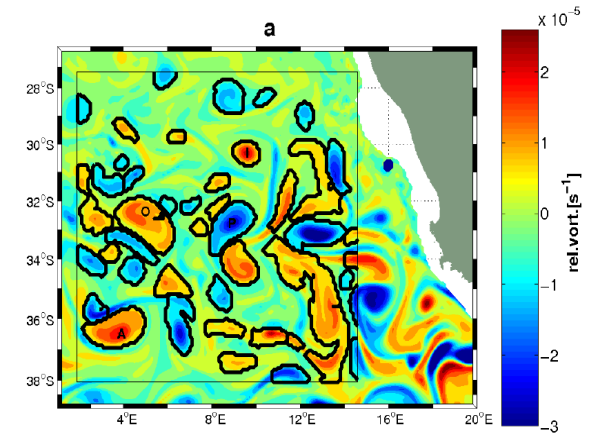


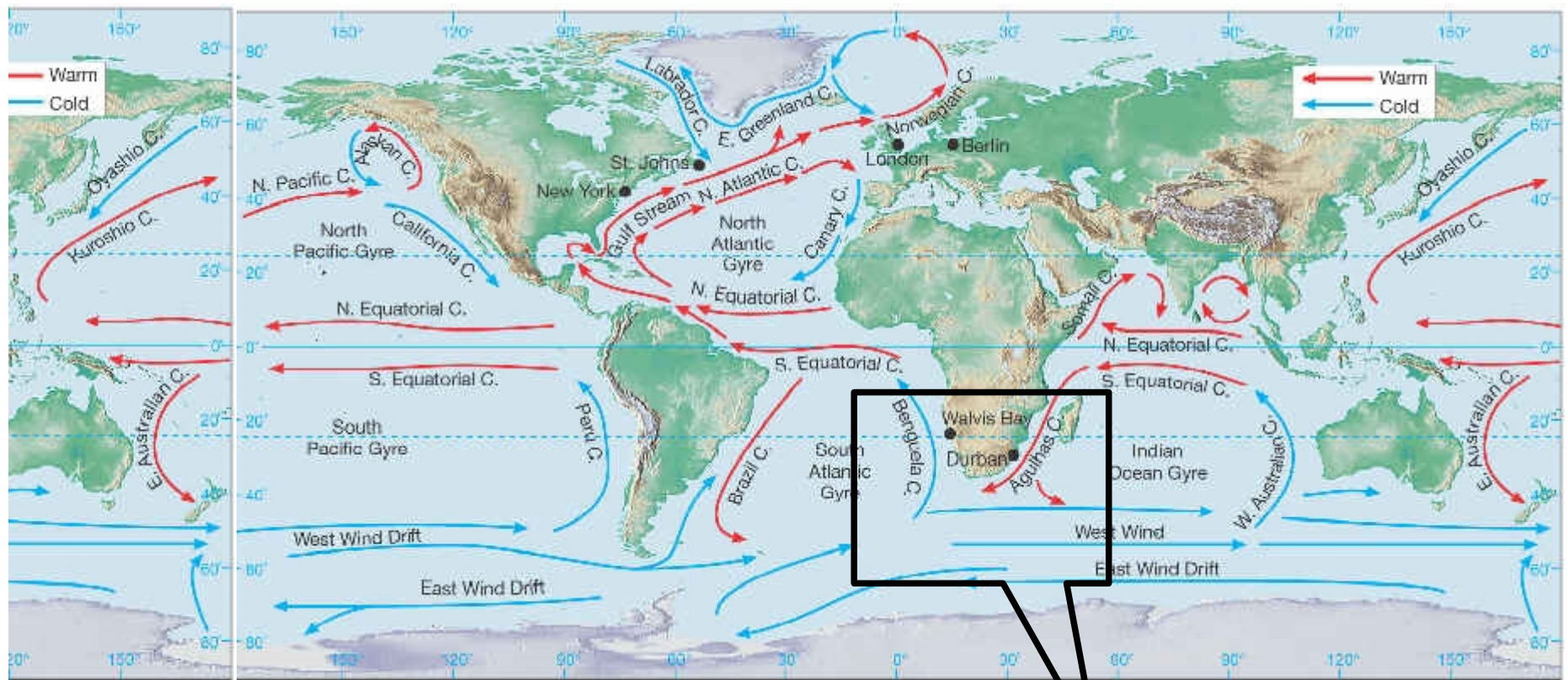
Teinturier *et al* submitted

Laboratorio del Politecnico di Parigi

Esempi di applicazioni di modelli numerici :

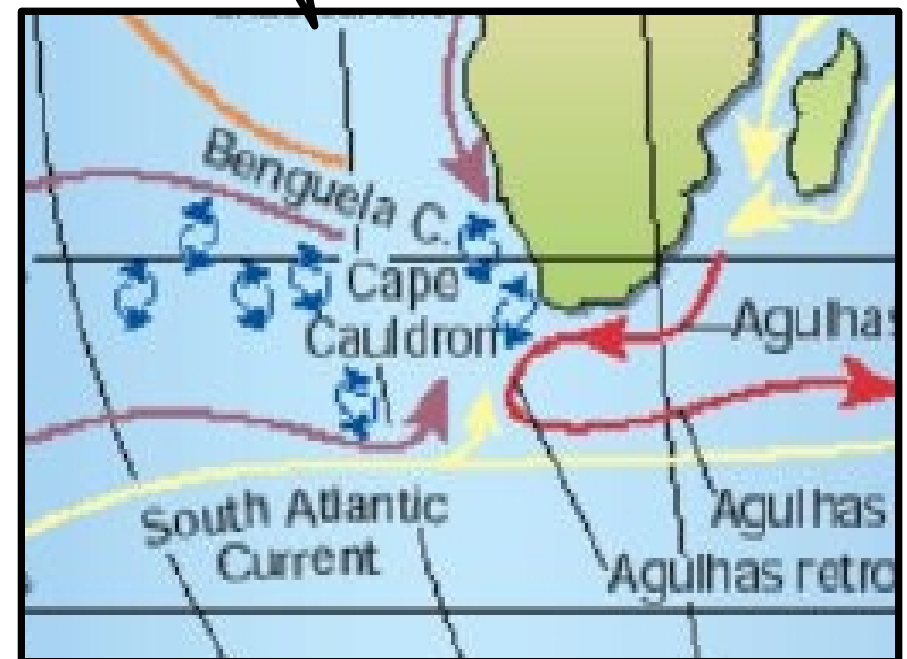
- studio dei vortici oceanici in Sud Atlantico
- circolazione e dispersione di inquinanti nelle acque del Promontorio di Portofino
- misura e modellizzazione dei vortici costieri del Golfo del Leone





Carta delle principali correnti oceaniche
analogie fra i 5 bacini oceanici:
 lato ovest **correnti calde verso i poli**
 lato est **correnti fredde verso l'equatore**

Retroflessione delle Agulhas
 e Agulhas Rings del Cape Cauldron

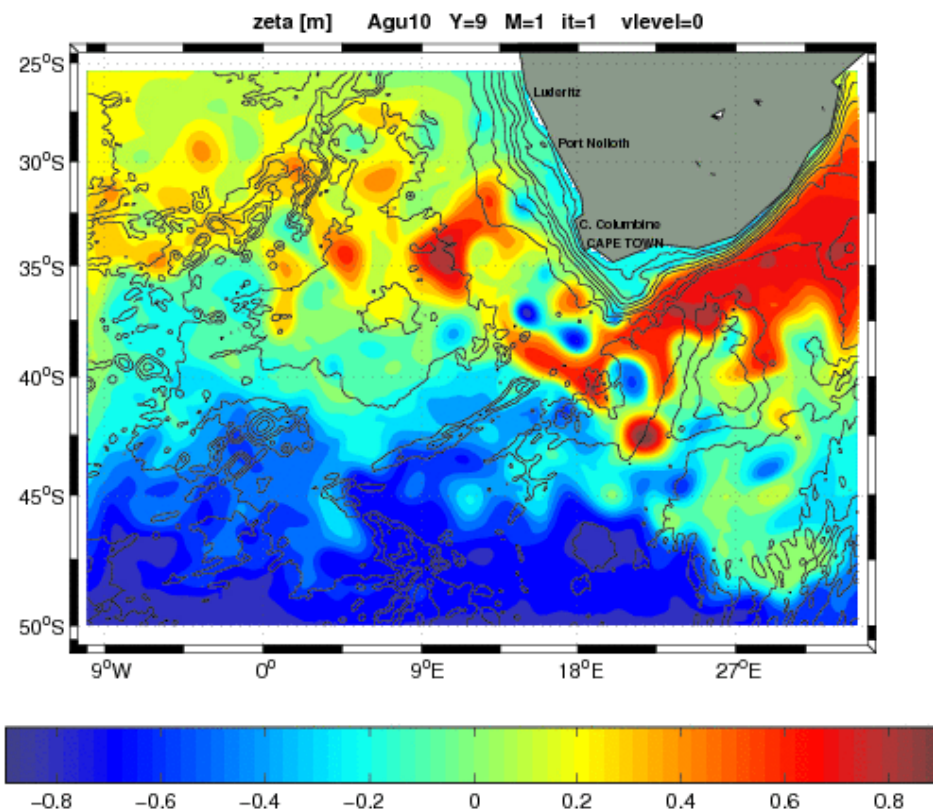


Wavelets Analysis for Time-tracking Eddies in Regional models

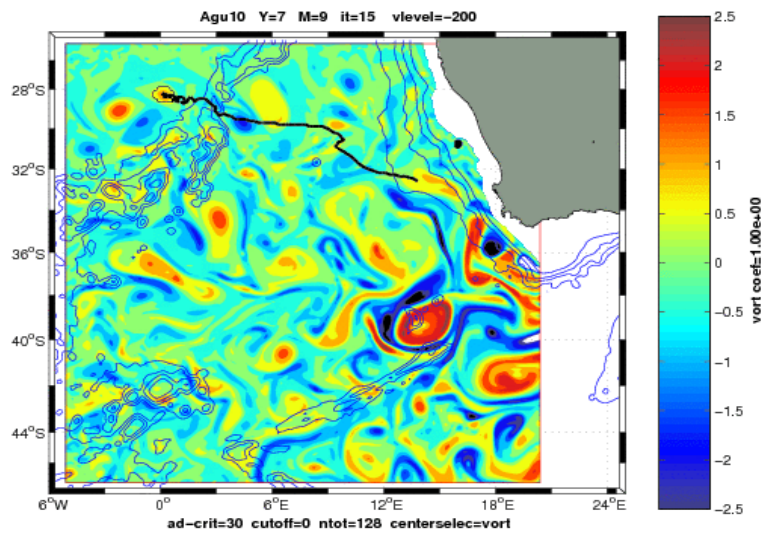
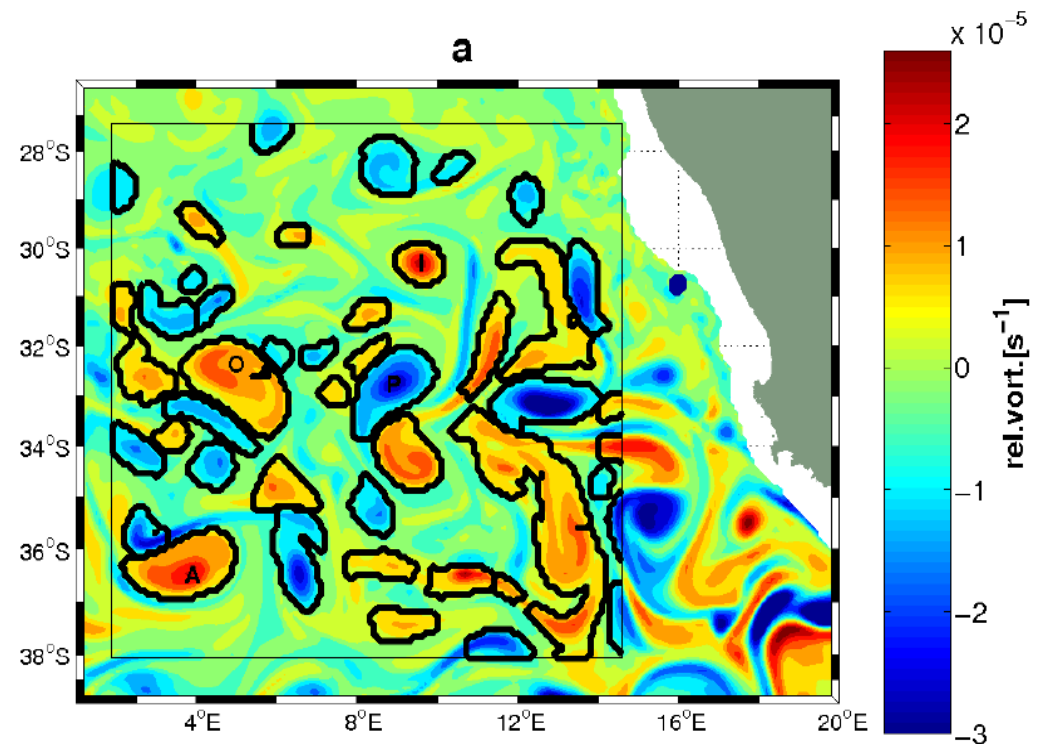
Obbiettivi del progetto

identificare nei dati forniti da un modello i vortici con metodo oggettivo

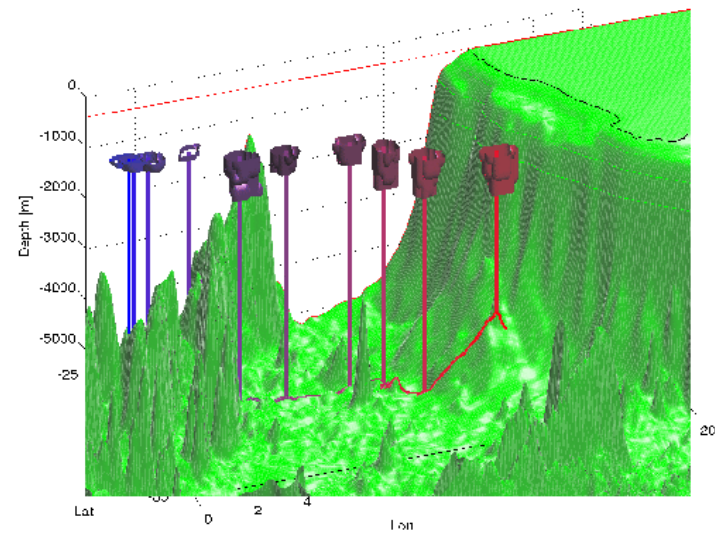
seguirli nel tempo per capire le loro caratteristiche e gli scambi tra i due oceani



ESEMPI DI VORTICI STUDIATI

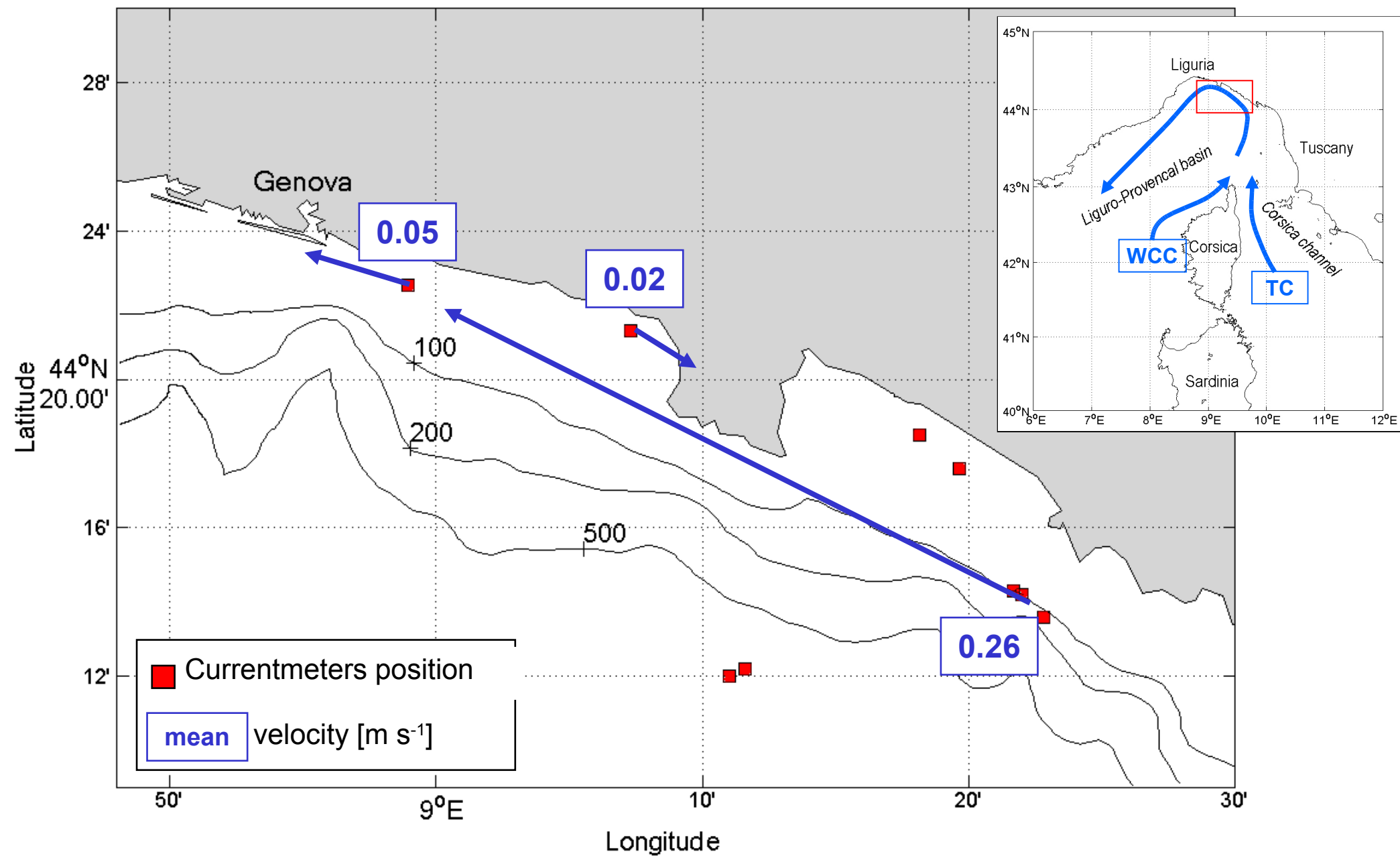


IDEFIX 2D



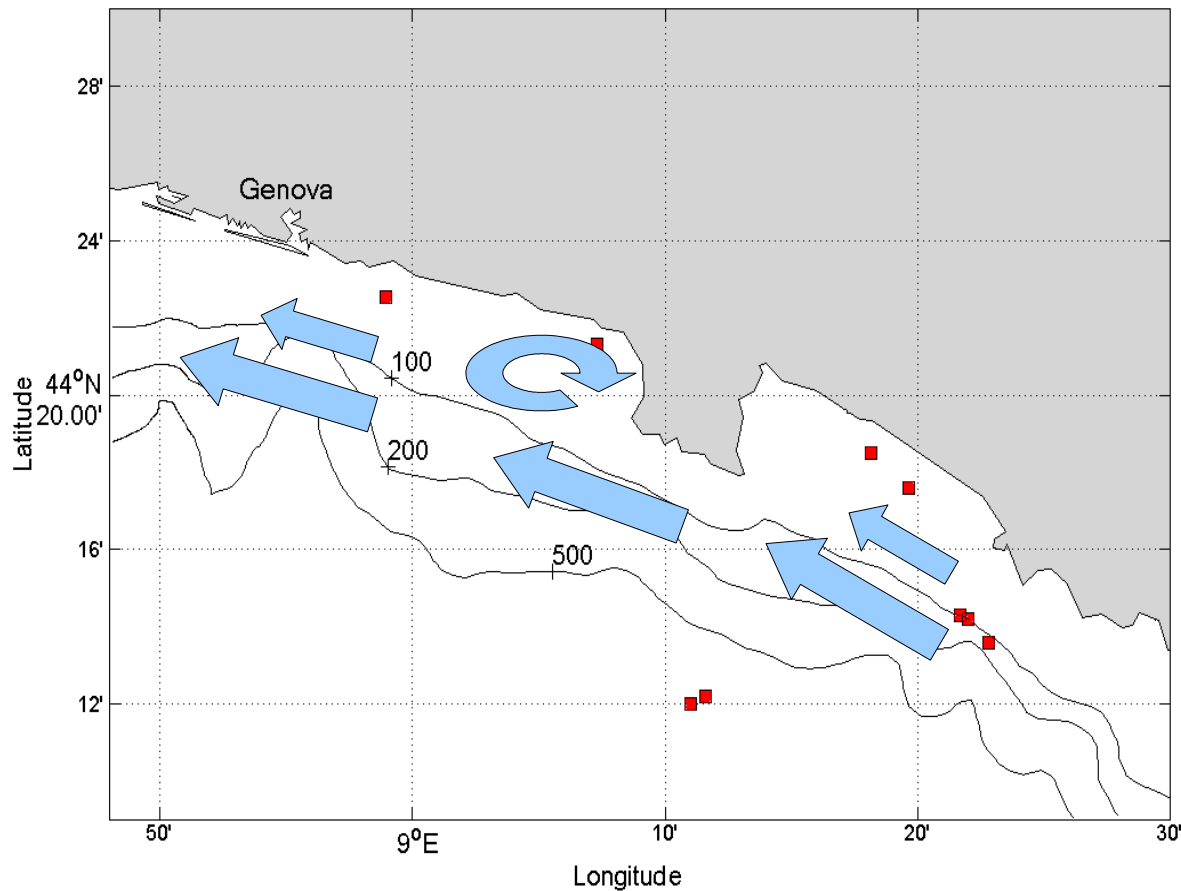
IDEFIX 3D

Misure storiche di corrente a Portofino

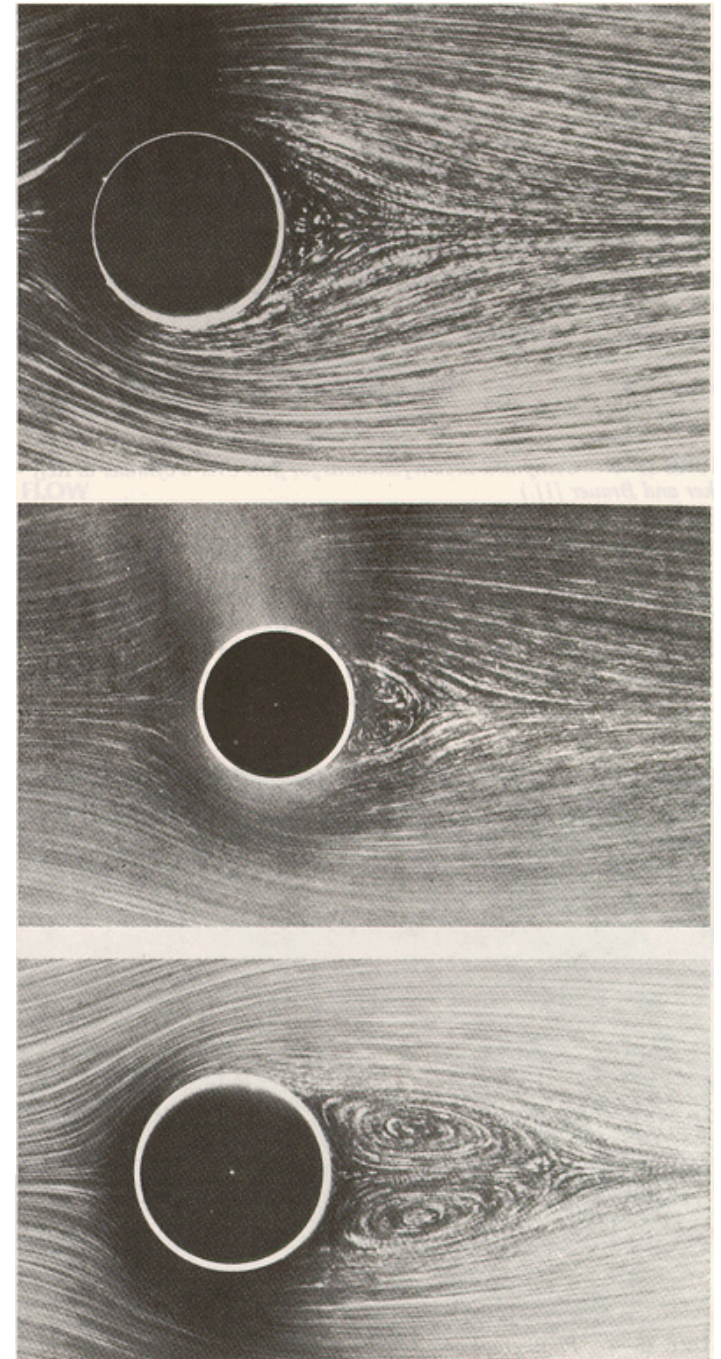


Come spiegare questa circolazione?

Un vortice sottoflusso all'ostacolo!



Se é vero, allora come e perché si forma?



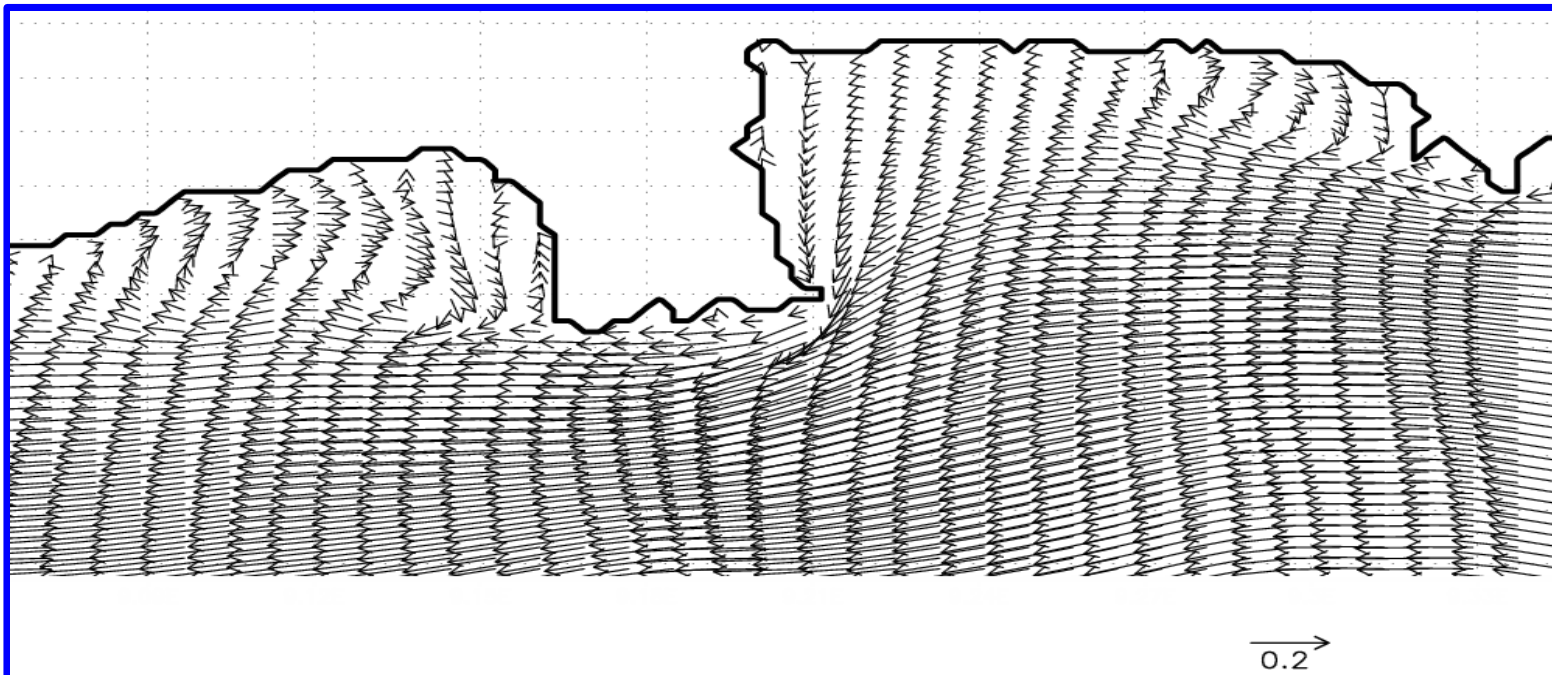
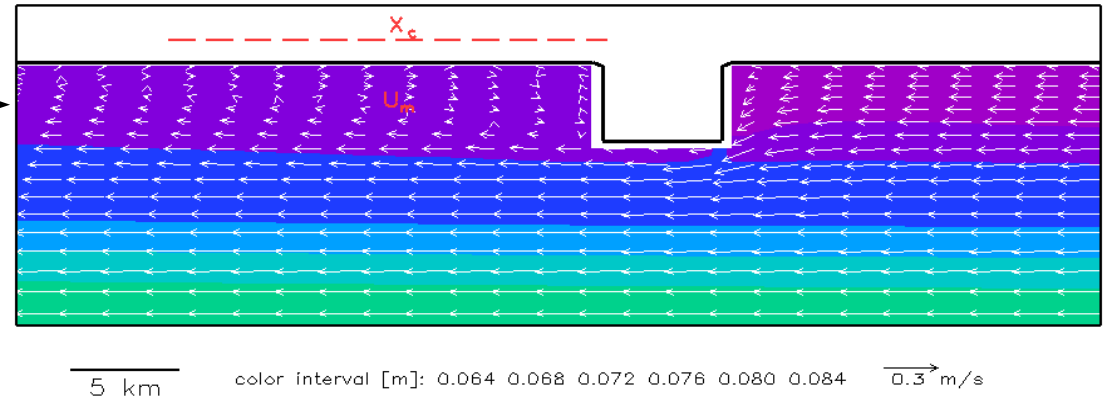


POM (Princeton Ocean Model)

www.aos.princeton.edu/WWWPUBLIC/htdocs.pom

**Software libero
scaricabile da rete**

Studi prima semplificati,
poi sempre più realistici

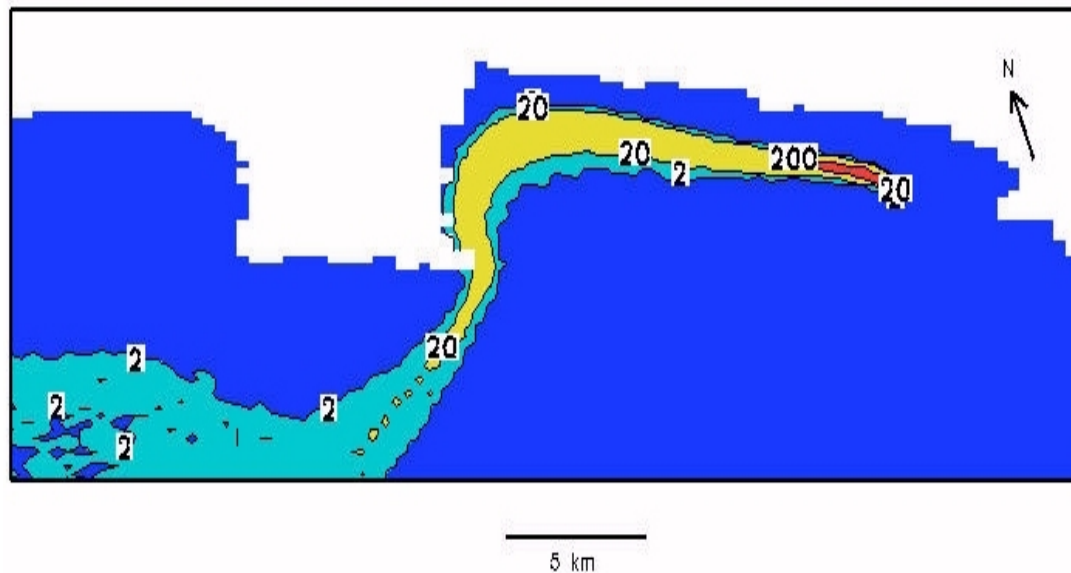


*Approvato
dai pescatori
di Camogli!*

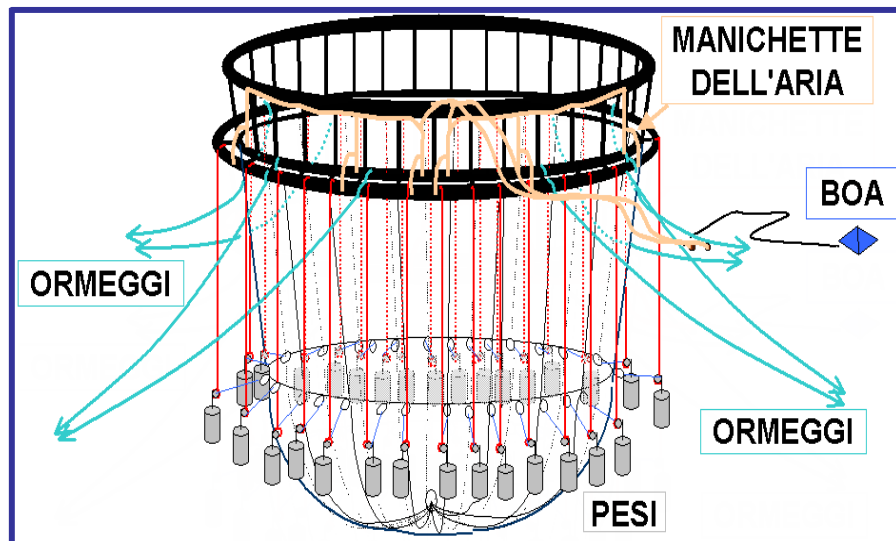
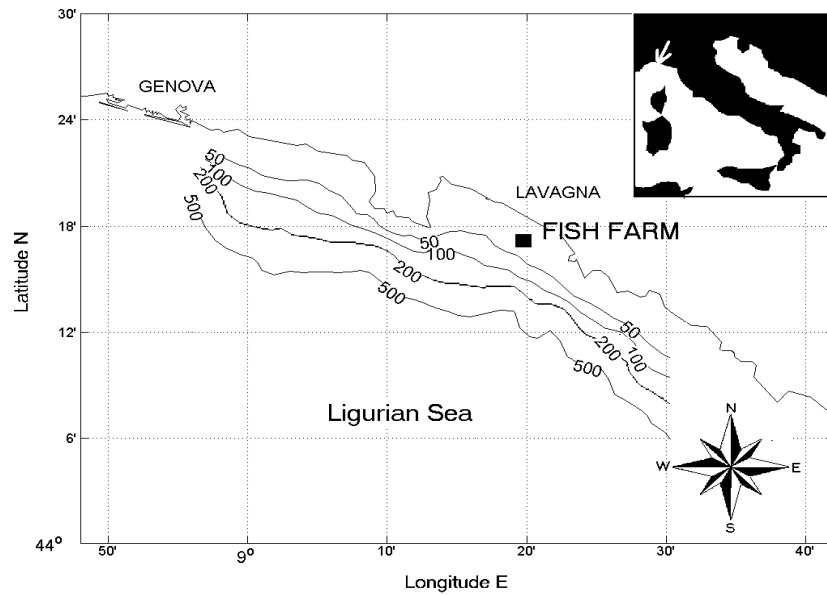
Immagine satellitare MERIS-ENVISAT



Modello POM-LAMP3D concentration [particules/maille]



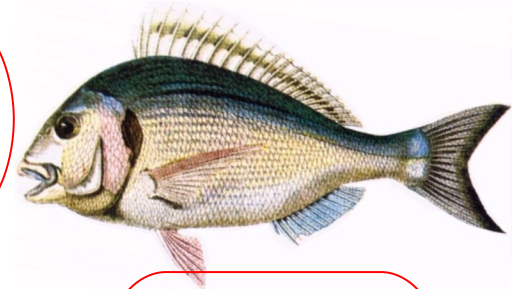
Allevamento “AQUA”



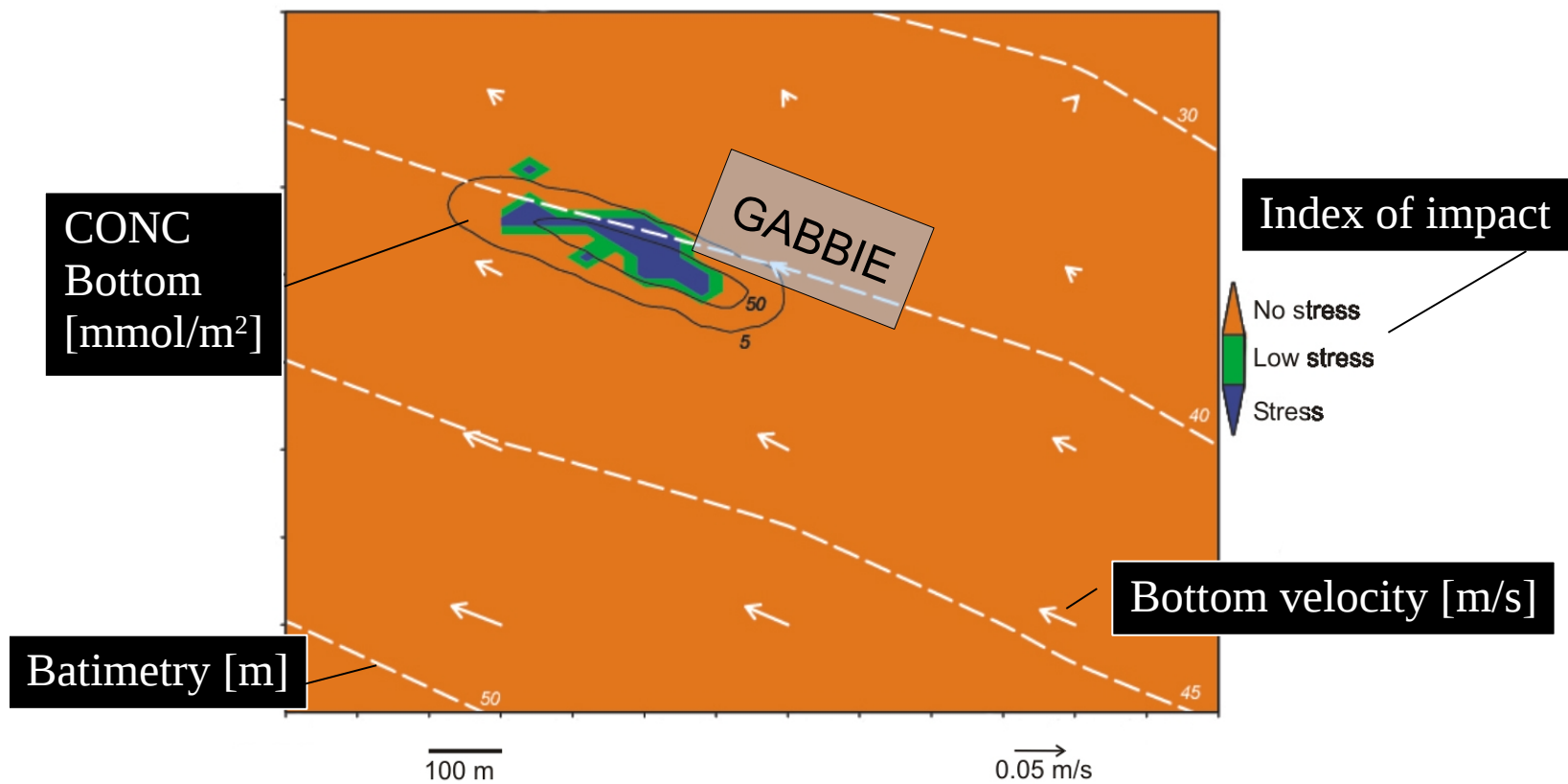
Organic Carbon

in

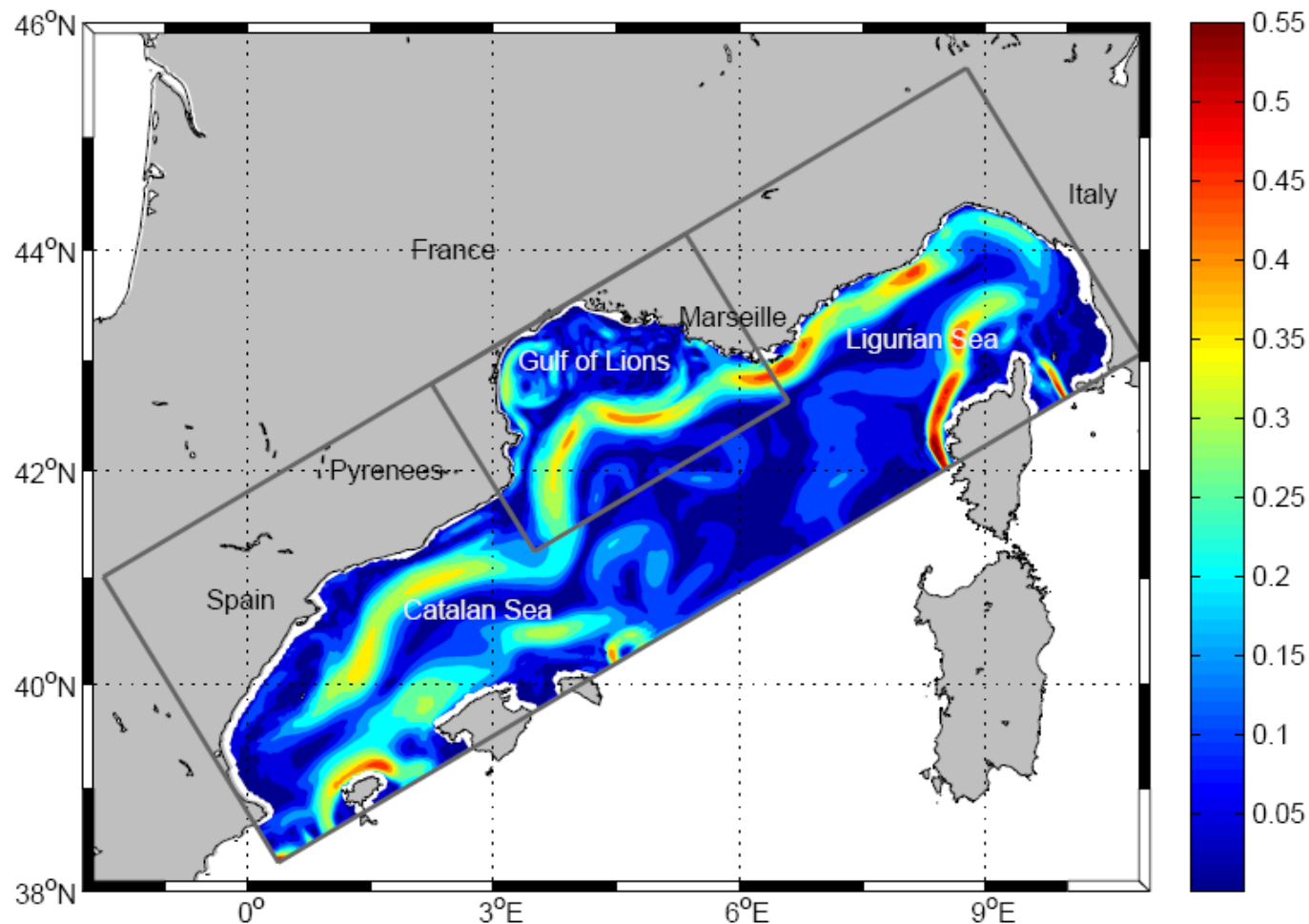
Uneaten
feed



Faecal matter



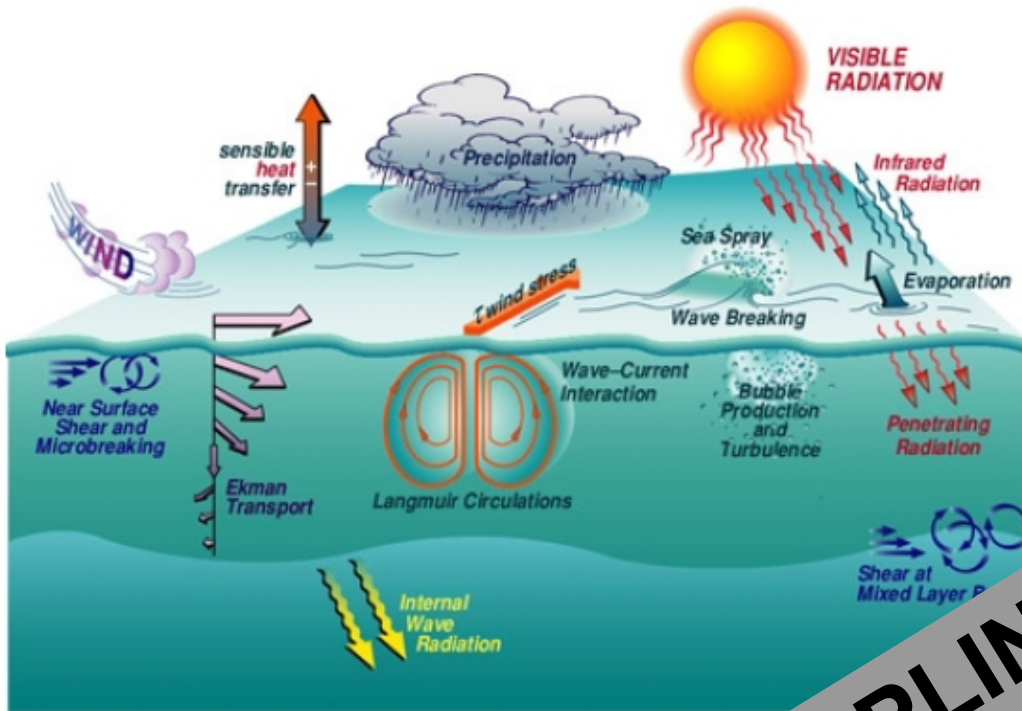
Misura e modellizzazione della Corrente Nord Occidentale Mediterranea e dei vortici costieri del Golfo del Leone



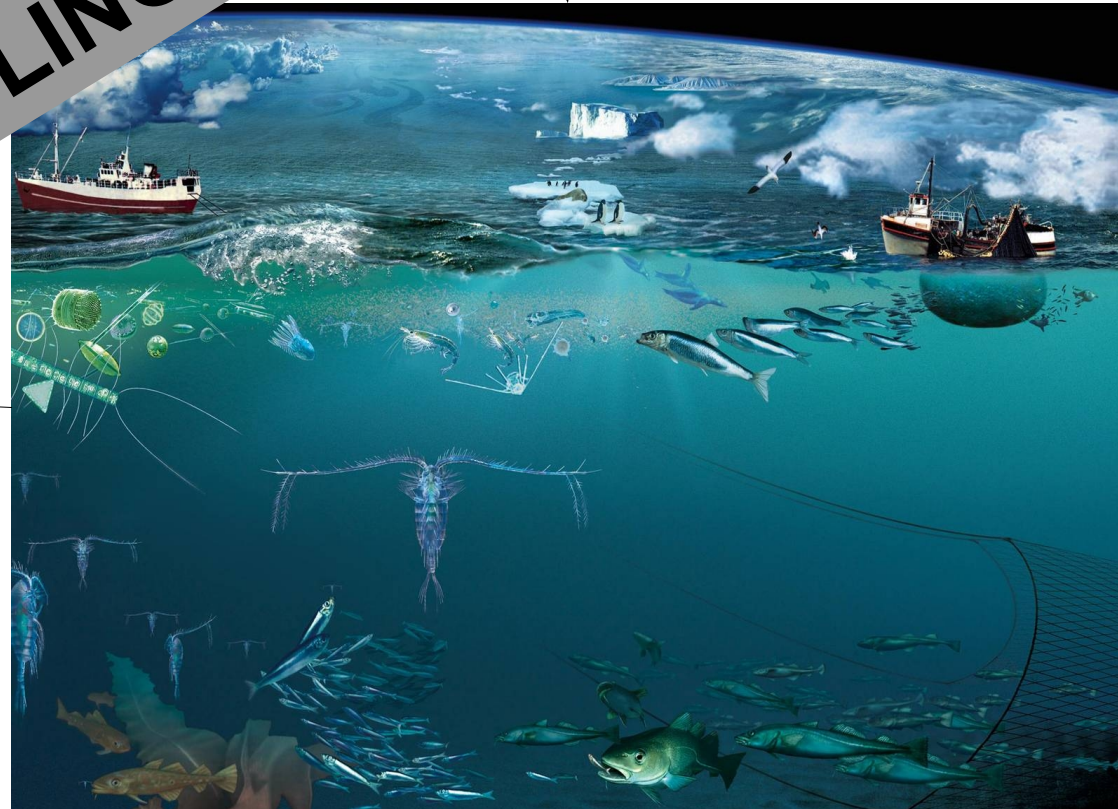
Qual'è il loro ruolo negli scambi tra la zona costiera (**ricca** di sali nutritivi) e il mare aperto (**povero** di sali nutritivi) ?

I fenomeni fisici influenzano quelli biologici.

E.G. Le correnti redistribuiscono i sali nutritivi e alcuni organismi viventi



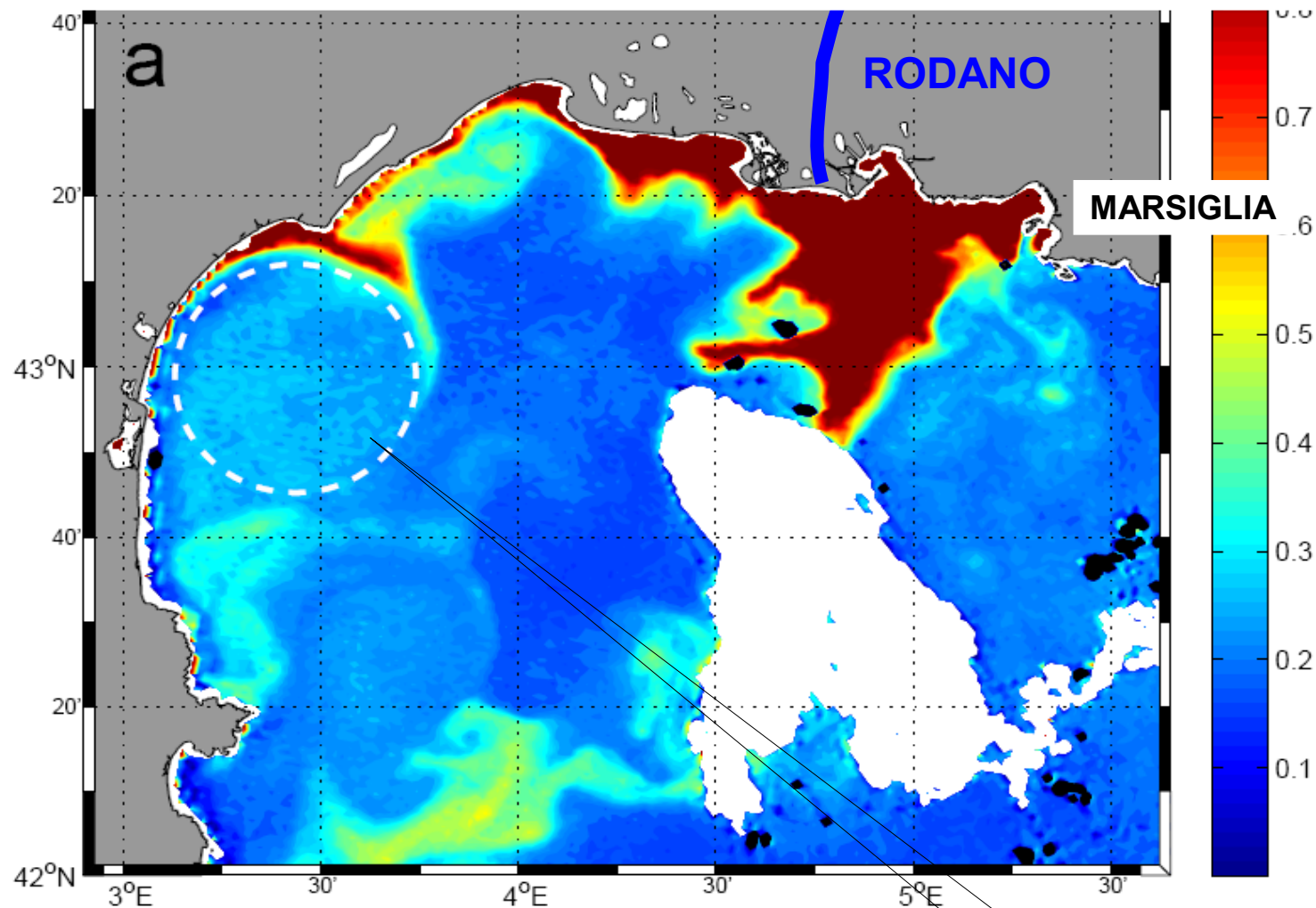
COUPLING



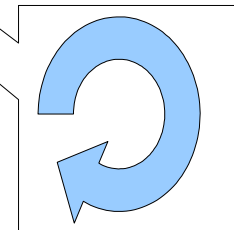
I fenomeni biologici influenzano quelli fisici

*E.G. fioritura di plancton
riduce la penetrazione della luce*

Distribuzione spaziale della Clorofilla-a in luglio 2001

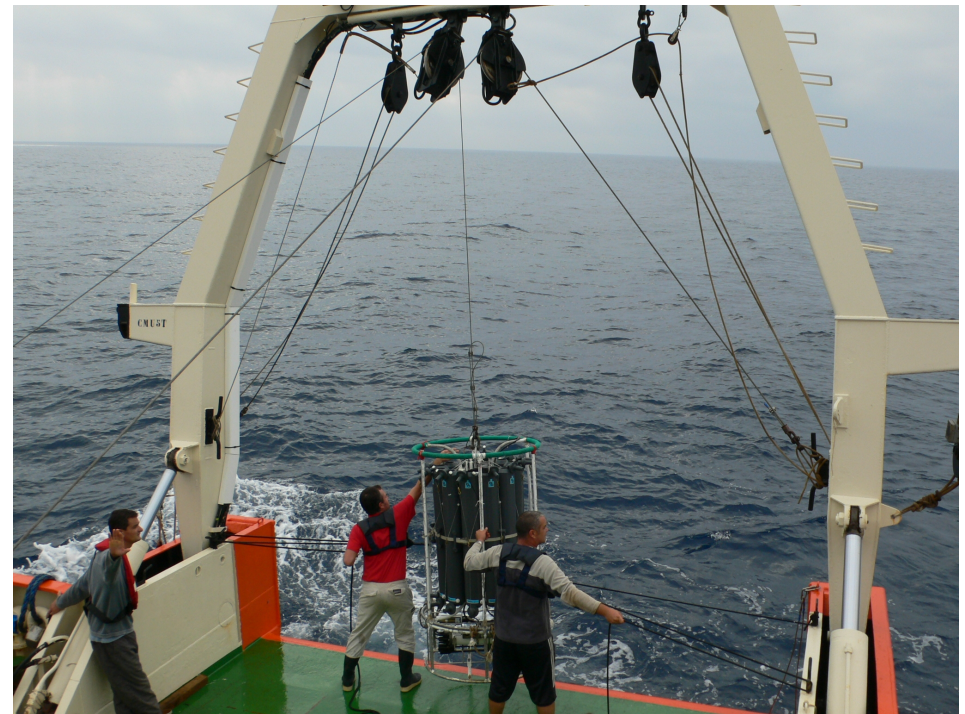


*Modello SYMPHONIE
segnala la presenza di un vortice anticiclonico*



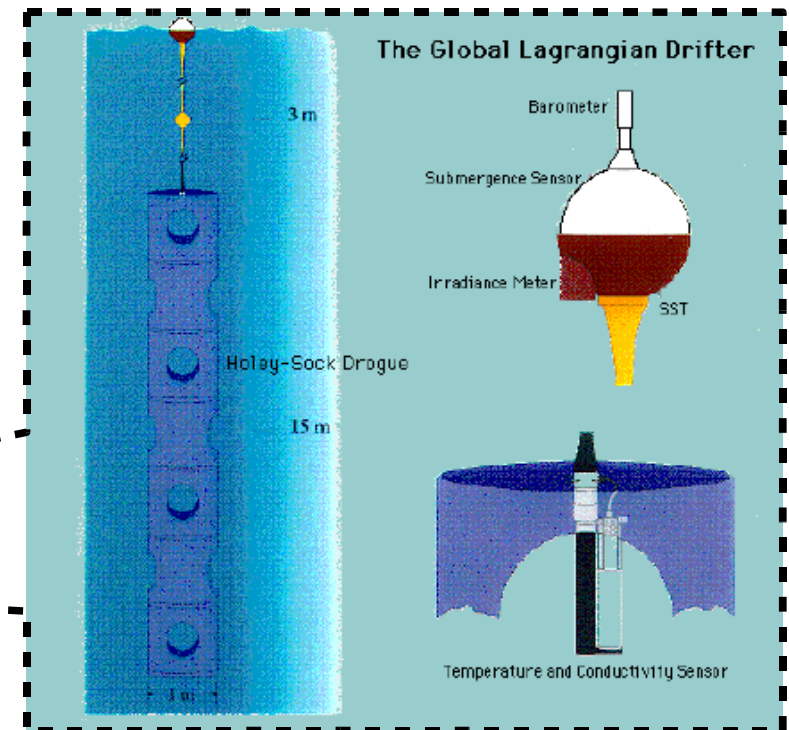
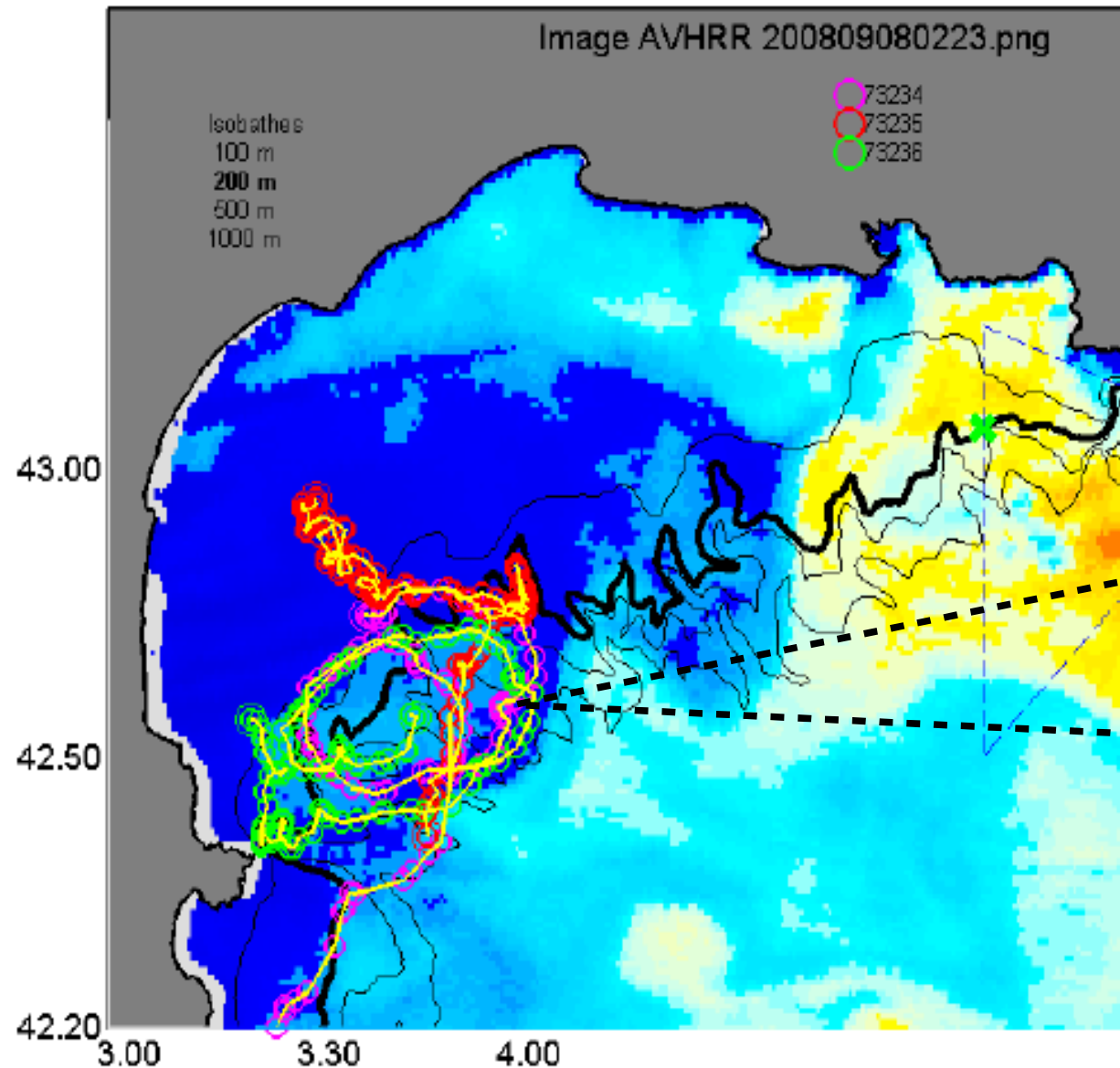
LATEX

Lagrangian Transport Experiment
Campagna Settembre 2008



PF Dopo 4 giorni finalmente ne abbiamo trovato uno!

Latex01 - Positions des bouees le 15-Sep-2008 a 7h 1m

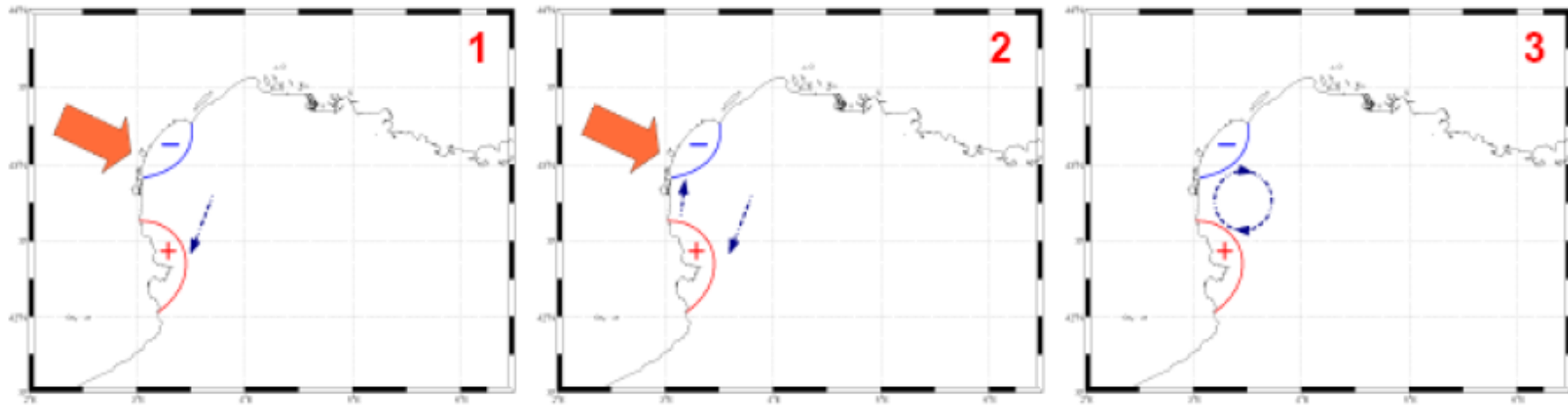


Come si forma il vortice?

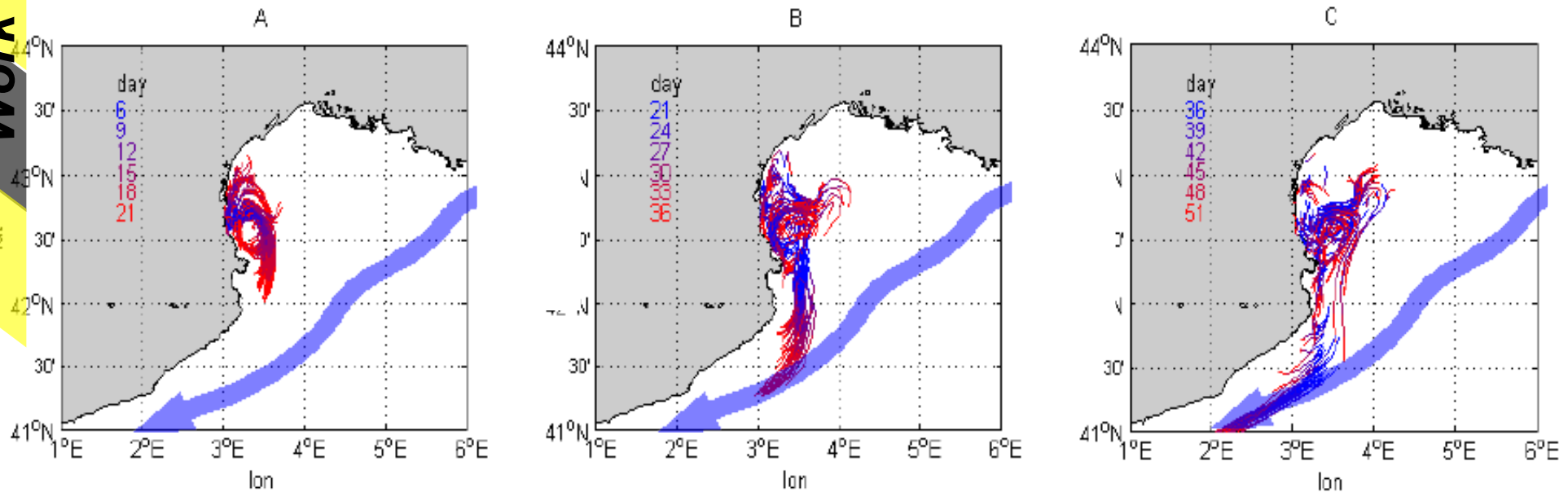
17 June 2001

20 June 2001

23 June 2001

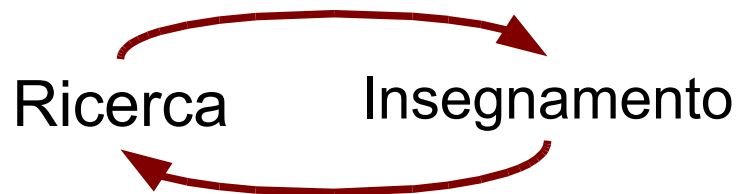


Cosa succede quando incontra la Corrente Nord?



Work in progress!

Work in progress!



**CENTRE
D'OCÉANOLOGIE
DE MARSEILLE**

UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
AIX-MARSEILLE II

www.com.univ-mrs.fr

Centre d'Océanologie de Marseille - Mozilla Firefox

http://www.com.univ-mrs.fr/spip.php?rubrique66

Centre d'Océanologie de Marseille - O.S.U.

Accueil

Informations

Enseignements

Unités de recherche

Service observation

Unité de service 2196

Service Plongée

Bibliothèque

Informatique

Sites hébergés

EDSE 2009

Intranet COM

Rechercher sur le WEB du laboratoire

Sur le WEB du CNRS

Accueil du site > Rubriques > Enseignements > Licence fondamentale Sciences de la Terre et de l'Environnement

Écrit par af-yao

Sciences de la Terre et de l'Environnement

Parcours Sciences de la Mer et de l'Environnement

Cette formation est proposée par le Centre d'Océanologie de Marseille (Université d'Aix Marseille 2 - Université de la Méditerranée) et l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) du CNRS.

L'objectif de cette licence est d'apporter aux étudiants une solide base de connaissances et de compétences leur permettant d'appréhender le fonctionnement général de la planète et de ses différents écosystèmes en prenant en compte les perturbations anthropiques, et d'évoluer professionnellement dans le domaine des Sciences de la Terre et de l'Environnement au niveau national et international.

Cette formation est soutenue par une activité de recherche et de surveillance du milieu marin, en relation avec des entreprises travaillant dans ce domaine.

Le Centre d'Océanologie de Marseille (COM) est une école interne composante de l'Université de la Méditerranée et un Observatoire des Sciences de l'Univers (OSU) de l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) du CNRS.

Rechercher : coiff

Terminé

Centre d'Océanologie de Marseille - Mozilla Firefox

http://www.com.univ-mrs.fr/spip.php?rubrique86&var_mode=c

Centre d'Océanologie de Marseille - O.S.U.

Accueil

Informations pratiques

Enseignements

Unités de recherche

Service observation

Unité de service 2196

Service Plongée

Bibliothèque

Informatique

Sites hébergés

EDSE 2009

Intranet COM

Rechercher sur le WEB du laboratoire

Sur le WEB du CNRS

Accueil du site > Rubriques > Enseignements > Spécialité Océanographie

Écrit par guequiner

Master de Sciences de l'Univers et de l'Environnement « OCÉANOGRAPHIE : Physique, Chimie et Biologie »

Prof. B. Quéquiner (Centre d'Océanologie de Marseille)

Le Master de Sciences de l'Univers et de l'Environnement « OCÉANOGRAPHIE : Physique, Chimie et Biologie » du Centre d'Océanologie de Marseille a reçu un avis favorable à l'habilitation par l'Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur dans le cadre du nouveau contrat quadriennal d'établissement 2008-2011 de l'Université de la Méditerranée. Il s'agit d'une formation unique en France associant les trois disciplines fondatrices de l'océanographie moderne.

Présentation rapide pour les étudiants...

Les Objectifs de la Formation

Les Débouchés

Les Formalités d'inscription

Localisation des Enseignements

http://www.com.univ-mrs.fr/

Grazie!