

**Séminaire Intech'Sophia**  
**Jeudi 21 juin 2007**

« L'imagerie satellitaire pour la gestion des risques »

# **La gestion des risques maritimes, littoraux et côtiers par imagerie satellitaire**

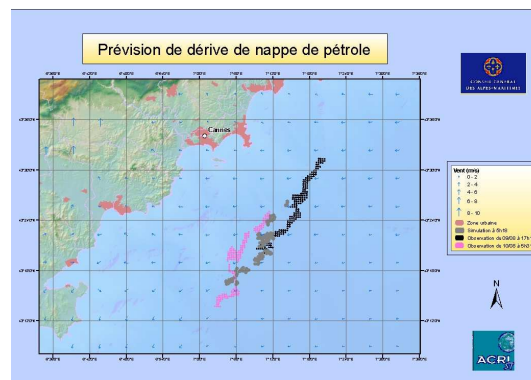


**ACRI-ST**  
Philippe BARDEY

# Application de l'Espace dans le Suivi maritime et Côtier :

## 1. Traitement des données RADAR

→ **Suivi opérationnel de Nappes**



## 2. Traitement des données Spectrales

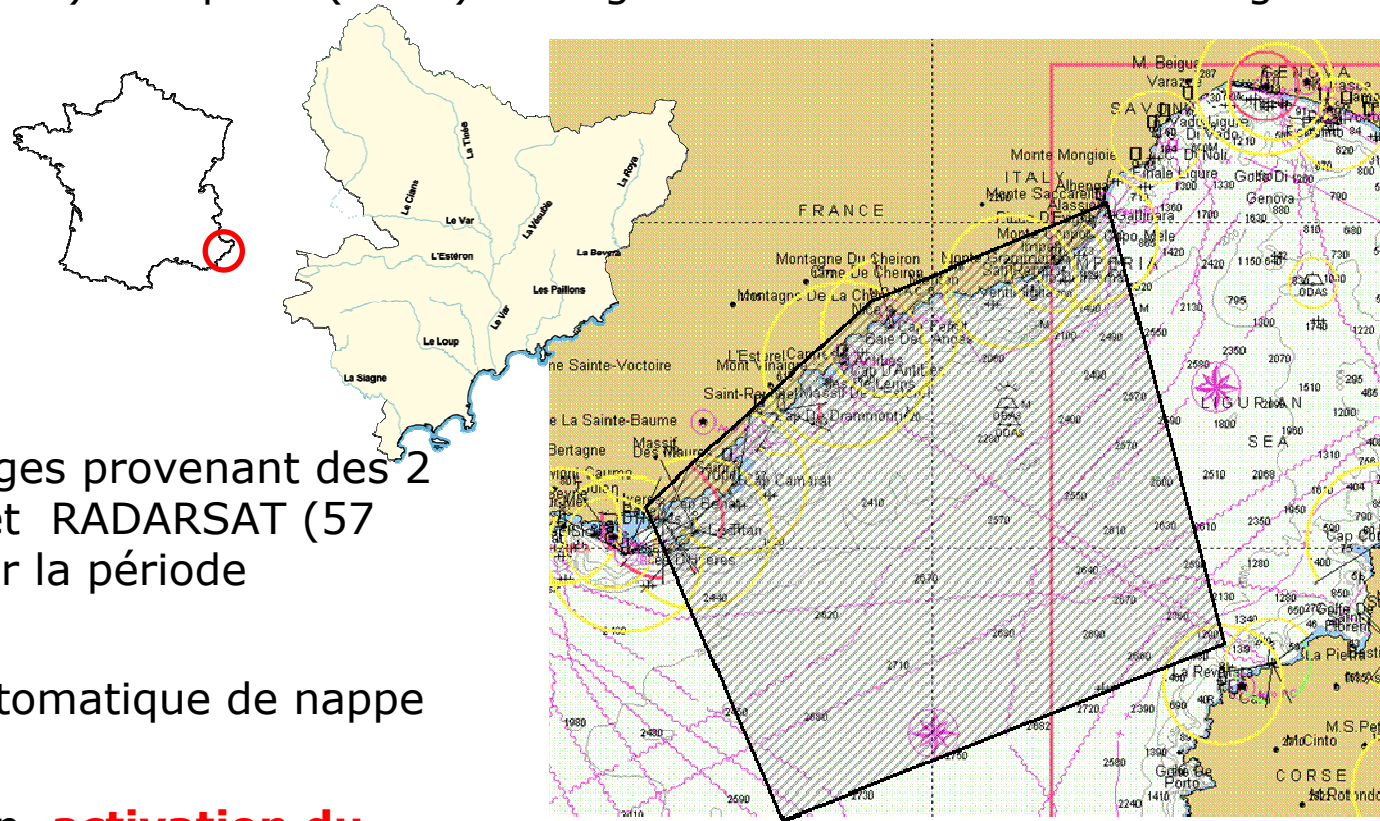
- La couleur de l'eau
- Projet MARCOAST
- Projet GLOBCOLOUR
- Projet REGICOLOUR

# Contexte



## Zone de surveillance – durée de l'expérimentation

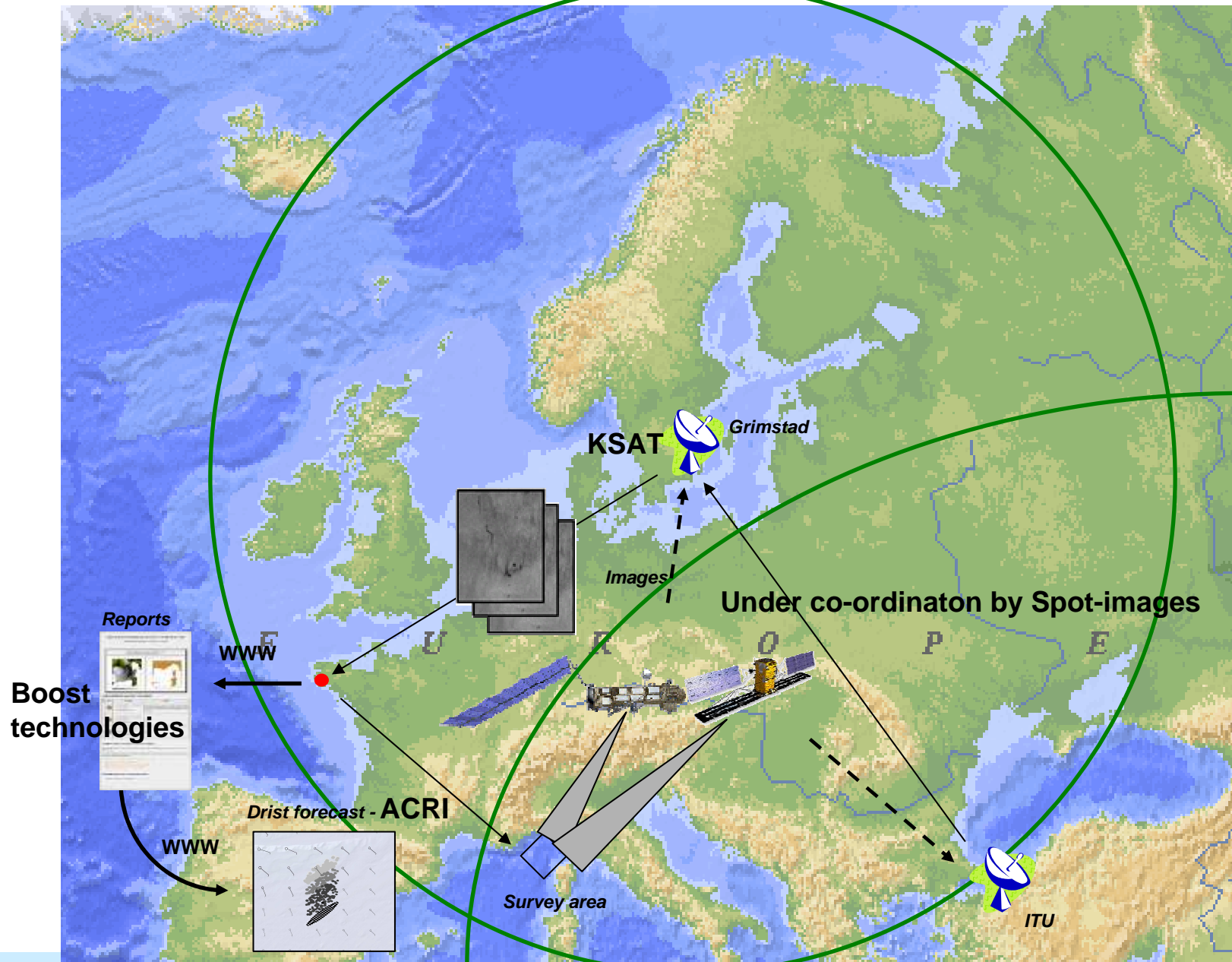
- ✓ 1er Juillet au 15 Septembre 2006
- ✓ Du Cap Camarat (Var) à Imperia (Italie) le long de la cote et 75 miles au large



## Principe

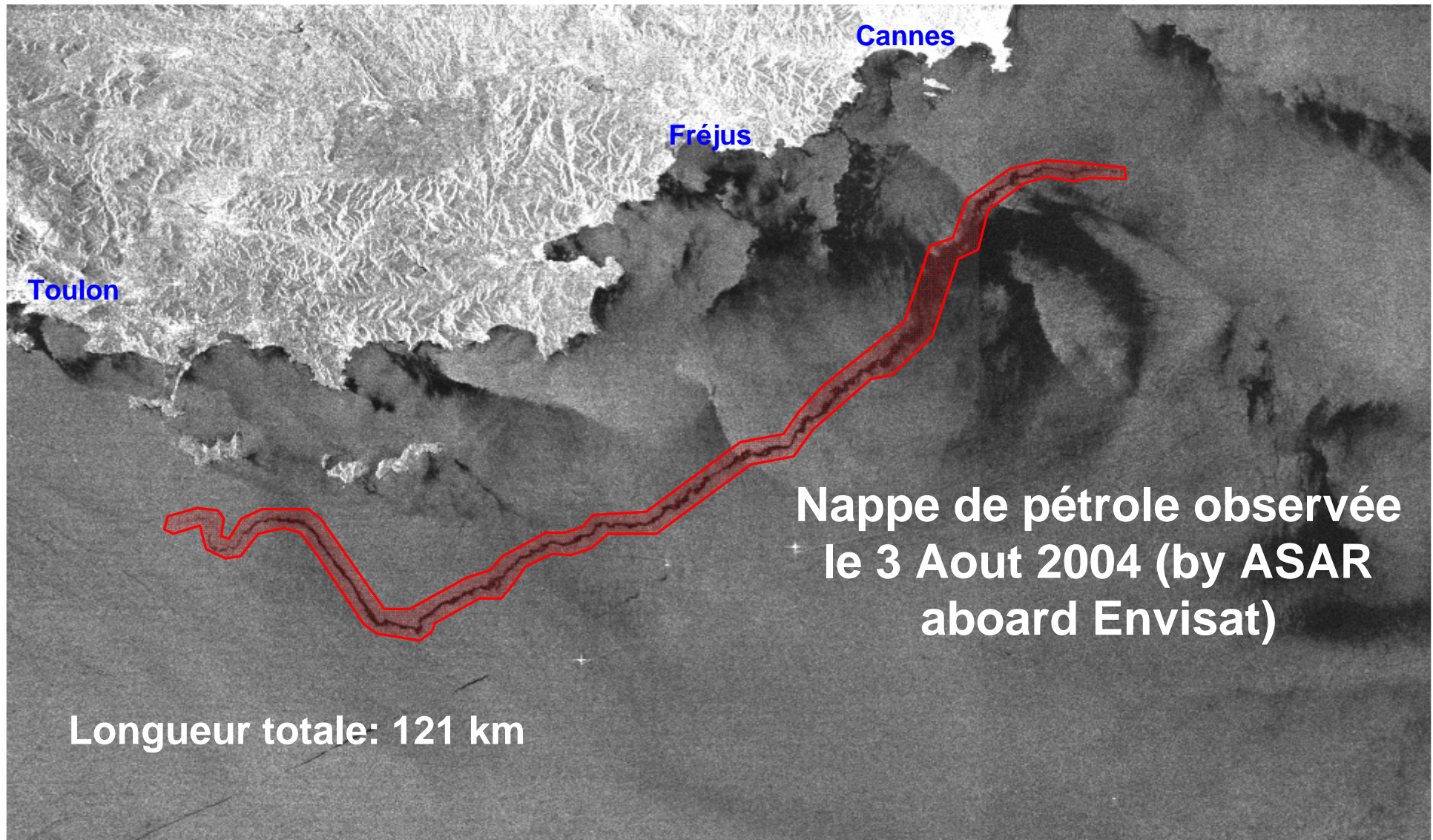
- Observation d'images provenant des 2 satellites ENVISAT et RADARSAT (57 images prévues pour la période d'expérimentation)
- Détection semi-automatique de nappe d'hydrocarbure
- En cas de détection, **activation du système de prévision de la dérive de la nappe observée.**

# Sequence of acquisition/analysis/computing/reporting





# Illustration d'une détection de nappe



# The challenge of the forecast



## Modélisation des champs de courant

### Sélection du modèle Mars-3D (IFREMER)

Forcé par les prévisions et analyses Mercator et par un modèle météorologique dédié

## Modélisation des champs de vent

### Sélection du modèle MM5

Utilisation d'un **MNT haute résolution**, prise en compte de l'**occupation des sols** et forçage par les **analyses et prévisions NCEP**

## Modélisation de la dérive de la nappe

### Sélection du modèle PARCELS

Développé par ACRI dans le cadre de 2 projets européens d'envergure (FP5).  
Prise en compte des phénomènes de convection, diffusion, évaporation et émulsion.

# The drift forecast



## Synthesis et Assembling and running the whole things

- ✓ Timeliness (wrt to the few hours to run 48 hours drift forecast)
- ✓ Representativity of the results : an error of « 1 » for the current velocity is equivalent to an error of « 100 » for the wind velocity

### Final uses of the models

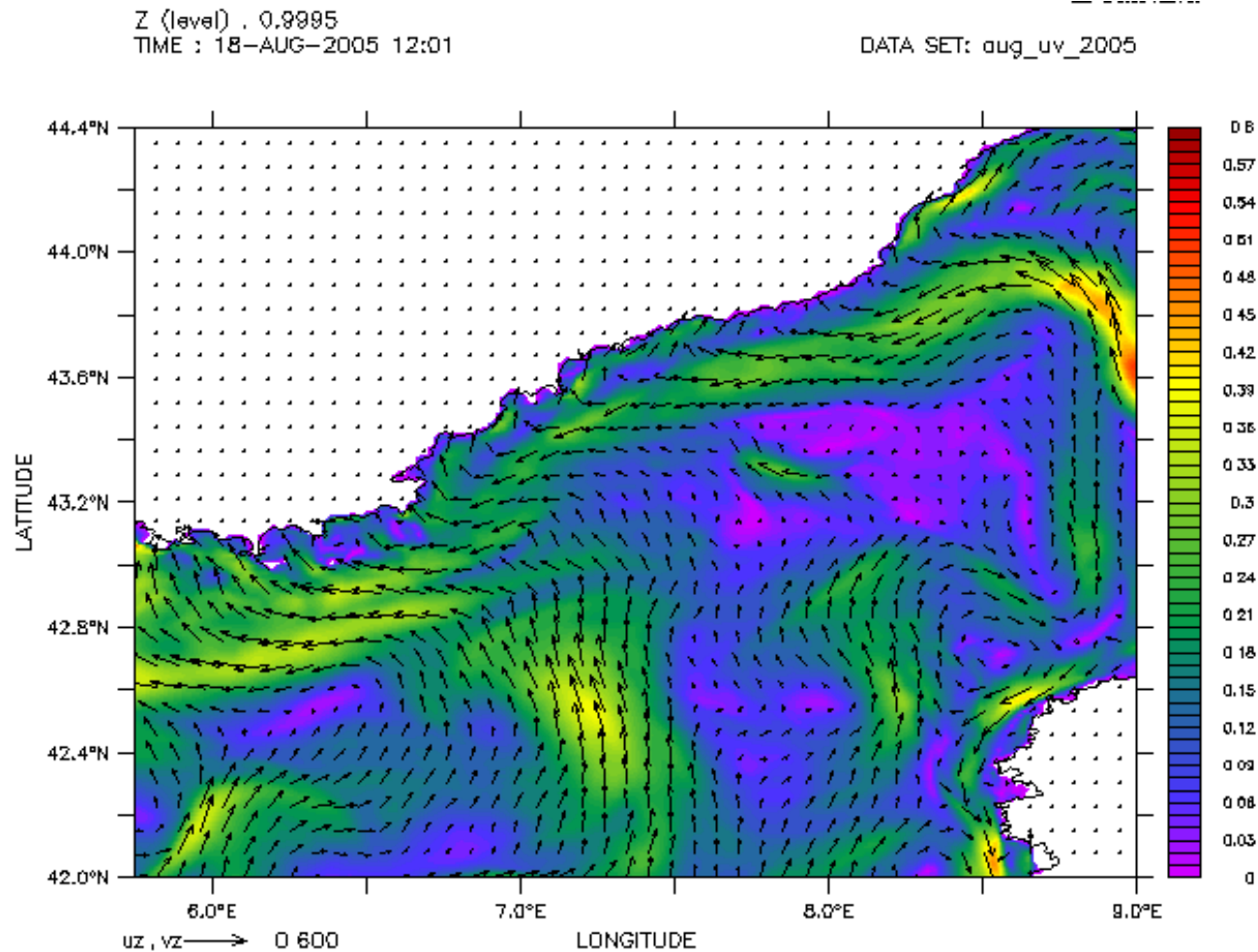
**Deterministic** for wind fields  
(ie direct use of meteo analysis and forecasts)

**Statistical** for current fields  
(ie use of several cases extracted from climatology to built up statistical results)

# Modelling setting up and modular validation



## Hydrodynamique – Base de données MARS-3D de 2005 (Forcé par un modèle de météorologie côtière haute résolution)

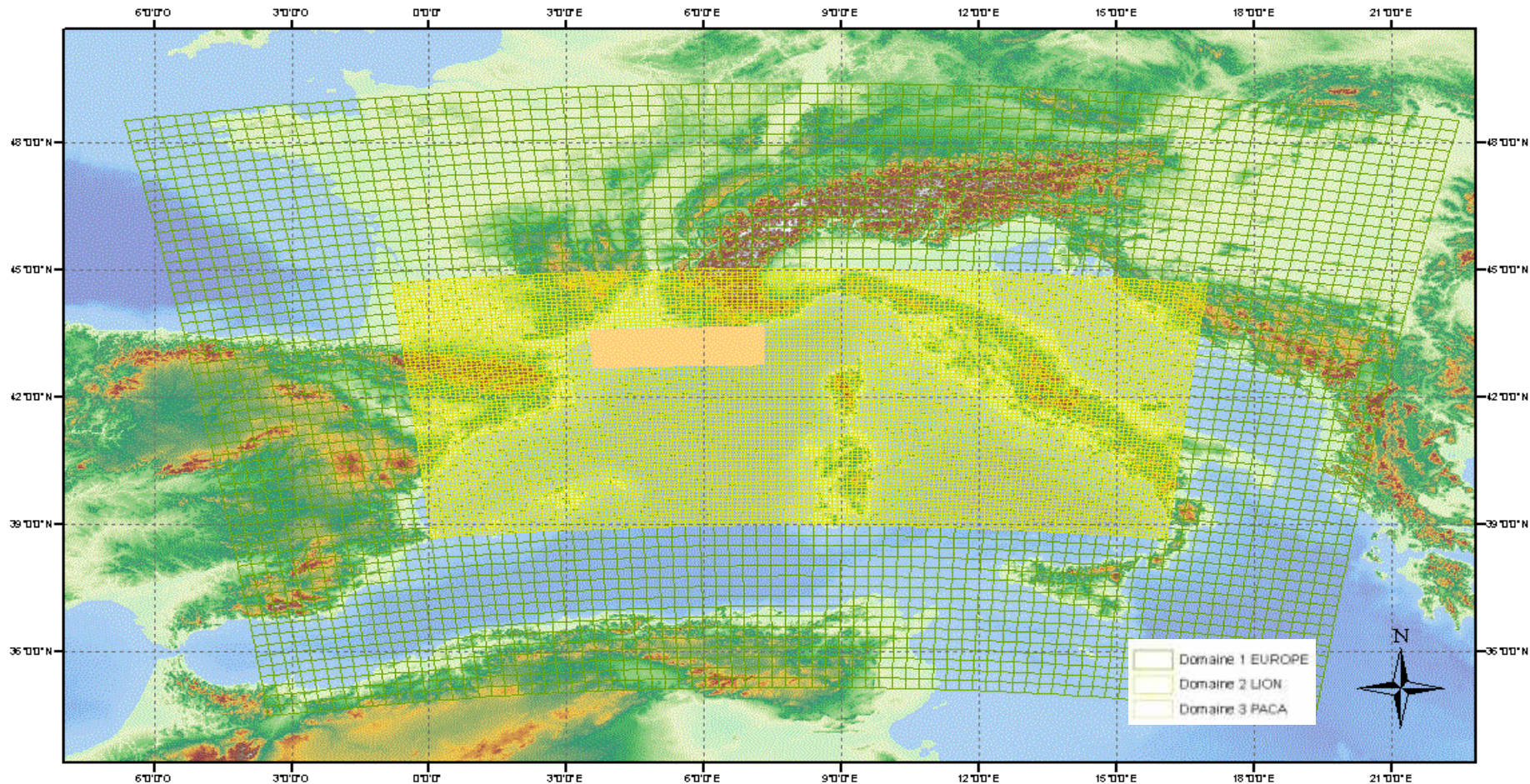




# Modelling setting up and modular validation



## Météorologie côtière – Différents domaines MM5 à partir de NCEP

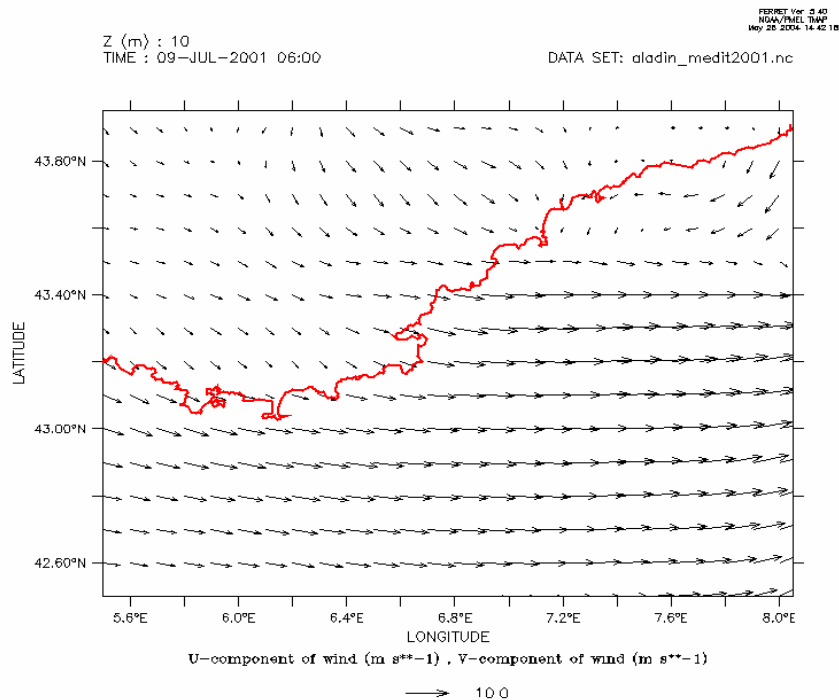




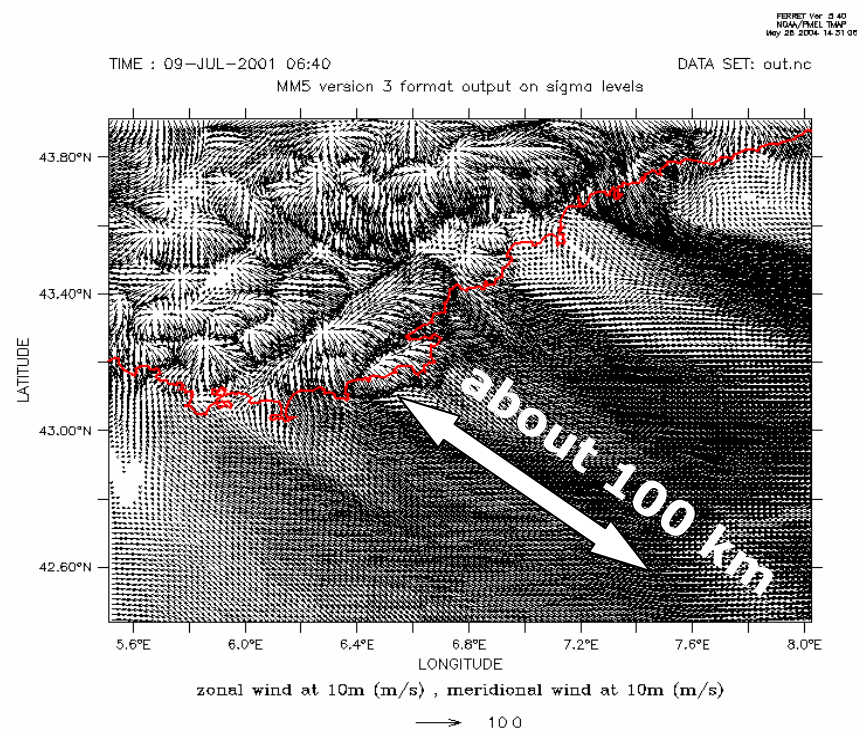
# Modelling setting up and modular validation



## Météorologie côtière – Amélioration de la résolution



De **15 km** ...



... à **3 km** de  
résolution  
horizontale

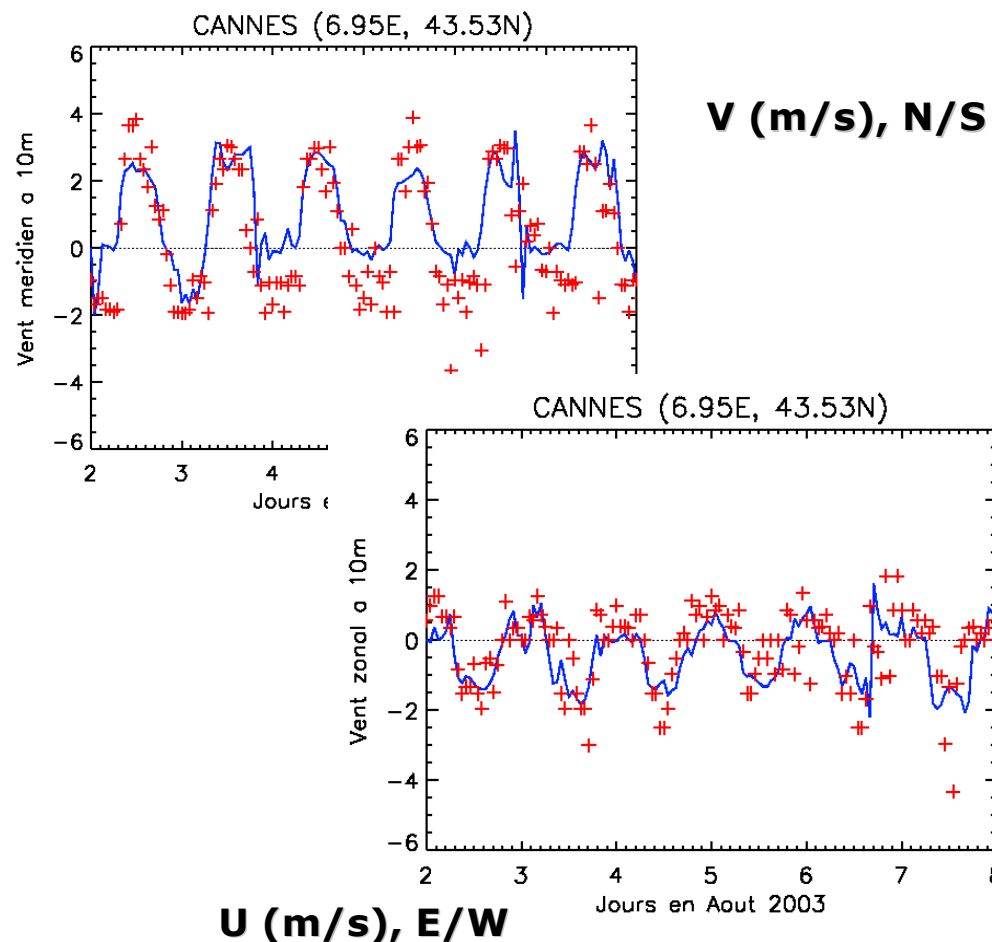
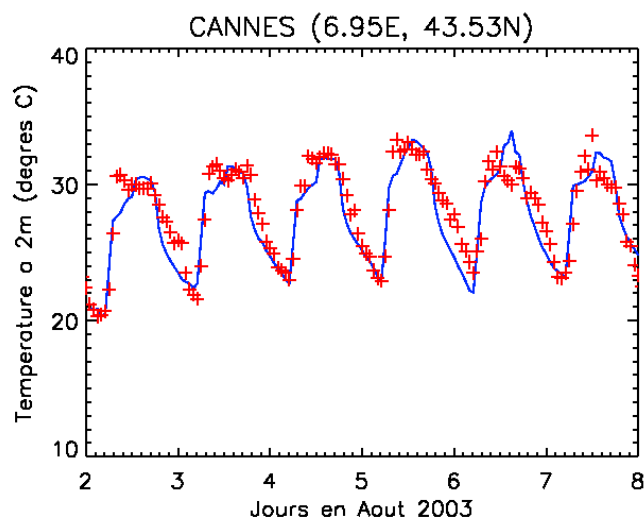
# Modelling setting up and modular validation



## Météorologie côtière

## Éléments de validation (Vitesse du vent)

### Éléments de validation (températures)



# Operations – setting up



## En cas d'alerte jour J:

-**Réception** d'un mail incluant la description géométrique de la nappe

### -**Récupération des prévisions météorologiques**

(J, J+1, J+2) à partir des run opérationnels MM5

### -**Récupération des champs de courant de surface**

à partir d'une climatologie (2005) incluant une période de 15 jours avant l'alerte et 15 (+2) jours après l'alerte

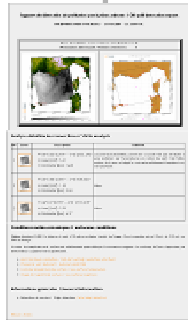
-**Pour**  $I = -15, 15$

### -**Propagation de la nappe de pétrole**

en utilisant la météo des jours J, J+1 et J+2 et la climatologie hydrodynamique des jours D+I, D+I+1 et D+I+2.

-**Derivation** de toutes les trajectoires possibles et de la trajectoire moyenne – Examen de la dispersion pour élaborer le rapport.

# Le système en bref



**NCEP** National Centers for Environmental Prediction

**MM5**  
Modélisation  
Météorologique

**Ifremer**  
Institut français de recherche  
pour l'exploitation de la mer

Modélisation des  
courants marins

Prévision météo. locale à 2 jours :  
Anticipation automatique chaque soir

Climatologie des  
courants marins

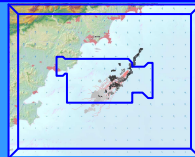
Opérateur  
en alerte

Hypothèses : type hydrocarbure,  
épaisseur nappe, ...

**PARCELS**  
Modélisation dérive de nappe  
•Entraînement des Vents,  
•Entraînement des Courants,  
•Évaporation,  
•Émulsion.

Base de  
Données  
Hydrocarbures

**Rapport  
d'analyse**  
Déterminer la vulnérabilité des  
côtes pour les 2 jours à venir



Fax  
E-mail  
Site web



CONSEIL GENERAL DES ALPES-MARITIMES

Cross  
Med



## Surveillance entre le 1er Juillet et le 15 Settembre 2006

Sur les 57 images Envisat Radarsat prévues, seulement 35 ont été fournies

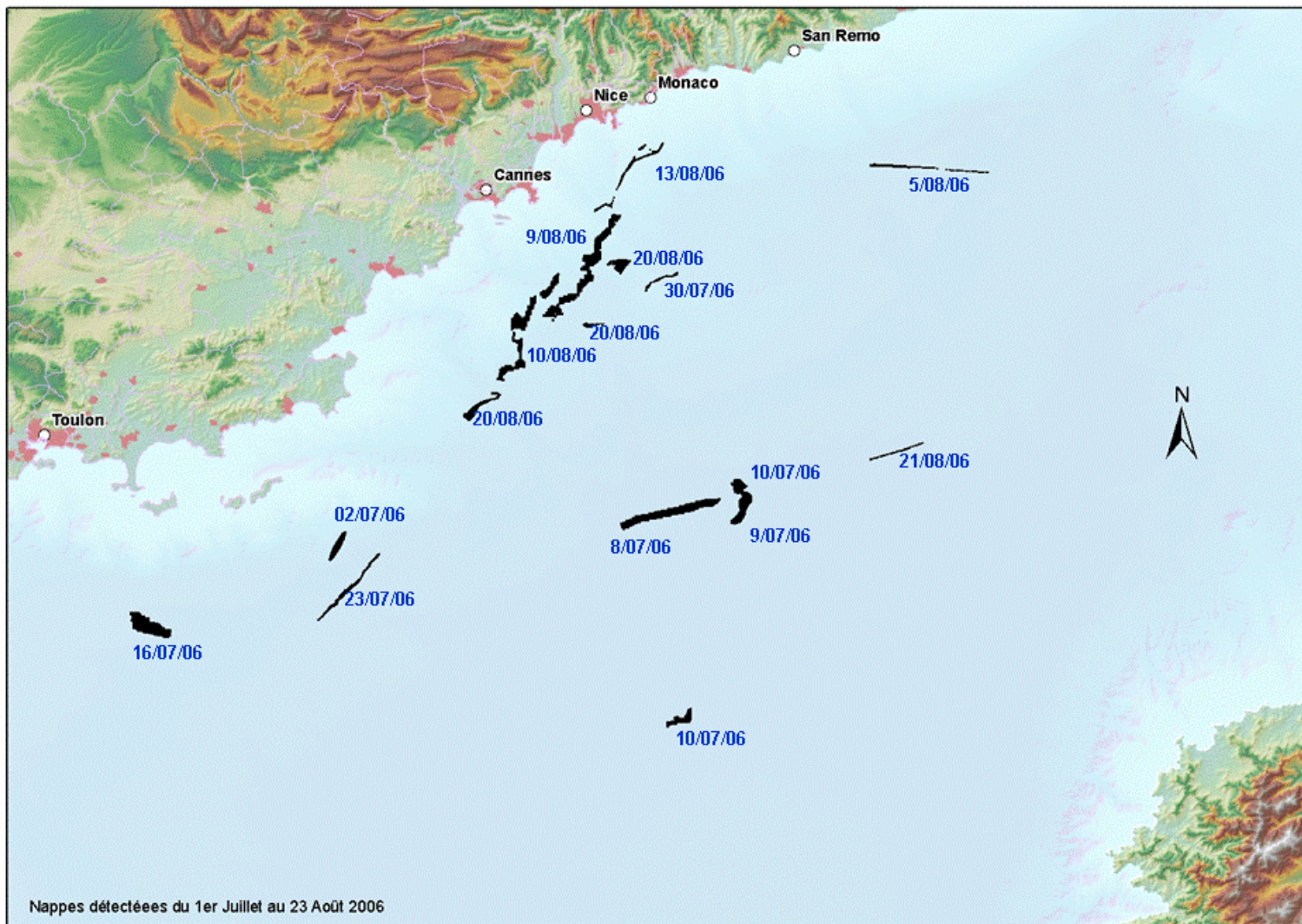
**Juillet:** 15 images, pour lesquelles 10 rapports indiquent 12 zones de pollutions (d'une longueur moyenne de 13km)

**Aout:** 14 images, pour lesquelles 7 rapports indiquent 9 zones de pollutions (d'une longueur moyenne de 15km)

**Septembre:** Aucune pollution détectée sur les 6 images disponibles

# The real experiment - observations

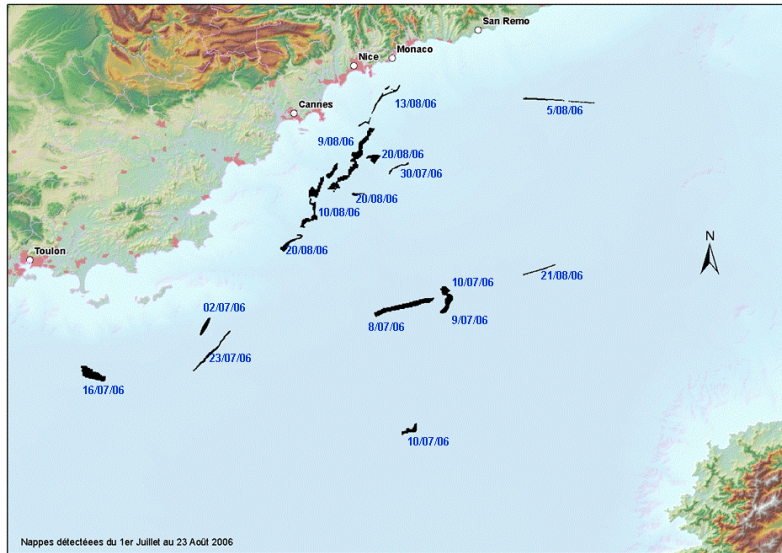
## Nappe de pétrole – observation par télédétection pour l'été 2006



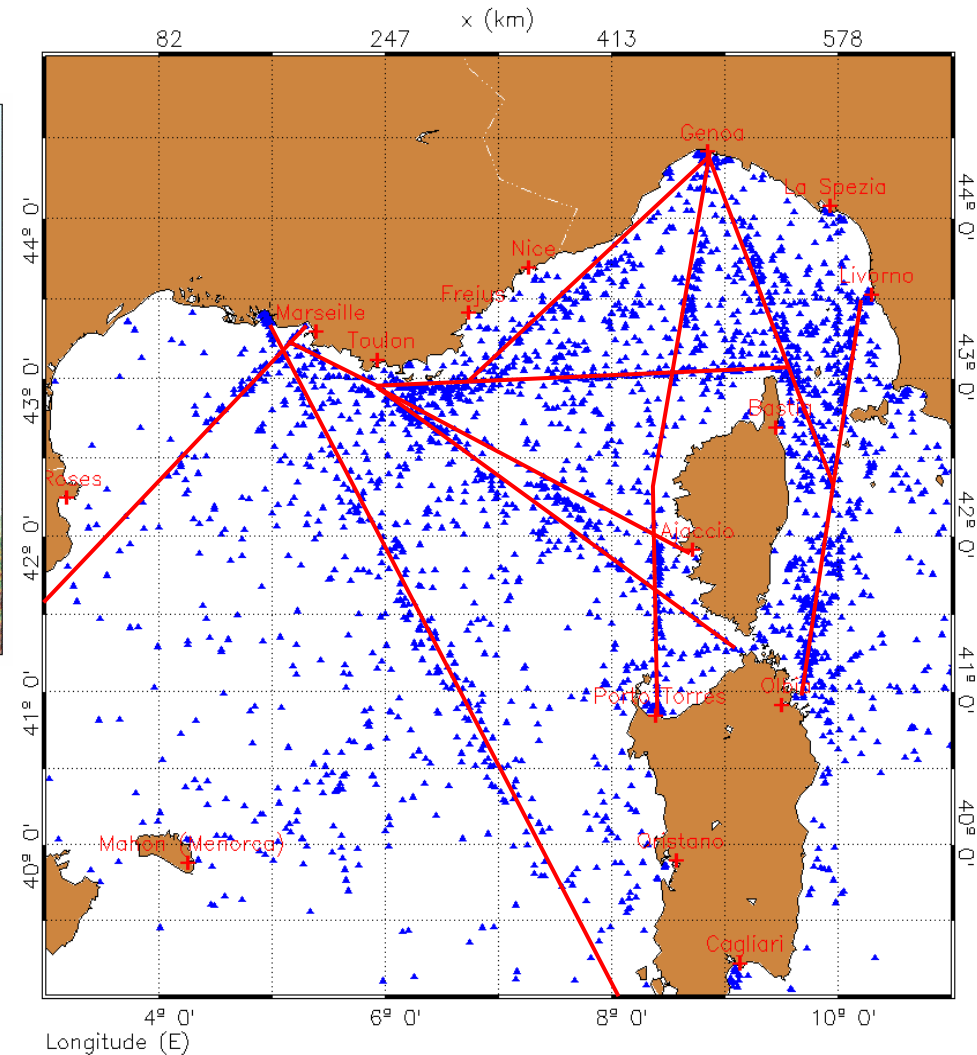
# The real experiment - observations



Carte globale des navires sur l'imagerie SAR 2004



Well in line with  
maritime roads ...

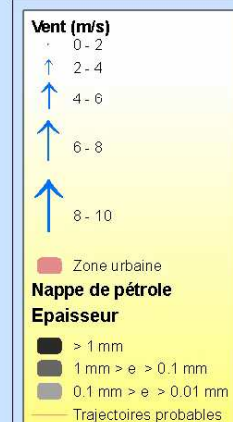
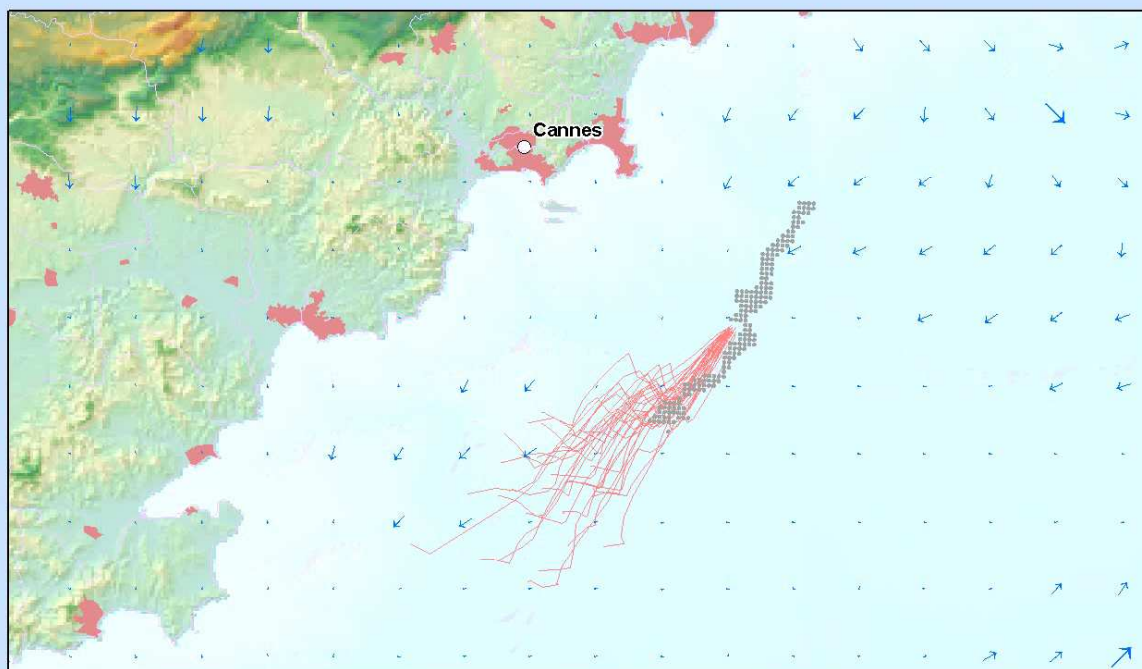


▲ 6063 navires detectes



# Forecast reporting - exemples

Prévision de dérive de nappe de pétrole



09/08/2006 17:33 TU (H+00h15)

# Forecast reporting - exemples

## Prévision de dérive de nappe de pétrole

### Origine des données

#### Vent

S/SW - 4/5 m/s  
(origine prévi. ACRI)

#### Courants

N/NE 0.3 m/s  
(origine climato. Ifremer)

#### Température de surface

25°C

### Pétrole

#### Type de pétrole

Petrol brut

#### Evaporation finale

16%

#### Emulsion finale

73.2%

#### Quantité initiale

60 m3



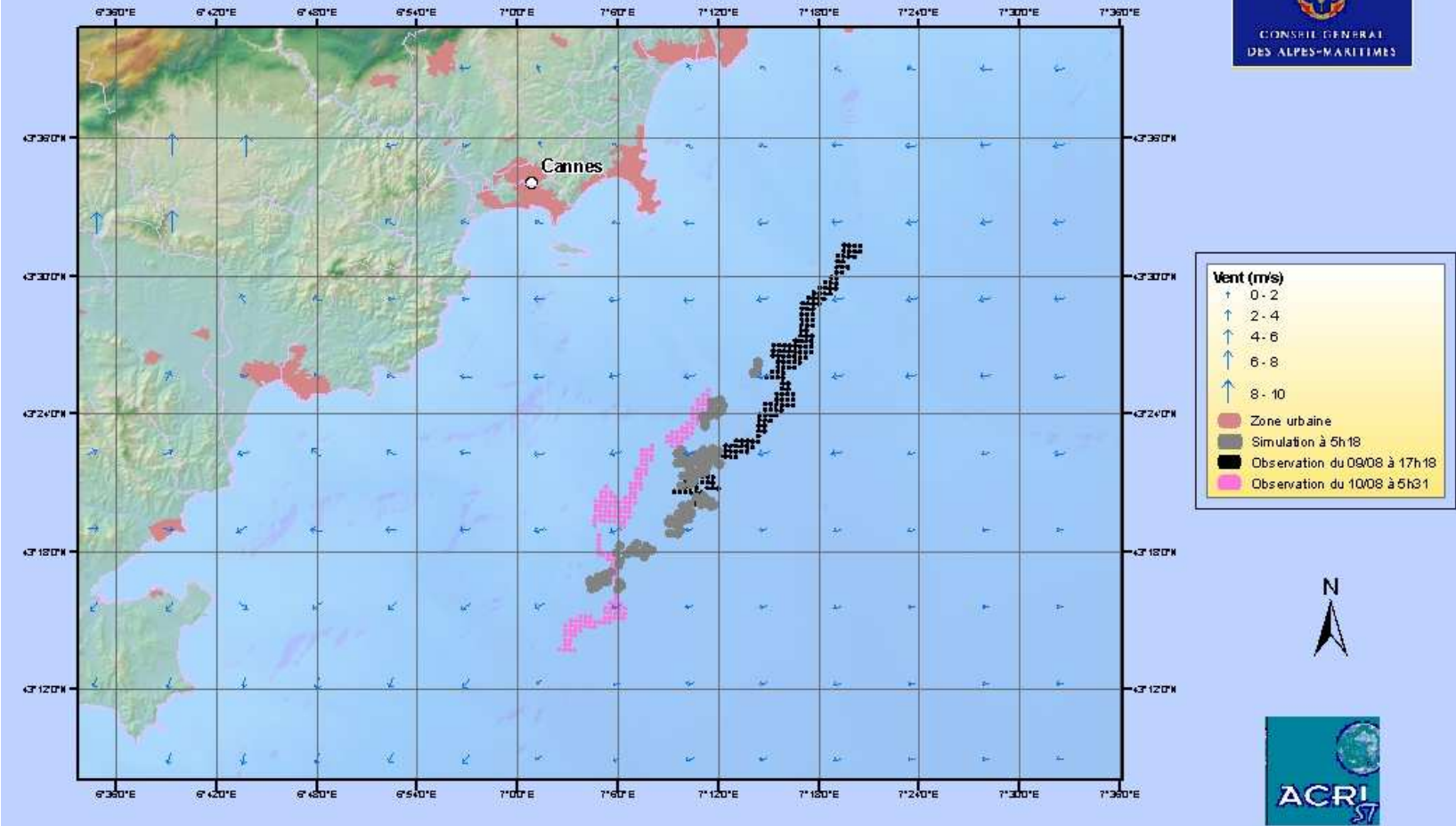
Competition between wind and current – maximum of indetermination



# Forecast reporting – Un cas de validation



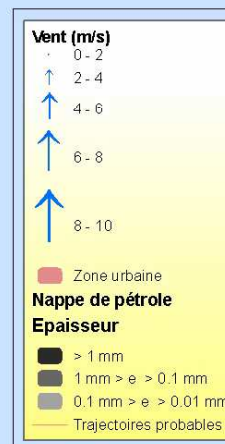
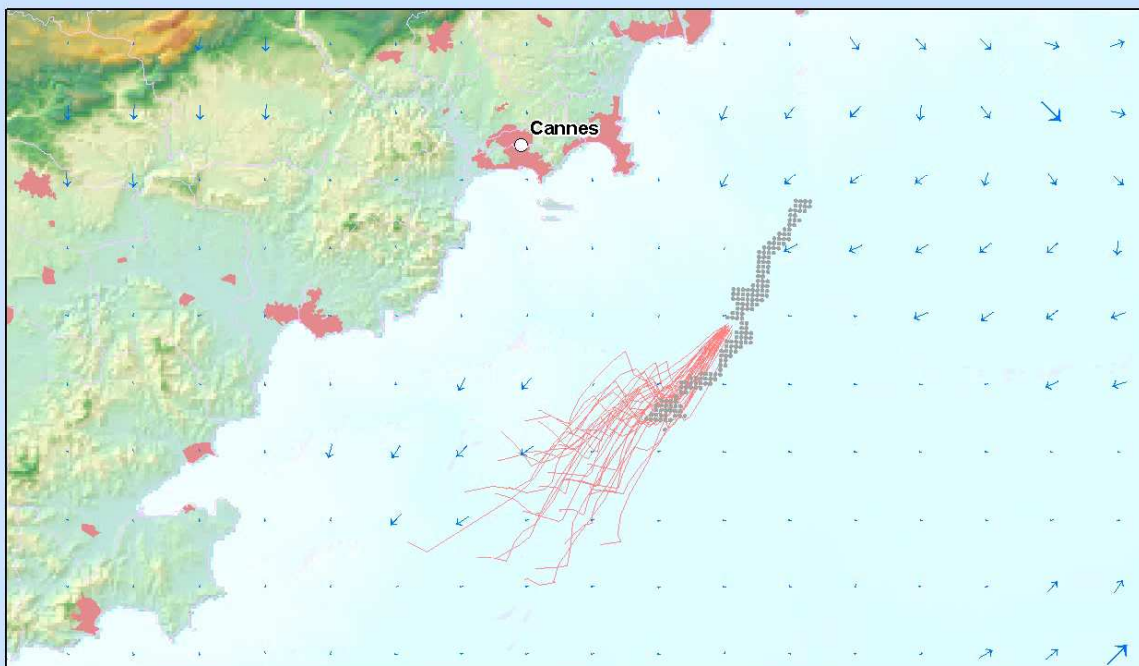
## Prévision de dérive de nappe de pétrole



# Forecast reporting – the frame of trajectories



Prévision de dérive de nappe de pétrole



09/08/2006 17:33 TU (H+00h15)

# Application de l'Espace dans le Suivi maritime et Côtier :

## 1. Traitement des données RADAR Suivi opérationnel de Nappes

## 2. Traitement des données Spectrales



- a. **La couleur de l'eau**
- b. **Projet MARCOAST**
- c. **Projet GLOBCOLOUR**
- d. **Projet REGICOLOUR**

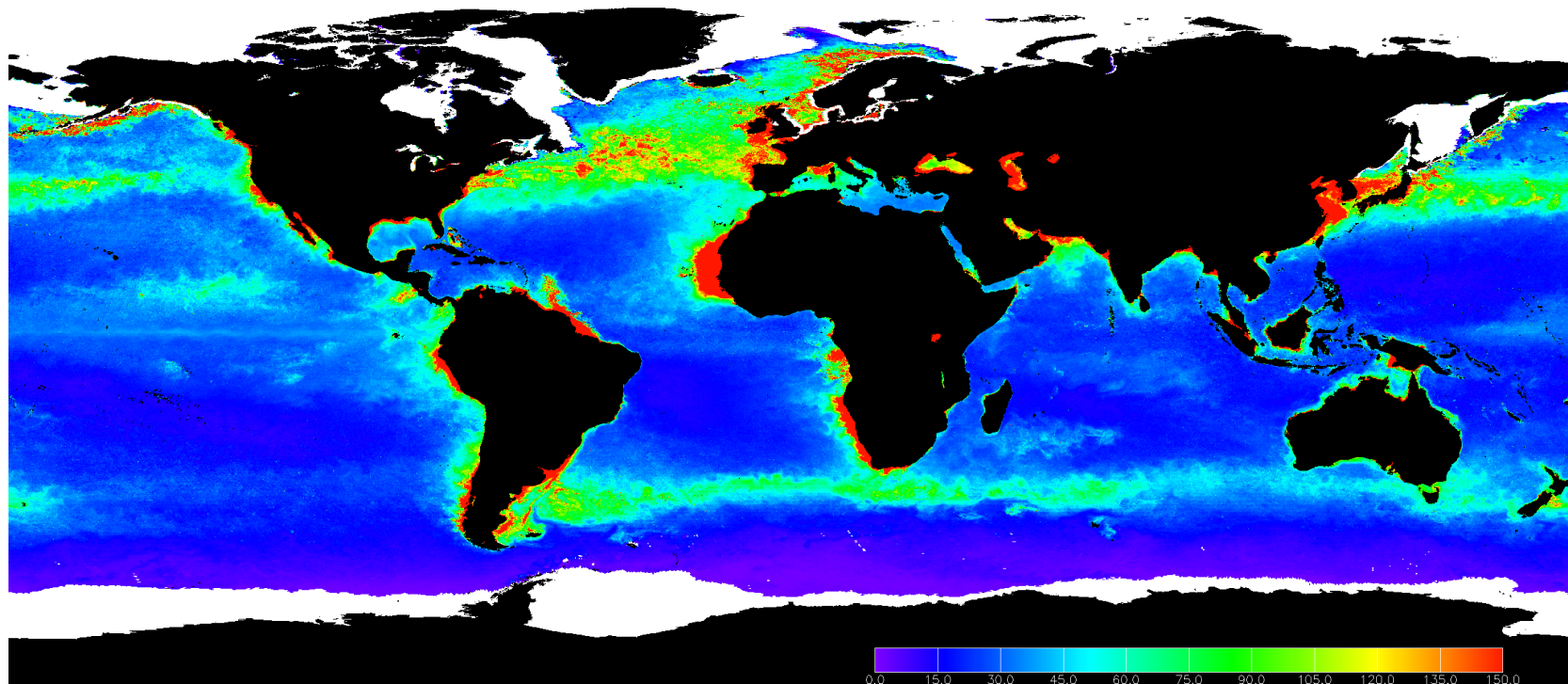


# La couleur de l'eau ? Exploitation



Naguère:

Concentration en chlorophylle-a en surface de la mer et évaluation de la production primaire – recherche scientifique sur l'évolution du climat et les échanges océan-atmosphère



# La couleur de l'eau ?

## Exploitation



Aujourd'hui :

Concentration de Chla-a – Suivi d'efflorescences algales /  
Aquaculture / Halieutique / Climat/ Qualité des eaux  
(eutrophisation)

Matière en suspension – Pollutions marines

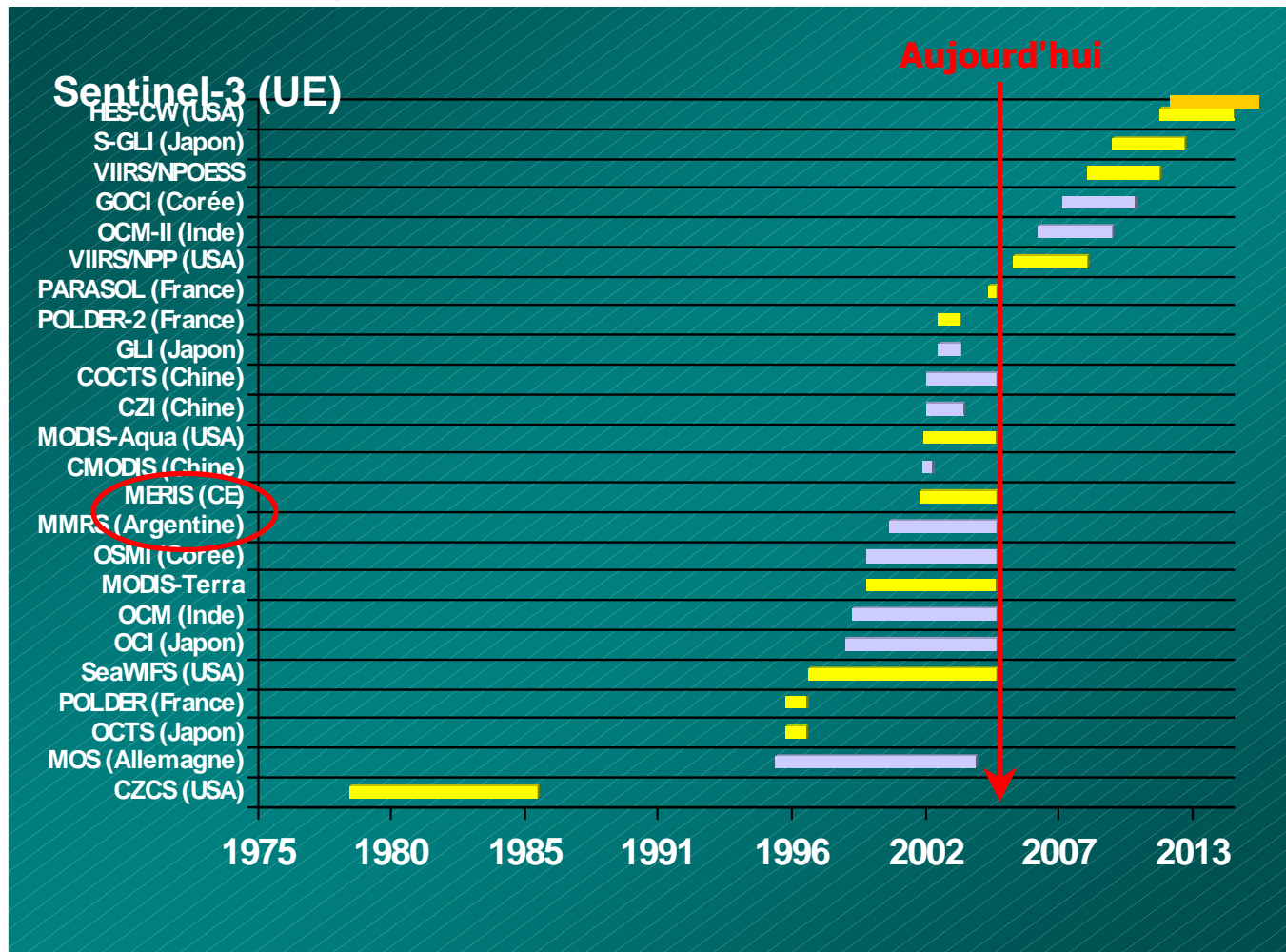
Transparence de l'eau – Défense / Aquaculture /  
Evaluation des impacts anthropique sur le milieu marin /  
Tourisme



# Exploitation des données de couleur de l'eau issues de l'imagerie spatiale



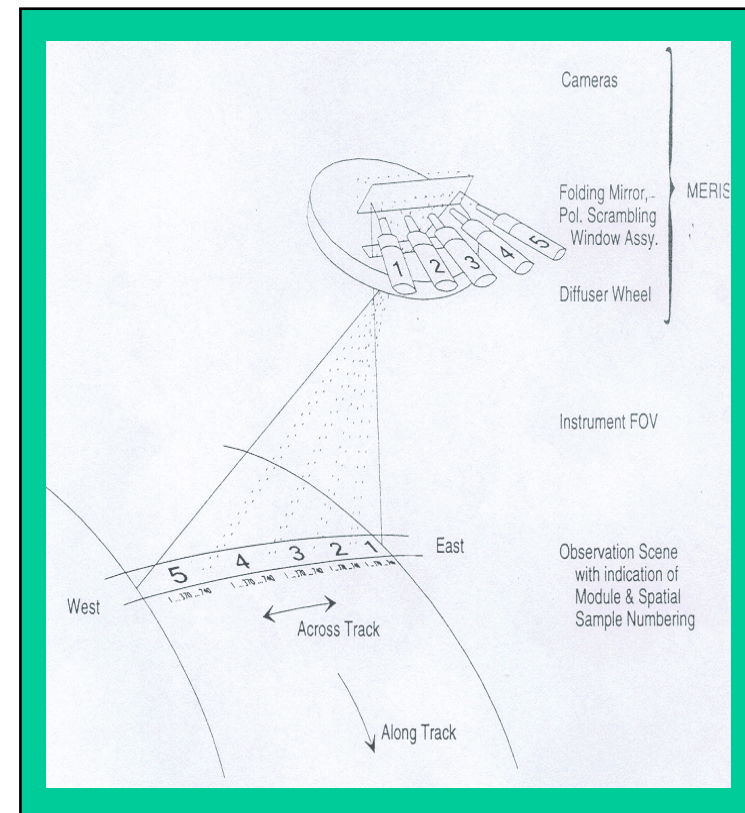
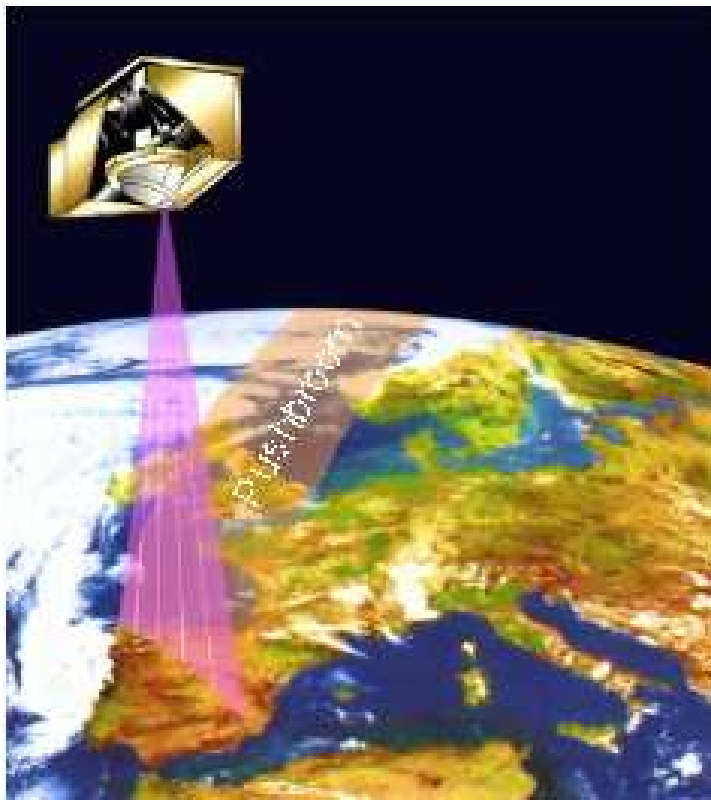
## Missions disponibles



# Exploitation des données de couleur de l'eau issues de l'imagerie spatiale

## Spectromètre imageur MERIS (UE) à balayage

- 15 bandes spectrales
- 68° de fauchée, distribuée sur 5 cameras
- Résolution spatiale 1 km (RR) et 250 m (FR)

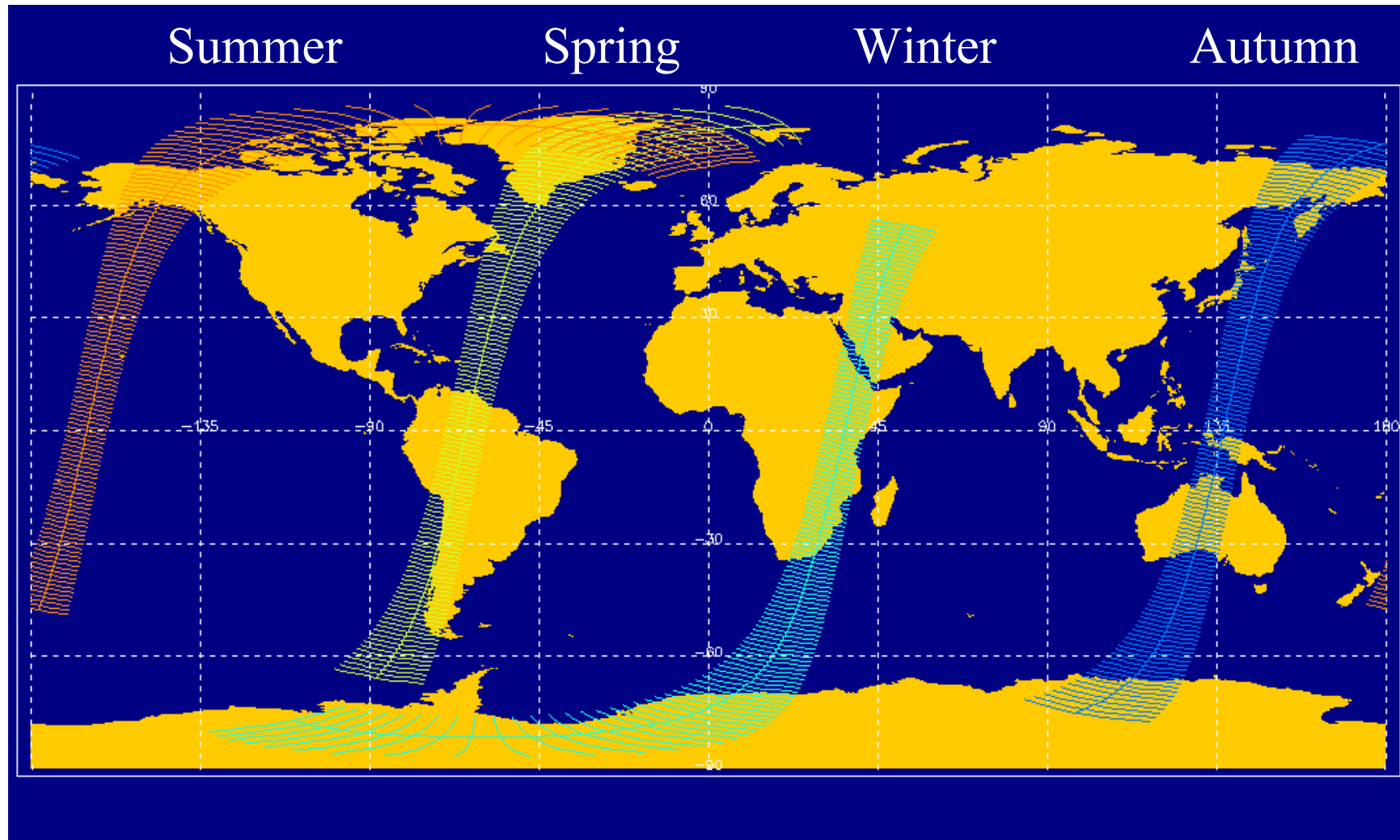


# Bandes spectrales MERIS



<b>Symbol</b>	<b>Wavelength (nm):</b>	<b>Width</b>	<b>Purpose:</b>
<b>b1 or b412</b>	<b>412.5</b>	<b>10</b>	<b>Yellow substance and detrital pigments</b>
<b>b2 or b442</b>	<b>442.4</b>	<b>10</b>	<b>Chlorophyll absorption maximum</b>
<b>b3 or b490</b>	<b>490.0</b>	<b>10</b>	<b>Chlorophyll and other pigments</b>
<b>b4 or b510</b>	<b>510.0</b>	<b>10</b>	<b>Suspended sediment, red tides</b>
<b>b5 or b560</b>	<b>560.0</b>	<b>10</b>	<b>Chlorophyll absorption minimum</b>
<b>b6 or b620</b>	<b>620.0</b>	<b>10</b>	<b>Suspended sediment</b>
<b>b7 or b665</b>	<b>665.0</b>	<b>10</b>	<b>Chlorophyll absorption, chlorophyll fluorescence ref.</b>
<b>b8 or b681</b>	<b>681.0</b>	<b>7.5</b>	<b>Chlorophyll fluorescence peak</b>
<b>b9 or b705</b>	<b>709.0</b>	<b>10</b>	<b>Chlorophyll fluorescence ref., atmosphere corrections</b>
<b>b10 or b753</b>	<b>753.0</b>	<b>7.5</b>	<b>Vegetation, cloud</b>
<b>b11 or b761</b>	<b>760.0</b>	<b>3.75</b>	<b>O2 R- branch absorption band</b>
<b>b12 or b775</b>	<b>779.0</b>	<b>15.0</b>	<b>Atmosphere corrections</b>
<b>b13 or b865</b>	<b>865.0</b>	<b>20.0</b>	<b>Vegetation, water vapour reference</b>
<b>b14 or b885</b>	<b>885.0</b>	<b>10.0</b>	<b>Atmosphere corrections</b>
<b>b15 or b900</b>	<b>899.7</b>	<b>10.0</b>	<b>Water vapour, land</b>

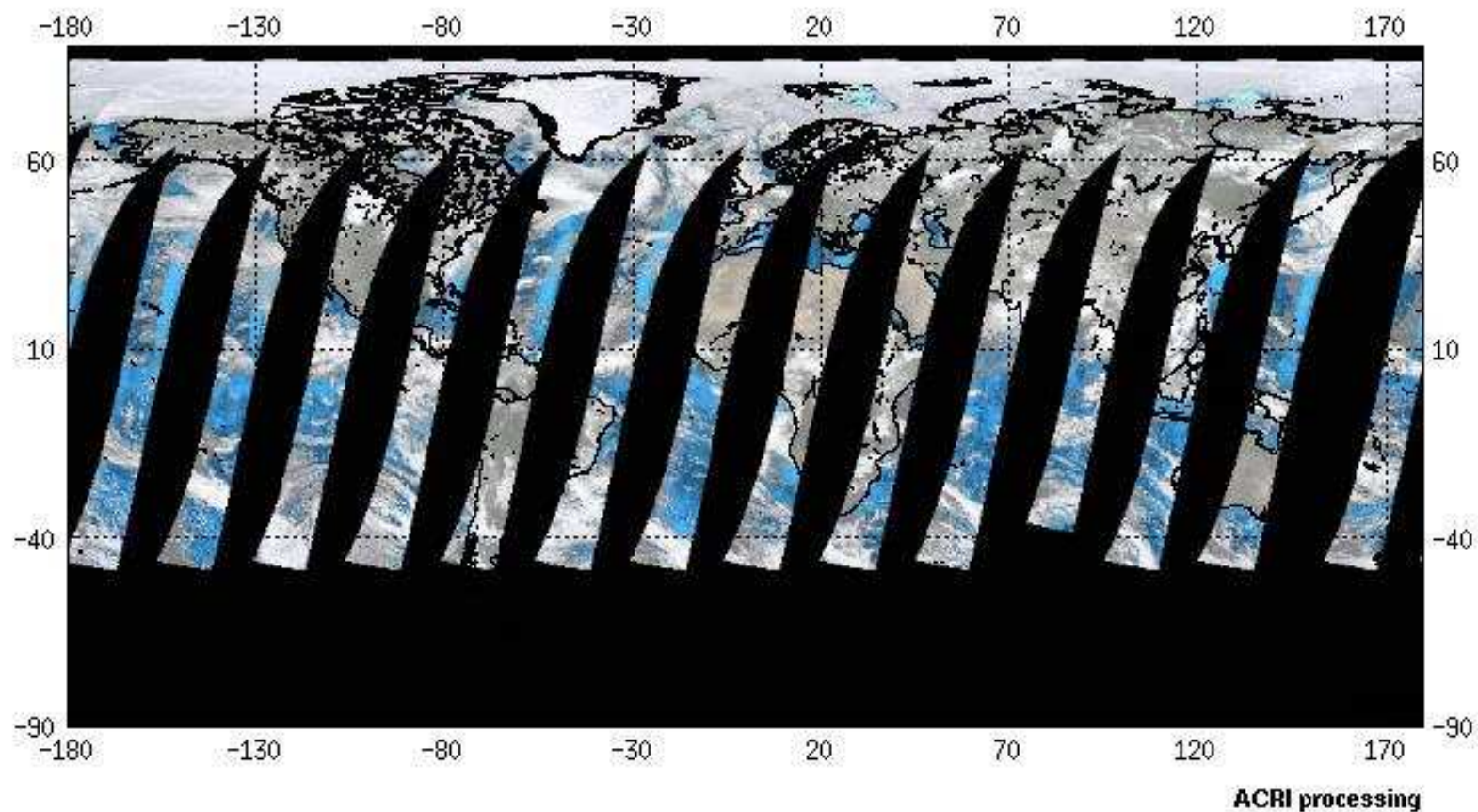
# Variations saisonnières de couverture spatiale





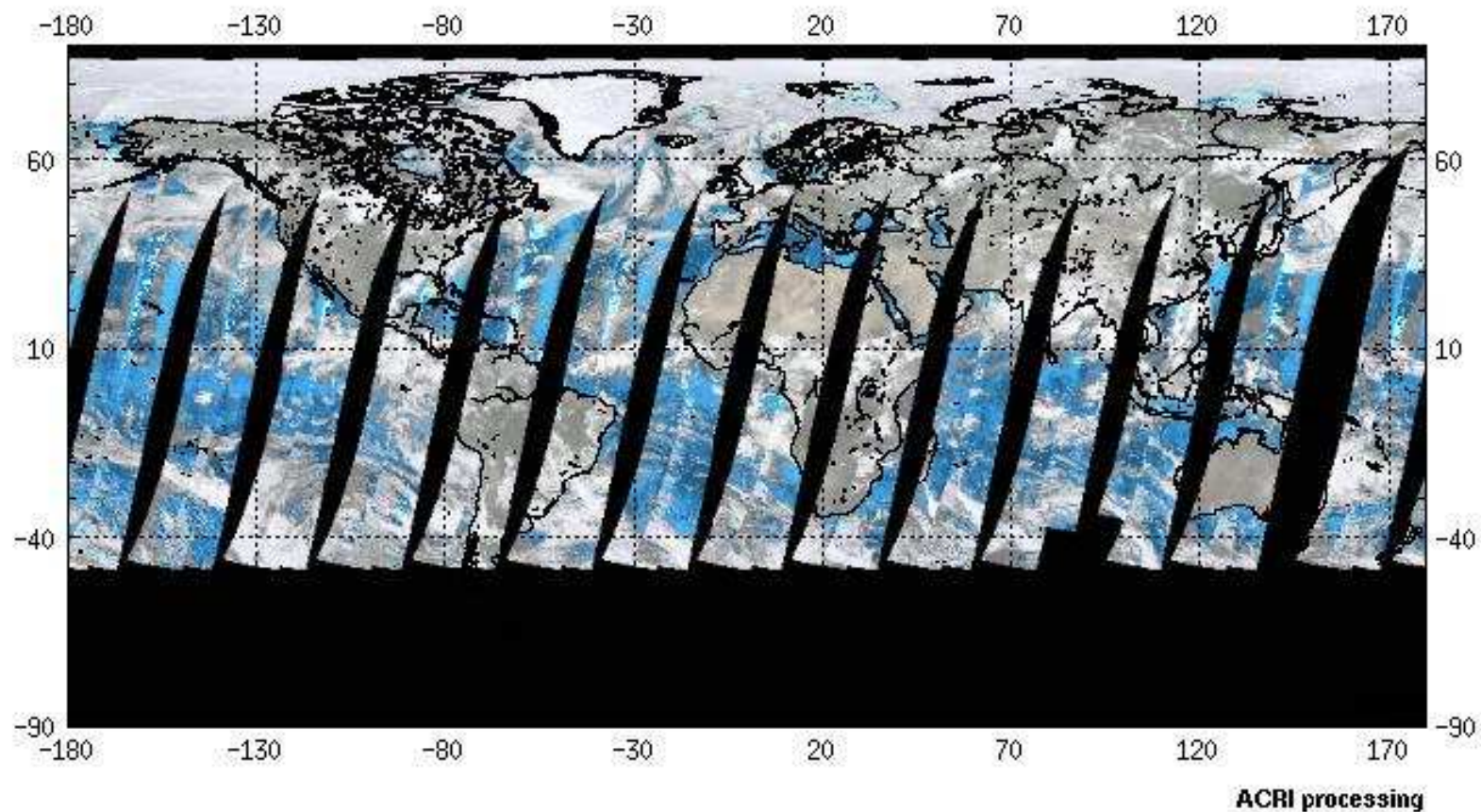
## Couverture MERIS – 1 jour

RGB - MERIS  
2005-06-29



## Couverture MERIS – 2 jours

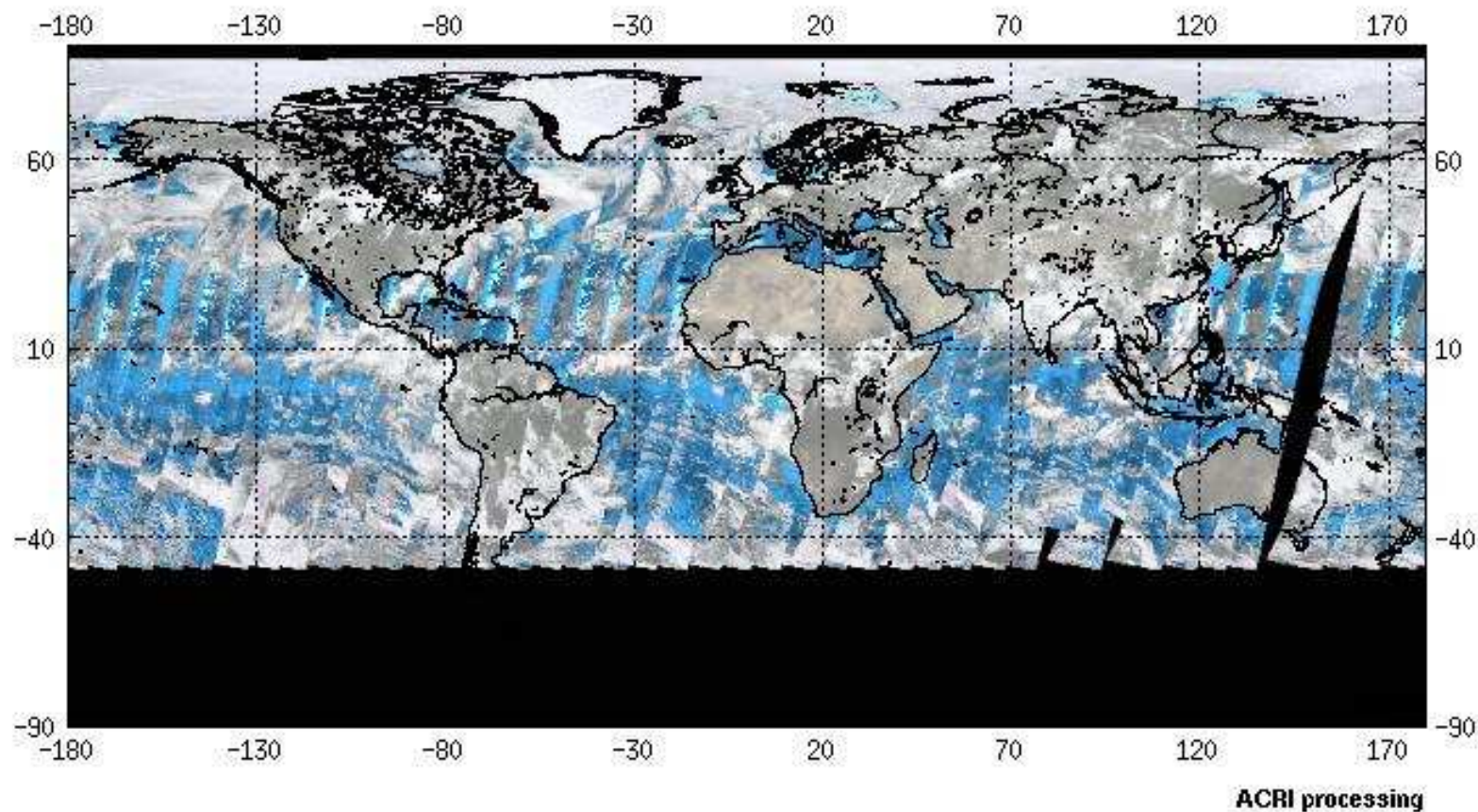
RGB - MERIS  
2005-06-28 - 2005-06-29





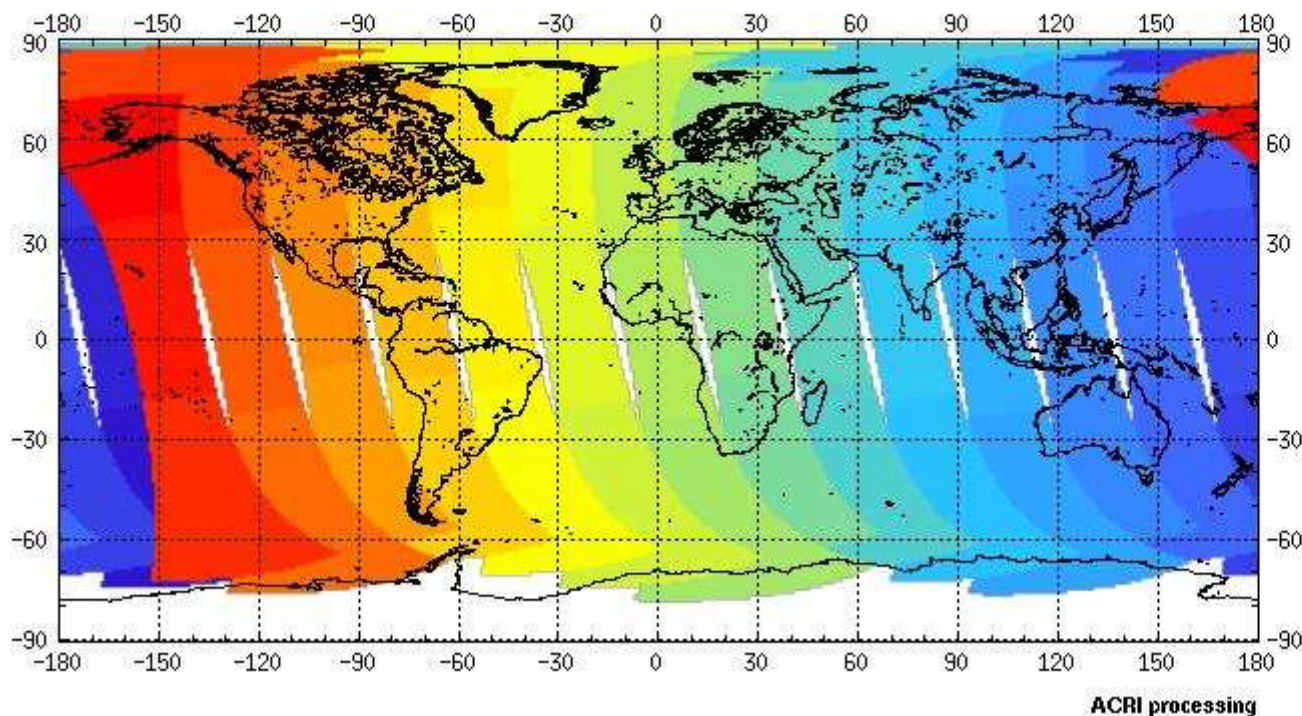
## Couverture MERIS – 3 jours

RGB - MERIS  
2005-06-27 - 2005-06-29



# Couverture MODIS – 1 jour

**Chlorophyll - MODIS  
Temporal Distribution  
2007-03-27**



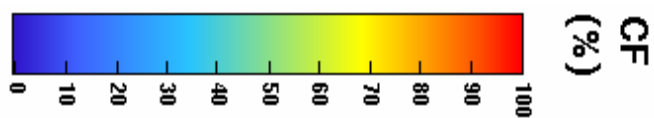
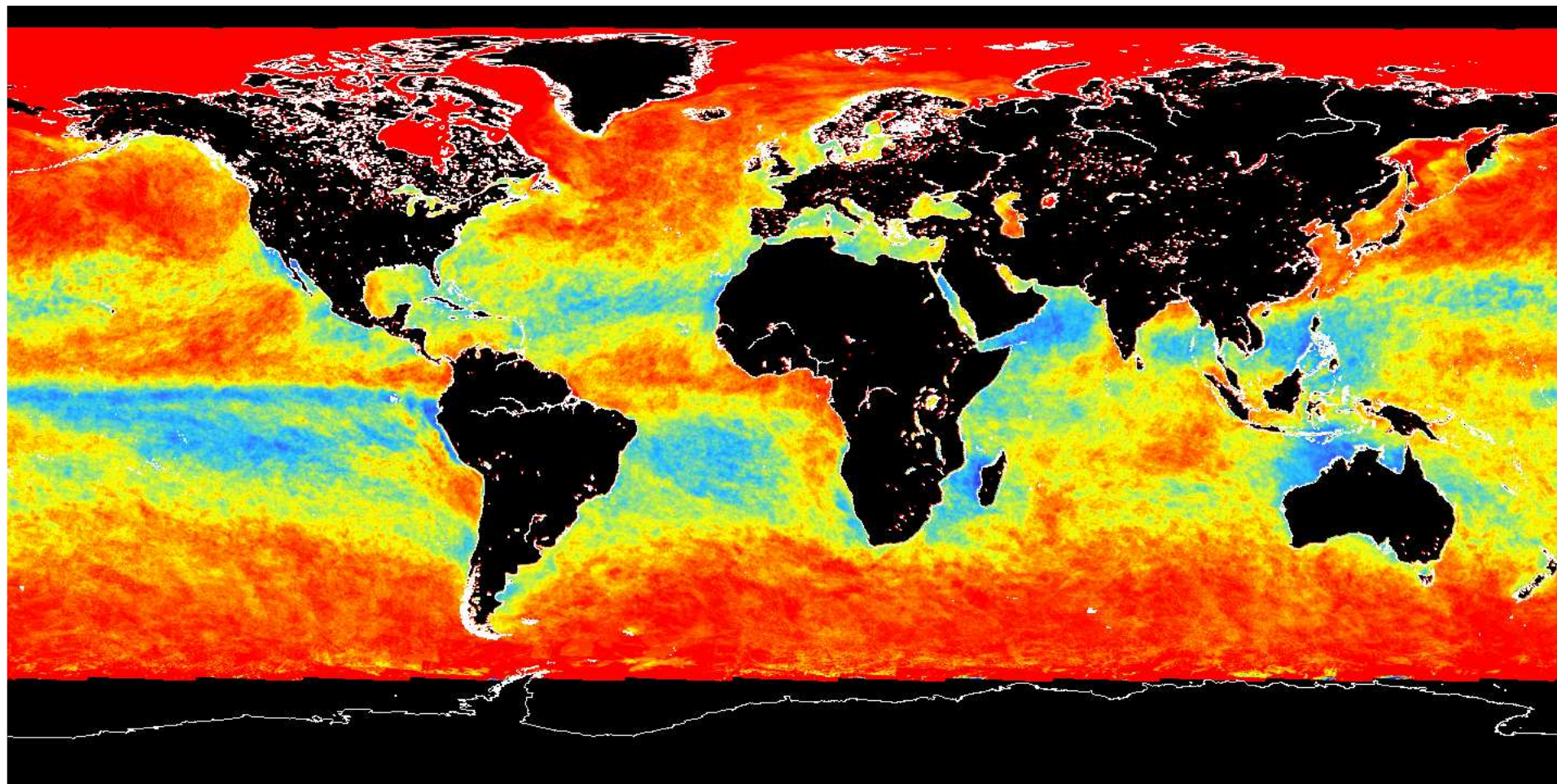
**Date**

- 2007/03/27 23:35
- 2007/03/27 23:05
- 2007/03/27 21:40
- 2007/03/27 20:20
- 2007/03/27 19:50
- 2007/03/27 18:25
- 2007/03/27 17:00
- 2007/03/27 16:30
- 2007/03/27 15:05
- 2007/03/27 13:40
- 2007/03/27 13:10
- 2007/03/27 11:50
- 2007/03/27 10:25
- 2007/03/27 09:55
- 2007/03/27 08:30
- 2007/03/27 07:05
- 2007/03/27 06:35
- 2007/03/27 05:15
- 2007/03/27 03:50
- 2007/03/27 03:20
- 2007/03/27 01:55
- 2007/03/27 00:30
- 2007/03/27 00:00



## Limitations:

- Couverture nuageuse,
- Réflexion directe du rayonnement solaire



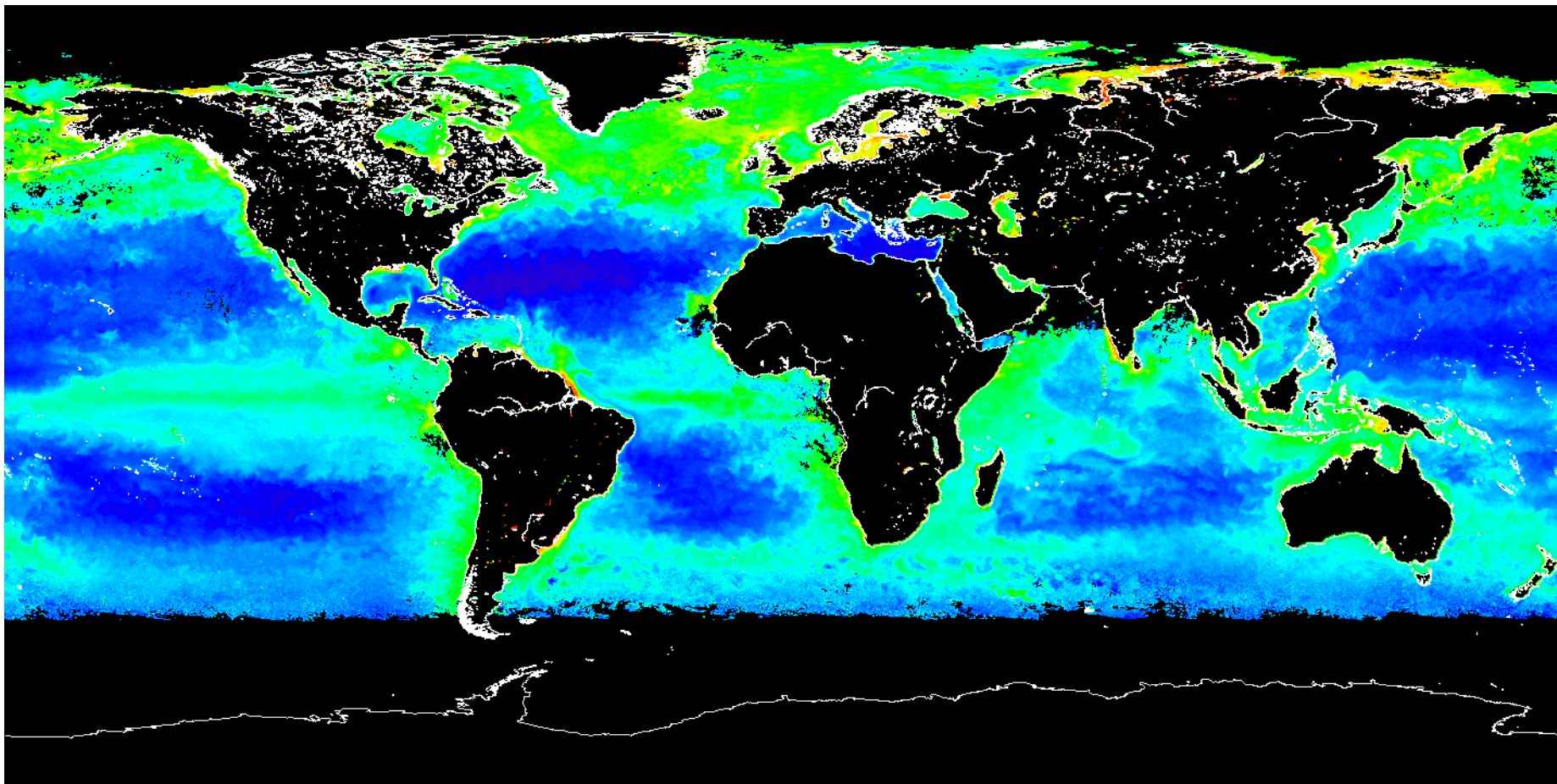
# Revue rapide des applications principales en couleur de l'océan



1. Contribution à l'étude du cycle du carbone
2. Détection et surveillance des HAB
3. Suivi des eaux côtières : turbidité, eutrophication
4. Détection de fronts (ondes internes, stocks de poissons)
5. Océanographie opérationnelle
6. Pêche opérationnelle et surveillance des ressources
7. Support aux opérations maritimes
8. Bilan climatique et Qualité de l'air.



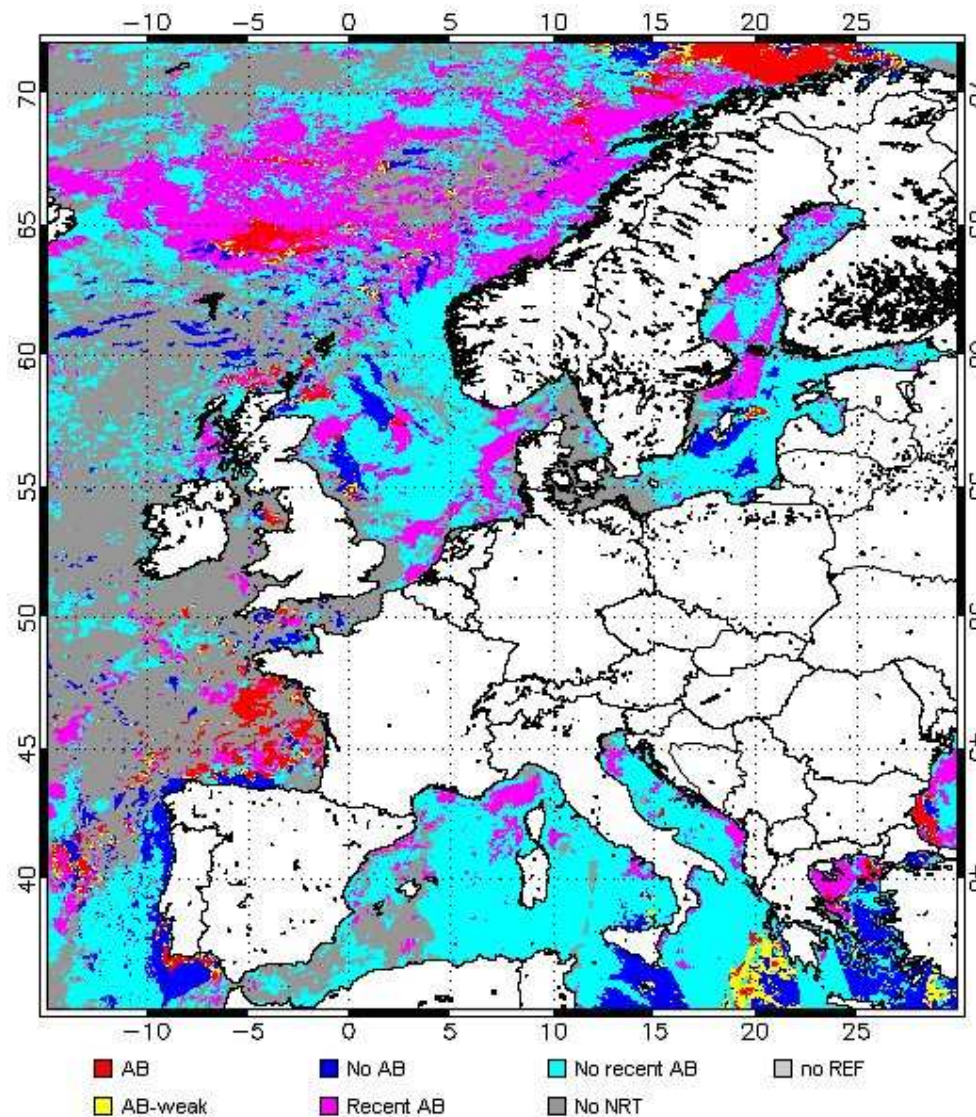
# Application #1 : Étude du cycle du carbone



**Juillet 2002 – moyenne mensuelle des concentrations de surface en Chlorophylle**



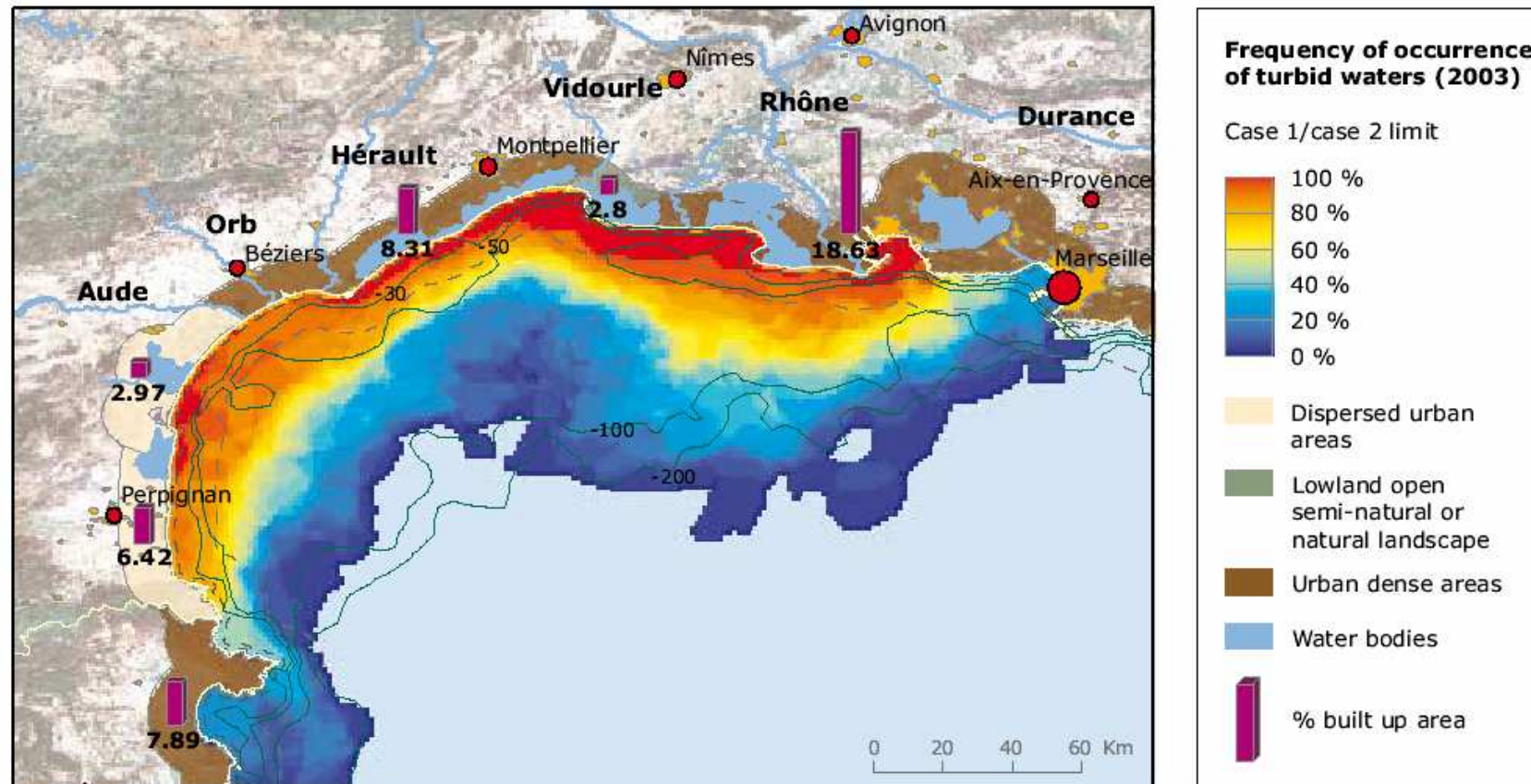
# Application #2 : Détection et surveillance des efflorescences algales





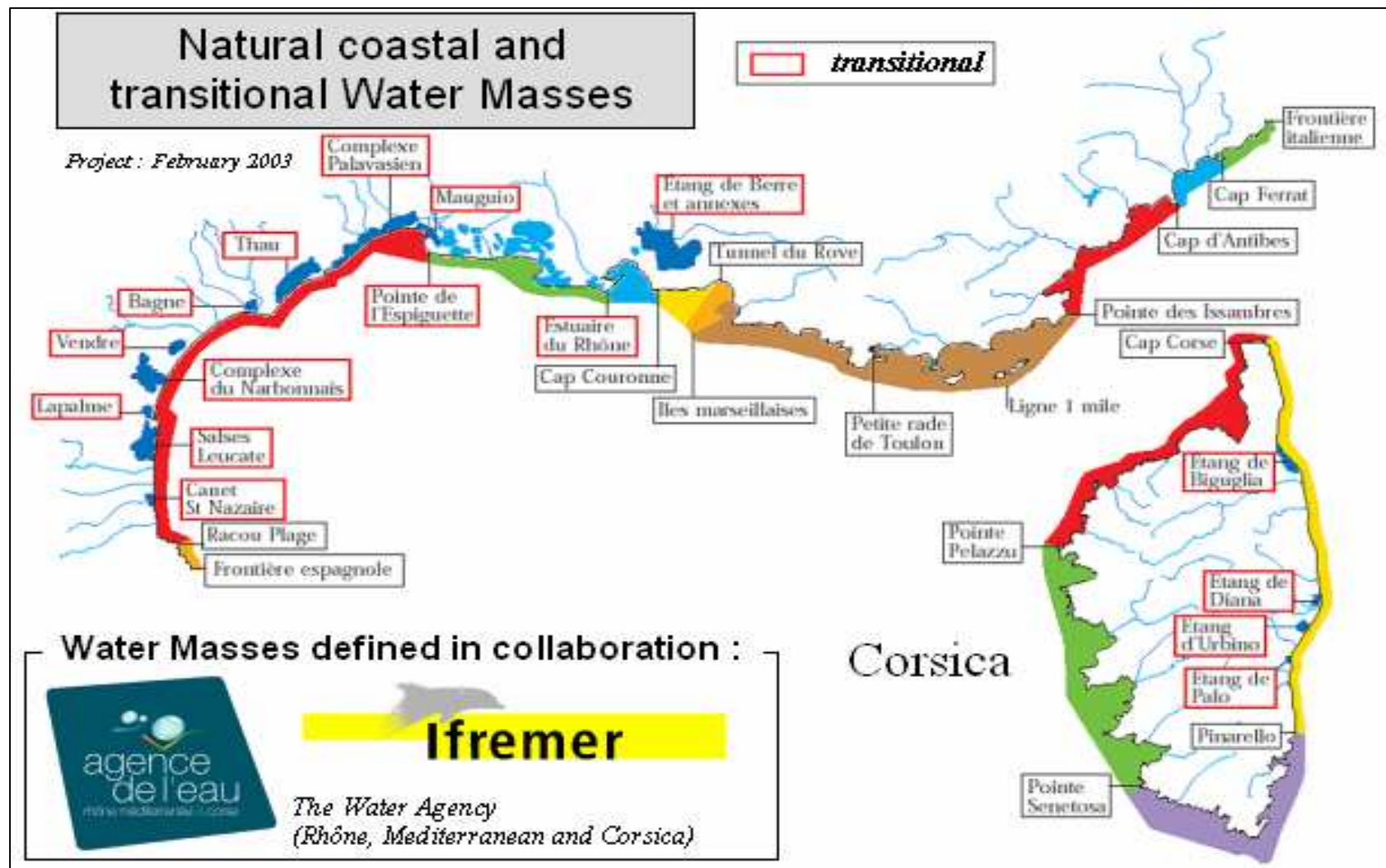
# Application #3 : Suivi des eaux côtières : turbidité, eutrophisation

**Map 9** Frequency of occurrence of turbid waters (from 0 to 100 %) along the coast between Marseille and the Spanish border (2003)



# Application à la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau

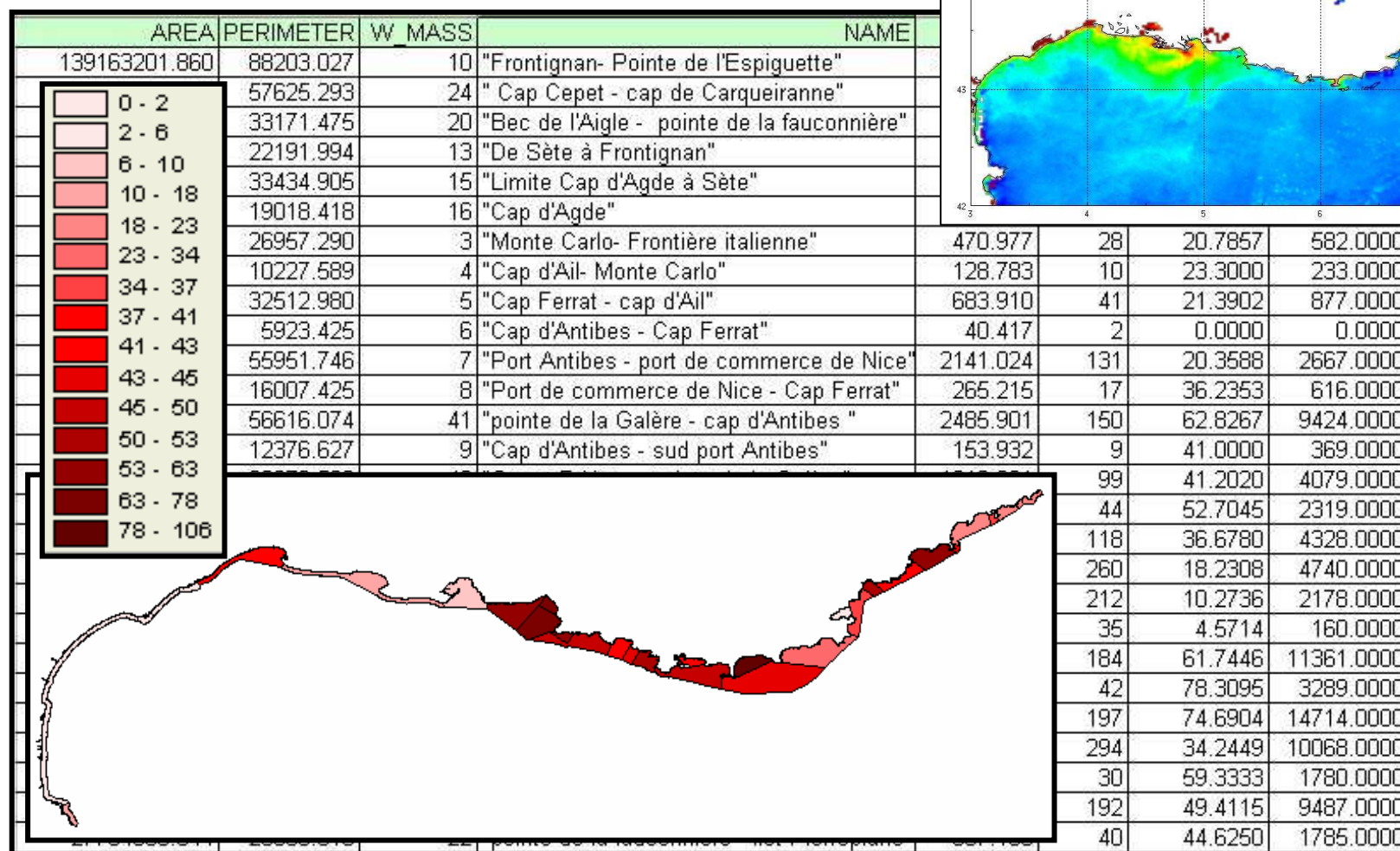
Partenariat avec IFREMER et AERMC



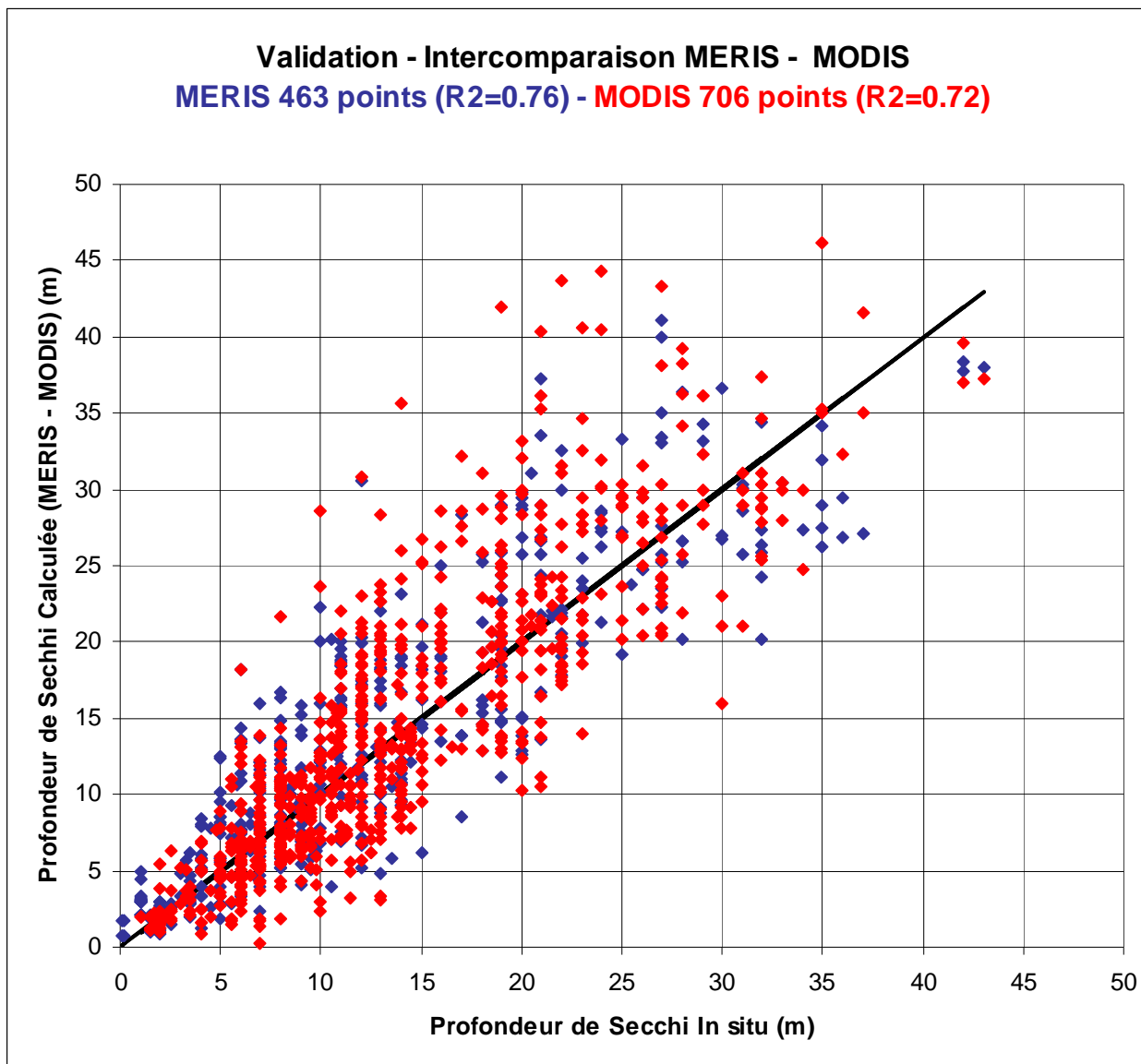


# Application à la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau

Partenariat avec IFREMER et AERMC



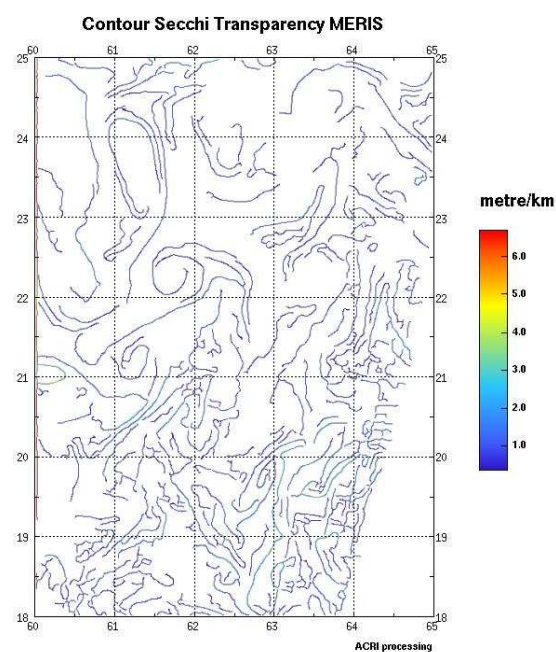
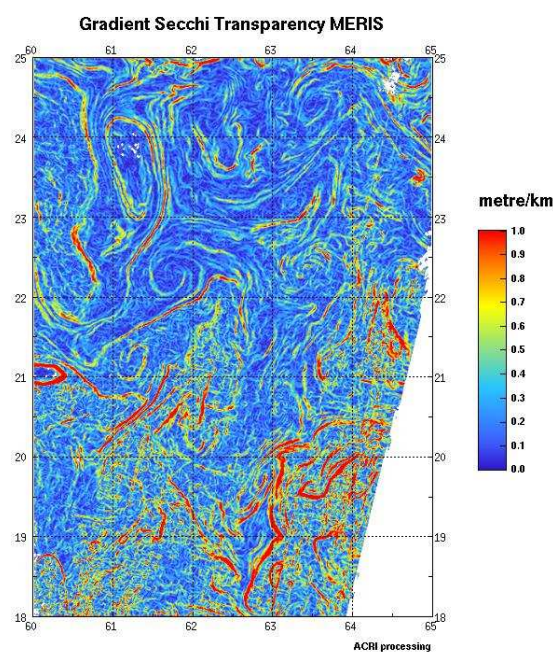
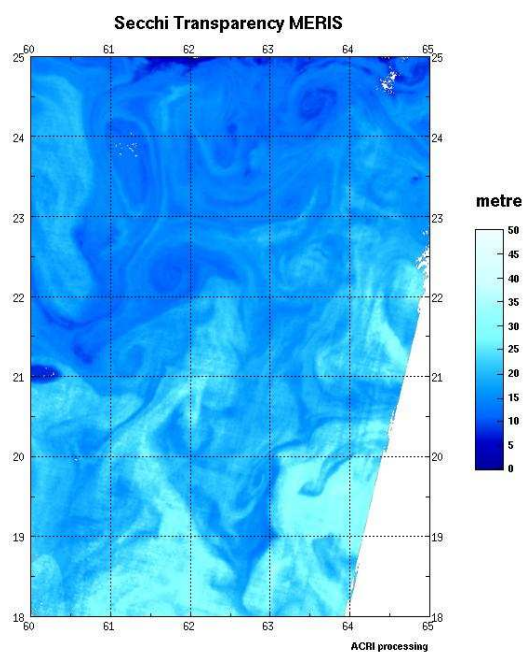
# Validation des Produits couleur de l'eau





# Application #4 : Détection de fronts

- **Produit évolué** : détection de structures marines (algue, transparence)
- **Applications** : - ondes internes pour la Marine Nationale  
- front phytoplanctonique pour la pêche



# Application #5 : Océanographie opérationnelle



- **Objectifs** : - génération d'une base de donnée de l'état de l'océan  
- simulation de l'état futur
  
- Modèles numériques pour l'océanographie et la biogéochimie.  
Couplage à l'atmosphère.
  
- **Intérêts de la Couleur de l'Océan** :
  - Données synoptiques
  - Conditions initiales ou aux bords pour les modèles
  - Assimilation de données
  - Validation de code
  
- **Service** : mise à disposition de cartes de chlorophylle et transparence (Met Office, projet MERCATOR).

# Application #6 : Pêche opérationnelle et suivi des ressources

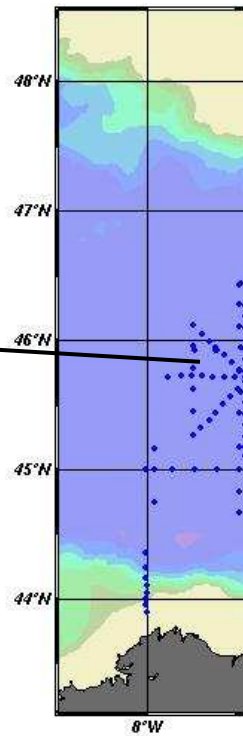
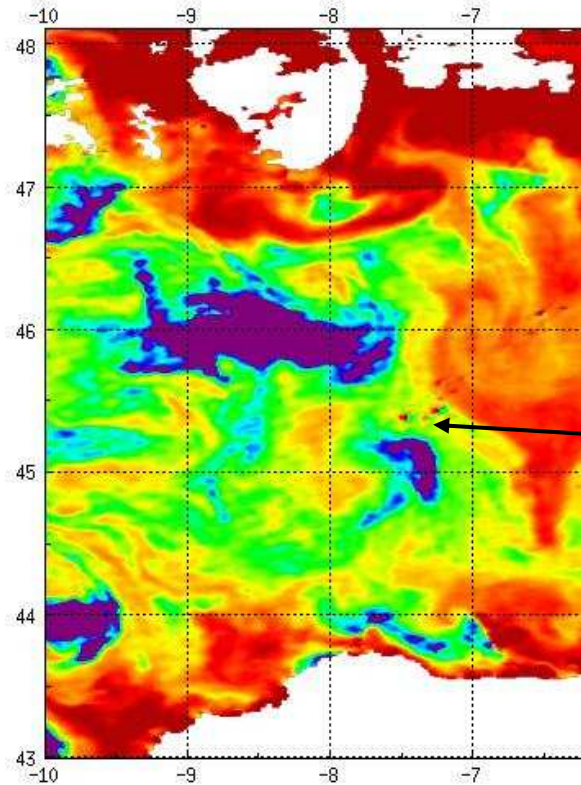


- **Rôles de la Couleur de l'océan dans la pêche :**
  - Cibler les zones de fortes concentrations
  - Donner l'état de qualité des eaux (donc de l'évolution des ressources)
  - Surveiller les stocks, prévenir la sur-pêche
  
- **Pour l'aquaculture :** - réagir en cas de HAB  
- sélection des sites (poissons/coquillages)  
selon la quantité et la variabilité du  
plancton
  
- **Suivi des « upwelling » :** remontée d'eau froide riche en nutriments, suivie d'un fort développement de phytoplancton (Mauritanie, Maroc).
  
- **Service :** Analyse de données CO + SST pour/par des instituts de recherche halieutique (*e.g.* IMR). Projet GERMA avec le Maroc : outils et systèmes opérationnels pour la valorisation et la gestion des sites aquacoles.

# Application #7 : Support aux opérations maritimes



CE\_SPAT\_CONGAS\_\_04060800\_.nc



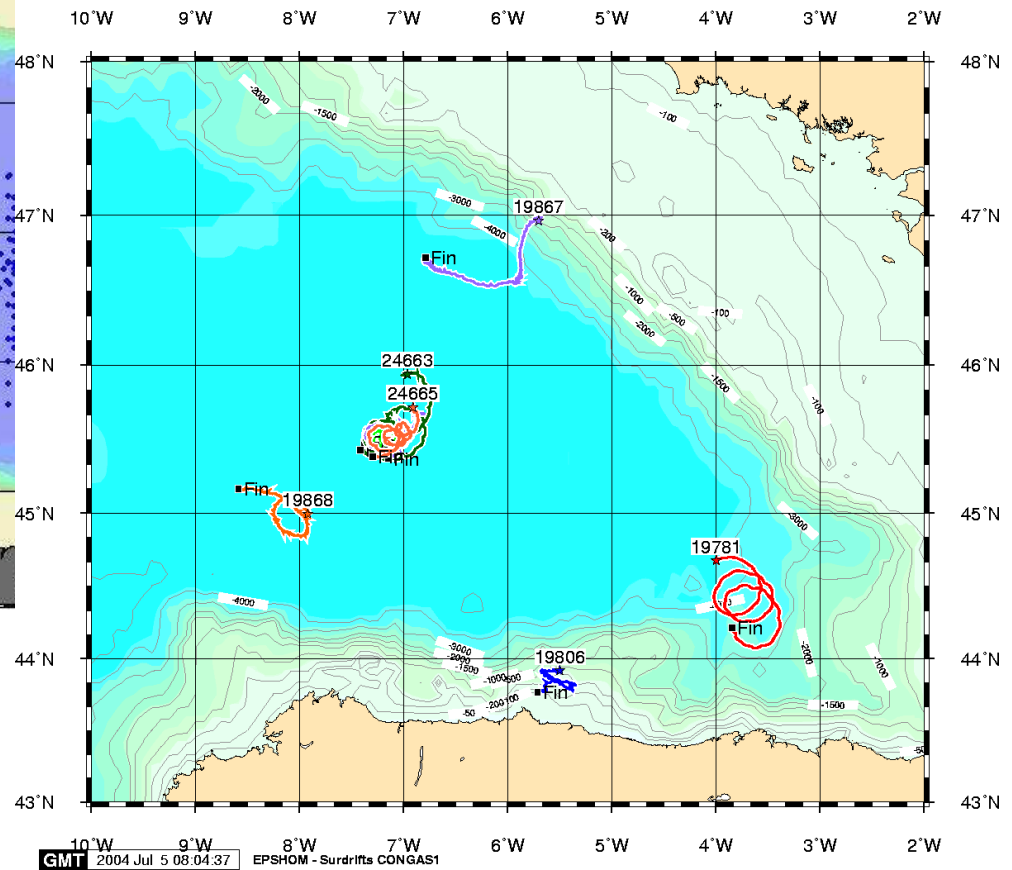
## Flotteurs SURDRIFTS CONGAS1

- Bouées :
- 19781 75m du 15/06/04 au 05/07/04
  - 19806 75m du 14/06/04 au 05/07/04
  - 19864 75m du 17/06/04 au 05/07/04
  - 19867 75m du 12/06/04 au 05/07/04
  - 19868 75m du 13/06/04 au 05/07/04
  - 24663 75m du 12/06/04 au 05/07/04
  - 24664 200m du 17/06/04 au 04/07/04
  - 24665 200m du 17/06/04 au 04/07/04

Collecte du jour 04/07/2004-(jr186)

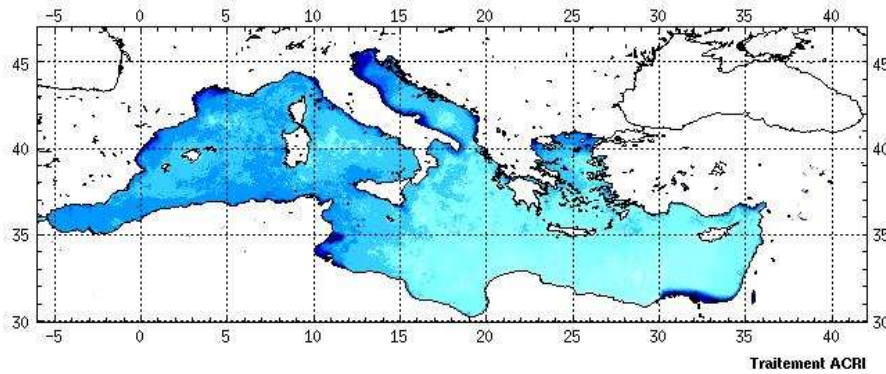
Trajectoires brutes

■ : Dernière position

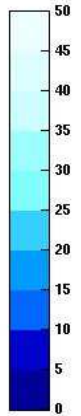
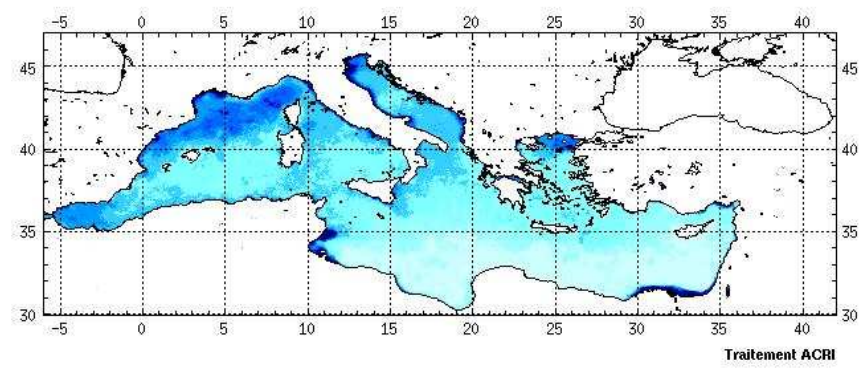




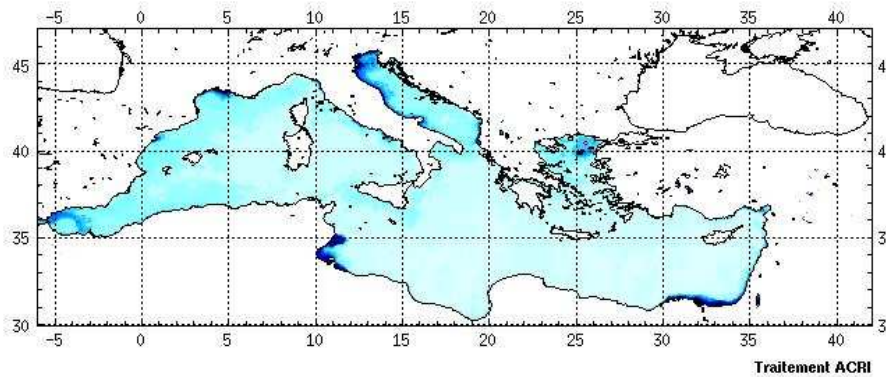
Transparence Secchi  
2003-2005, Janvier



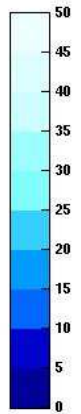
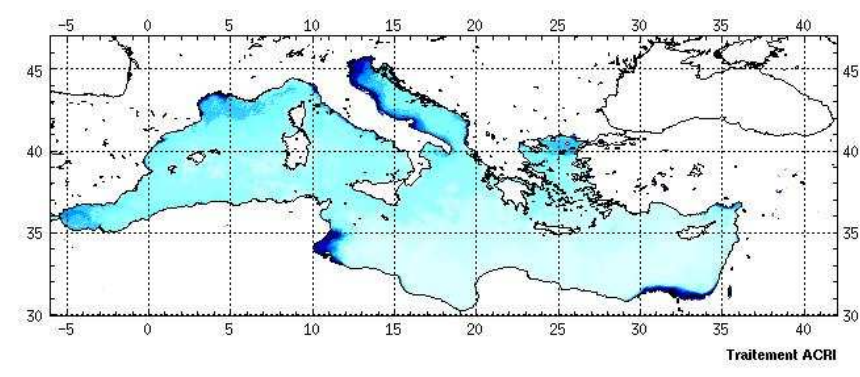
Transparence Secchi  
2003-2005, Avril

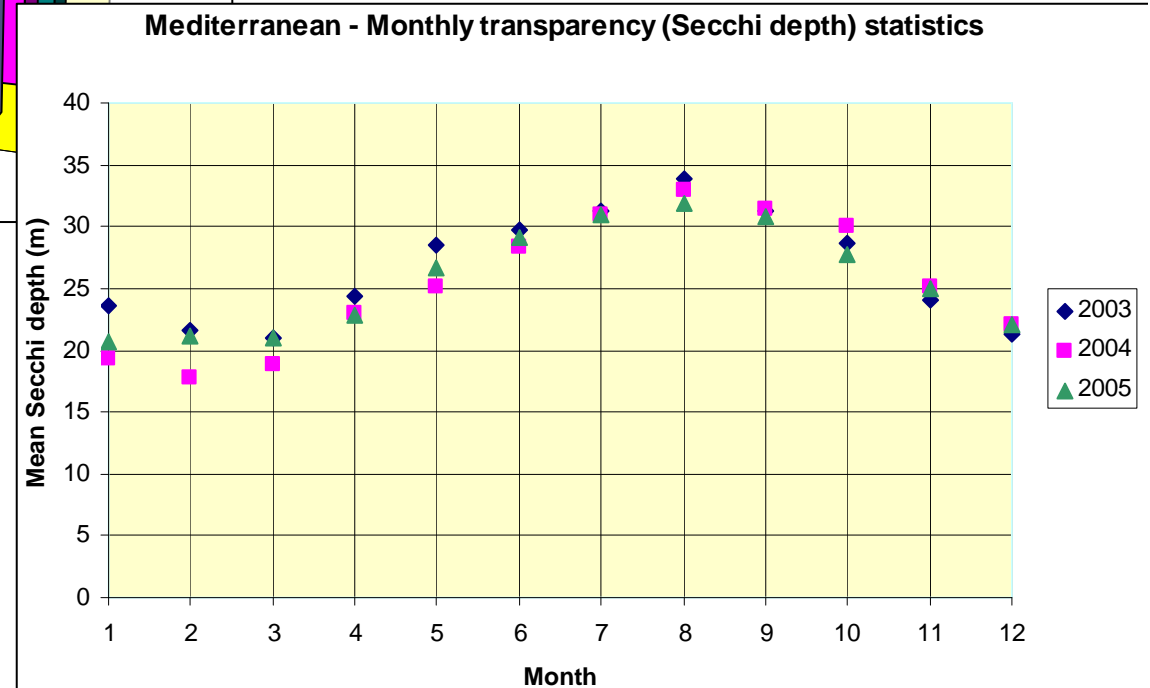
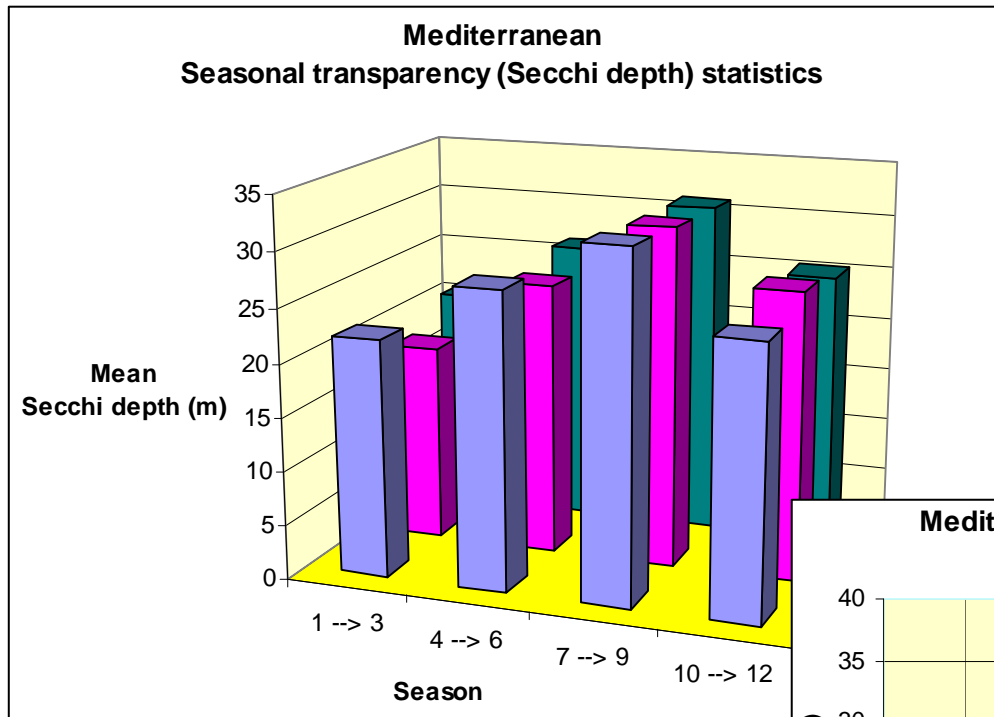


Transparence Secchi  
2003-2005, Juillet



Transparence Secchi  
2003-2005, Octobre





# Application de l'Espace dans le Suivi maritime et Côtier :

## 1. Traitement des données RADAR Suivi opérationnel de Nappes

## 2. Traitement des données Spectrales

a. La couleur de l'eau

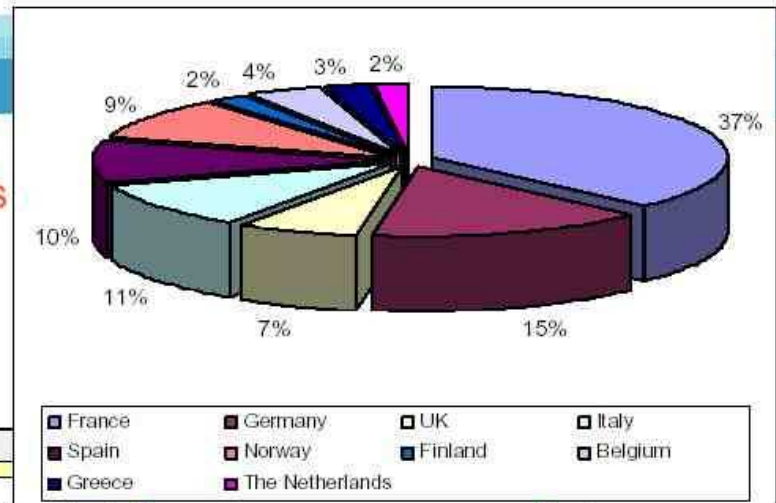
→ b. **Projet MARCOAST**

c. **Projet GLOBCOLOUR**

d. **Projet REGICOLOUR**



- Continuation of ROSES and COASTWATCH projects
- 32 partners
- 10 countries



Strategy group
Peter RYDER
G. LE LANN
R. PATRUNO

Project Consortium		
System Partners	Operational service providers	
AGI	ACRI	IVM
AAS	BMT	JRC
BfG	BOOST	KSAT
Brockmann Consult	Brockmann Consult	MERCATOR OCEAN
CEDRE	BSH	Météo-France
CLS	CLS	MUMM
DNV	DLR	NERSC
ETC-TE	FIMR	PLANETEK
GTD	GTD	STARLAB
RIKZ	HCMR	SYKE
SOS	IFREMER	Telespazio
STARLAB	INGV	UK Met Office
TPZ		

Core Users group
CEDRE (F)
IFREMER (F)
Météo-France (F)
Port of Barcelona (Sp)
Ministerio de Fomento (Sp)
Nat. Dir. of Fisheries (N)
Norwegian Seafood Federation (N)
Institute of Marine Research (N)
Maritime & Coastguard Ag. (UK)
Environmental Ag. (UK)
UK Met-Office (UK)
Ministero dell'Ambiente (It)
Ministry of Merchant Marine (Greece)
BSH (G)
BFG (G)
RIKZ (NL)
European Environment Agency

# Projet Marcoast



(Marine and Coastal Environmental Information Services)

Initiative financée par l'Agence Spatiale Européenne (ESA) dans le cadre de « Global Monitoring of Environment and Security » (GMES).

Il fait suite à deux projets précurseurs, ROSES et COASTWATCH.

Sous tutelle générale d'ALCATEL Alenia Space, l'objectif majeur de MARCOAST est de mettre en place un réseau durable de services pour la surveillance maritime et côtière à partir, principalement, de données spatiales, en réunissant des partenaires européens de divers horizons:

- 32 partenaires
- 10 pays



# Projet Marcoast



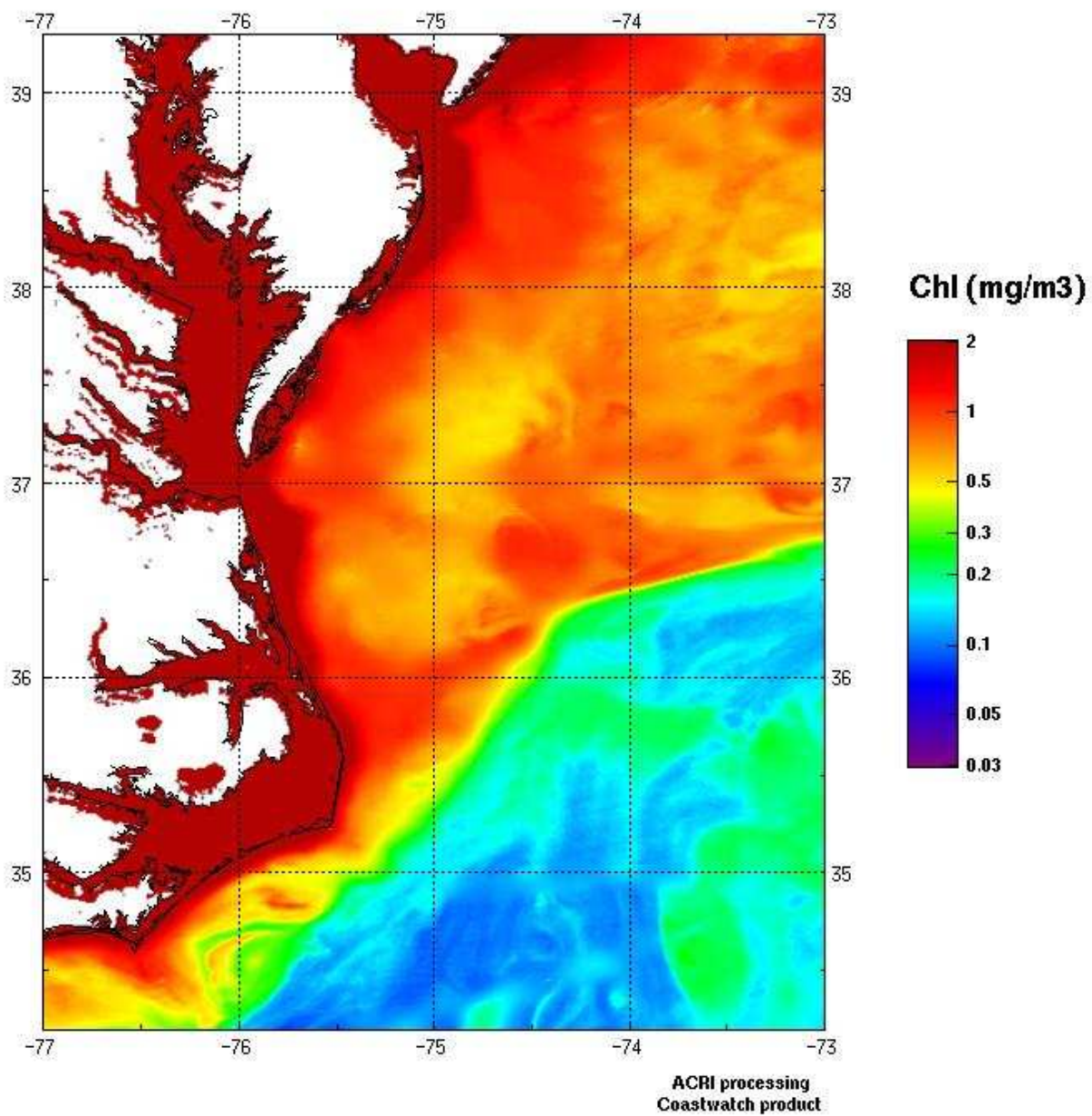
(Marine and Coastal Environmental Information Services)

ACRI-ST:

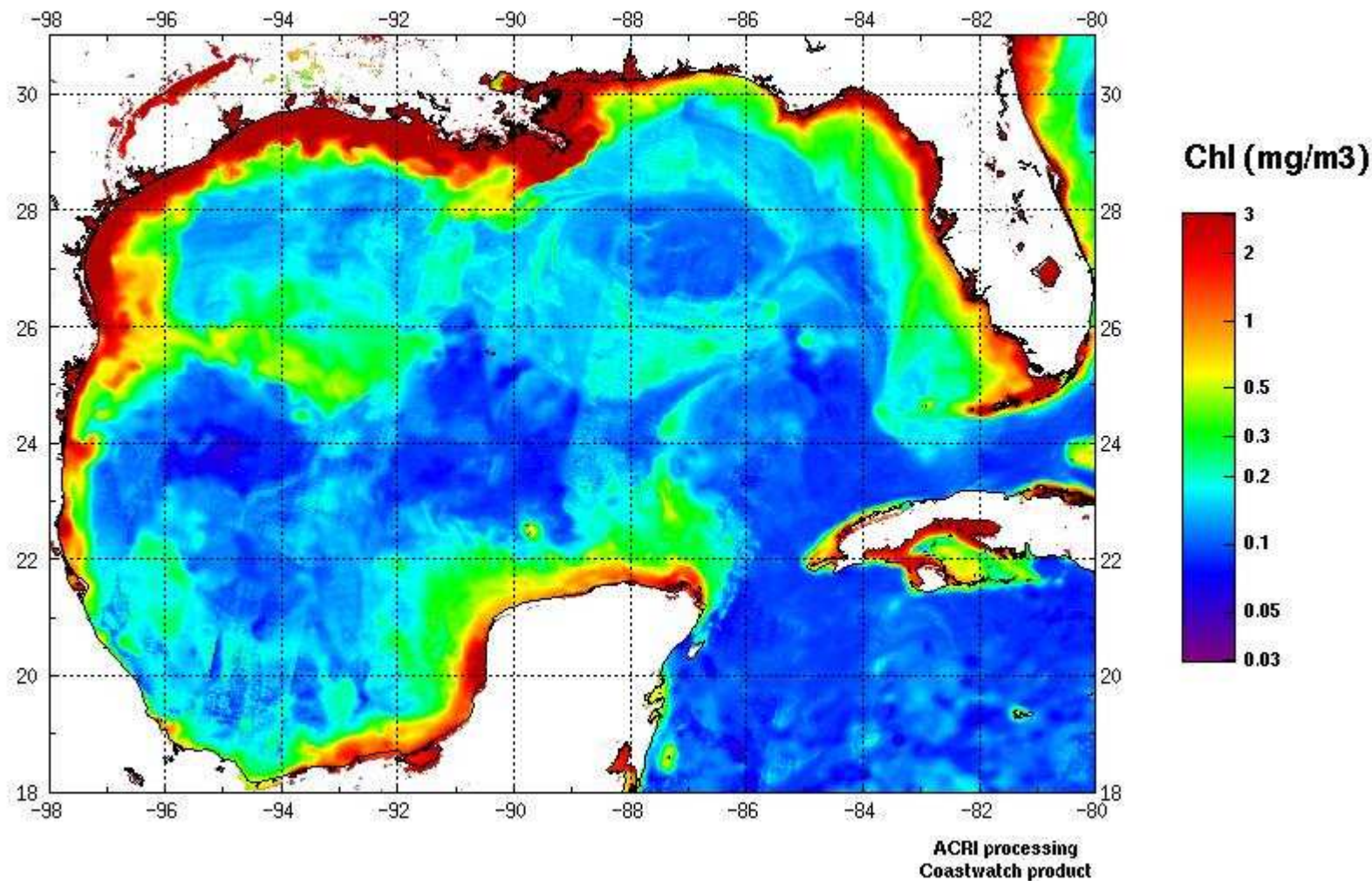
- Fourniture de données, archive et temps réel
- MERIS/ESA, MODIS/NASA SEAWifs/NASA
- Validation de données (utilisation de mesures in-situ)
- Service pour l'EEA (indicateurs, climatologie, AB)
- Service avec IFREMER



# Ocean Colour Product - Chlorophyll A 2007-05-02



### Chlorophyll - MERIS MODIS / 2007-05-02



# Application de l'Espace dans le Suivi maritime et Côtier :

## 1. Traitement des données RADAR Suivi opérationnel de Nappes

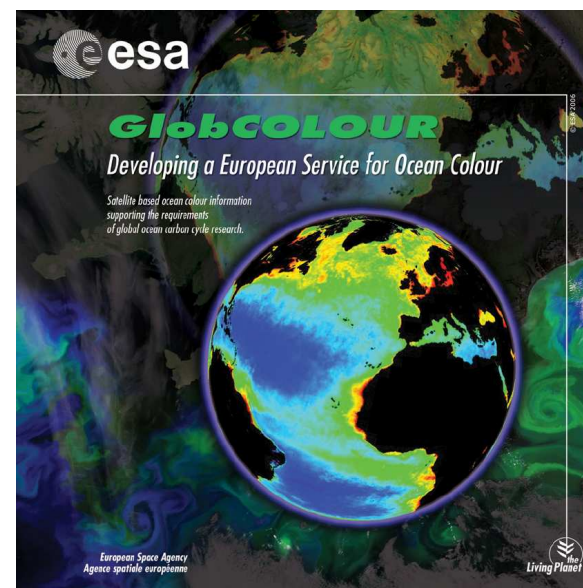
## 2. Traitement des données Spectrales

a. La couleur de l'eau

b. Projet MARCOAST

→ c. **Projet GLOBCOLOUR**

d. Projet REGICOLOUR



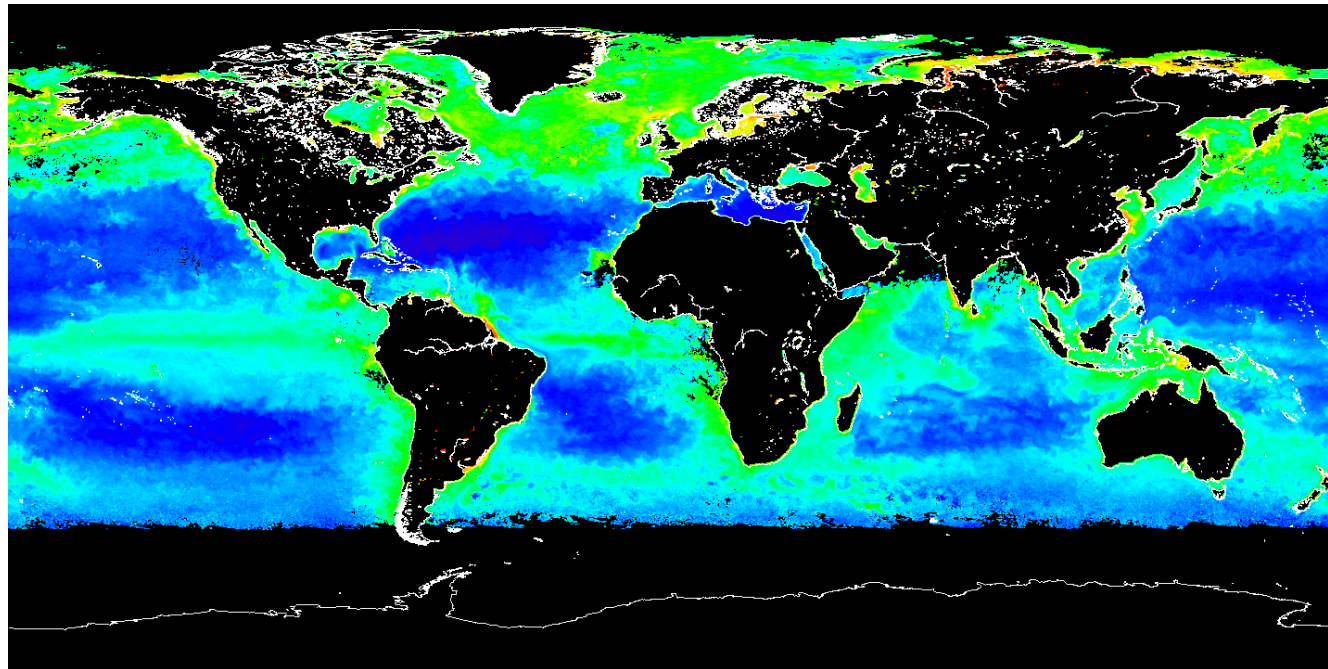


# GlobColour



## Etude du cycle du carbone: les océans absorbent la moitié du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère

C'est le phytoplancton qui dérive à la surface des océans qui absorbe le CO<sub>2</sub> par photosynthèse et le transforme en Carbone. C'est la couleur verte (chlorophylle) que l'on peut suivre à la surface des océans qui donne une idée de la quantité de phytoplancton contenu dans l'océan considéré.



# GlobColour



ESA funded project: ( Budget = k€ 950 / Kick-Off = 15 Nov 2005)

Year 1 – Development, prototyping and testing

Year 2 – Production of data set and validation against in-situ

Year 3 – One-year demonstration NRT service

## Consortium:



**Brockmann Consult (D)**



**ACRI-ST (F)**



**NIVA (N)**



**LOV (F)**



**ICISS (USA)**



**University of Plymouth (UK)**



**DLR (D)**

# GlobColour



- ✓ **Fusion de données multicateurs**

  - MERIS/ESA (à partir 4/2002)**

  - MODIS/NASA (à partir 6/2002)**

  - SeaWifs/NASA (à partir 9/1997)**

- ✓ **Constitution d'une archive**

  - ✓ **à l'échelle globale**

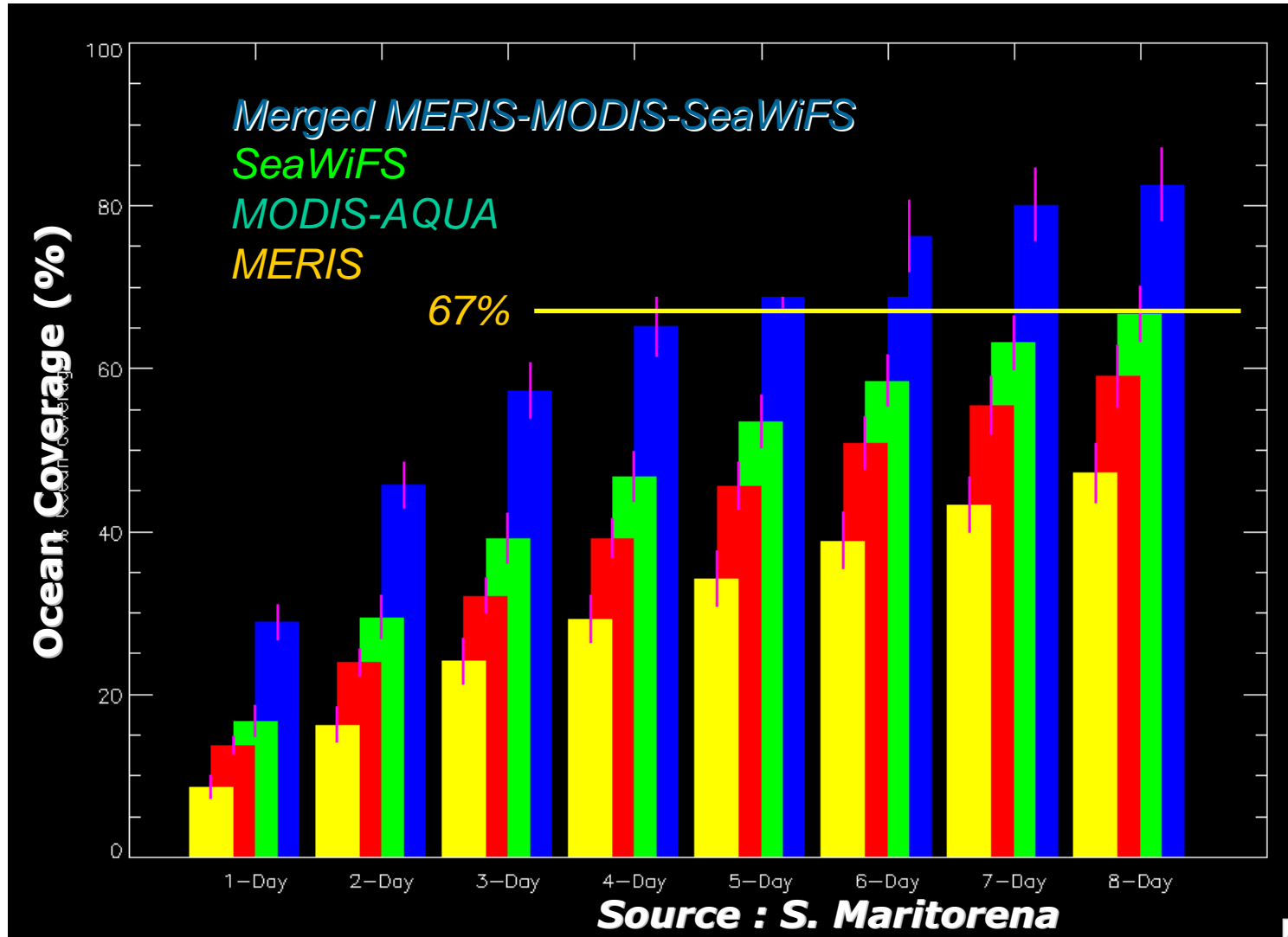
  - ✓ **sur 10 ans**

- ✓ **Prémices d'un système de surveillance opérationnelle**



# Maximal use of available satellite information

## Merged optimal : 4 day product ?



# GlobColour approach



## Main achievements of phase 1 and on-going phase 2

- Initial merging candidates and products selection according to users requirements
- Characterisation
  - *Cross characterisation*
  - *Characterisation against in situ data*
- System
  - *GlobColour processor*
  - *GlobColour tools*
  - *Web*
- Service / production
  - *Diagnostic Data Set*
  - *Preliminary Products Set*
  - *Full Products Set under progress*
- Validation
  - *Trade-off assessment and merging method selection*

# Application de l'Espace dans le Suivi maritime et Côtier :

## 1. Traitement des données RADAR Suivi opérationnel de Nappes

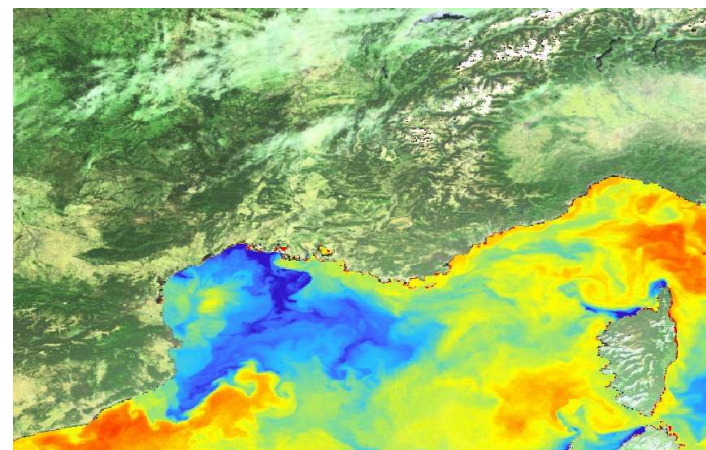
## 2. Traitement des données Spectrales

a. La couleur de l'eau

b. Projet MARCOAST

c. Projet GLOBCOLOUR

→ d. **Projet REGICOLOUR**



# RegiColour



**Mise en place et opération d'une plate-forme de traitement et de valorisation de l'information « couleur de l'eau »**  
**Projet labellisé par le pôle Mer en janvier 2006**

## **Regicolour: *Partenaires***

**La région PACA abrite les entités parmi les plus reconnues mondialement pour la mesure et l'interprétation de la couleur de l'océan.**

### **ACRI**

leader du service Globcolour de l'Agence Spatiale Européenne, en charge du service qualité des eaux à l'échelle Pan-Européenne dans Marcoast, responsable du retraitement MERIS et coordination technique auprès de l'ESA du contrôle qualité des traitements officiels ESA de couleur de l'océan,

### **ALCATEL (AAS)**

leader du Service GMES Marcoast en charge de l'infrastructure des services, industriel des instruments MERIS et Sentinel 3, coordinateur du projet européen WIN d'architecture de systèmes de distribution de services,

### **Ifremer**

Marcoast/composante technique forte de la mise en oeuvre nationale de la directive cadre sur l'eau et suivi de la loi littorale

### **LOV**

30 ans d'expertise mondiale en couleur de l'eau.



# RegiColour



Les applications se multiplient ...  
... les technologies se multiplient

**Besoin** de rendre compatibles et de fusionner les  
différentes missions couleur de l'eau

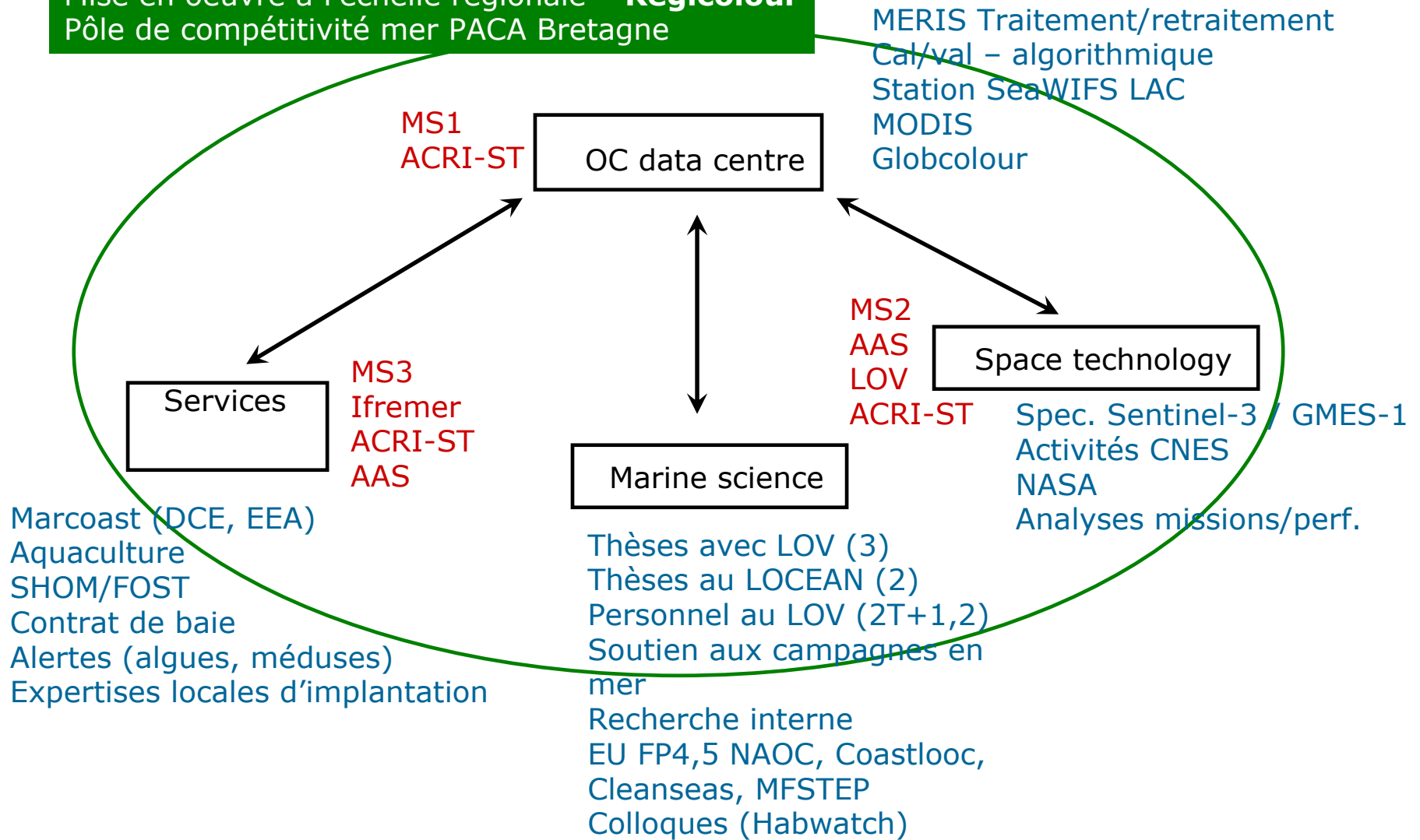
**Besoin** de rassembler les différents acteurs depuis l'amont  
jusqu'à l'aval pour travailler en partenariat

*Création d'un centre thématique s'appuyant sur les  
compétences locales et servant d'observatoire de référence  
pour la mise au point de nouvelles techniques  
d'observation en réduisant la distance entre la technologie  
et les besoins de gestion et de surveillance de  
l'environnement : Régicolour*

# RegiColour



Mise en oeuvre à l'échelle régionale – **Régicolour**  
Pôle de compétitivité mer PACA Bretagne



# RegiColour



## Vocations du centre thématique

- Maintenir une activité permanente entre les partenaires,
- Assurer un service opérationnel auprès des scientifiques et des gestionnaires de territoire (traitement temps réel et retraitement)
- Assurer le lien avec les utilisateurs de services et répercuter les besoins sur les spécifications technologiques
- Être la structure d'accueil de référence pour les études liées à l'exploitation à moyen et long terme de la couleur de l'eau

## Déploiement du centre thématique

Phase 1 – 12 mois – étape préparatoire

Phase 2 – 12 mois – opération et évaluation

Phase 3 – 12 mois – opération et transition vers une structure opérationnelle

## Cout du projet:

4.3 MEuros

# RegiColour

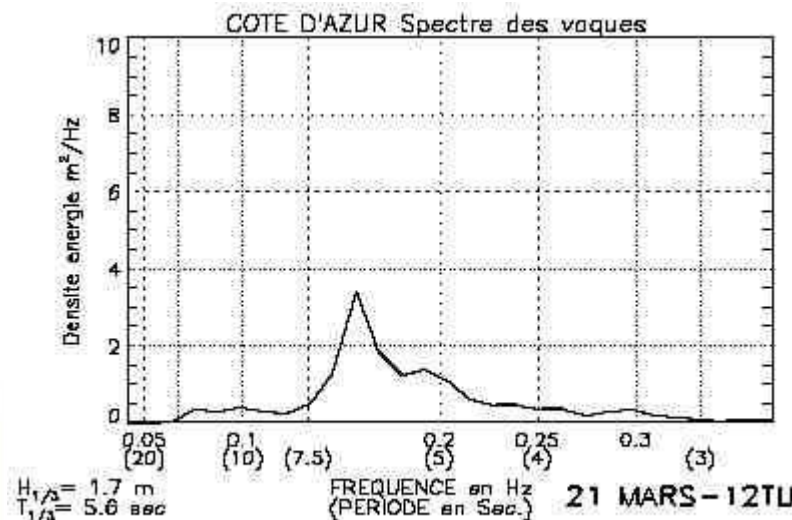
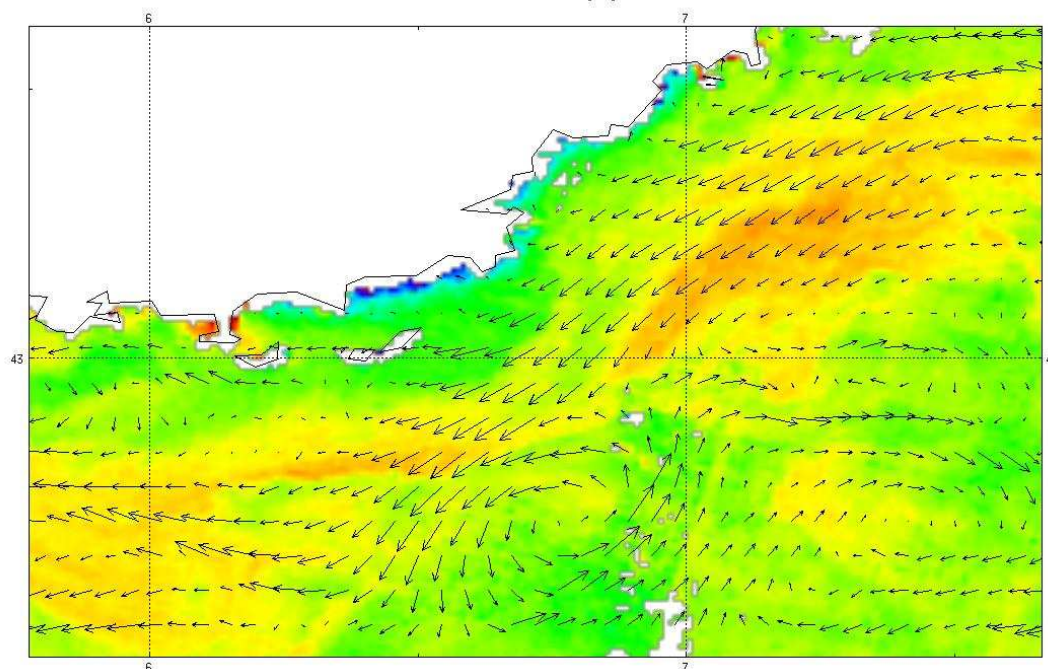
## Histoire d'un glider (perdu par le LOV le 21 Mars 2007)



**Positionnement Argos**

**Positionnement IRIDIUM à 7km**

Courant et chlorophylle



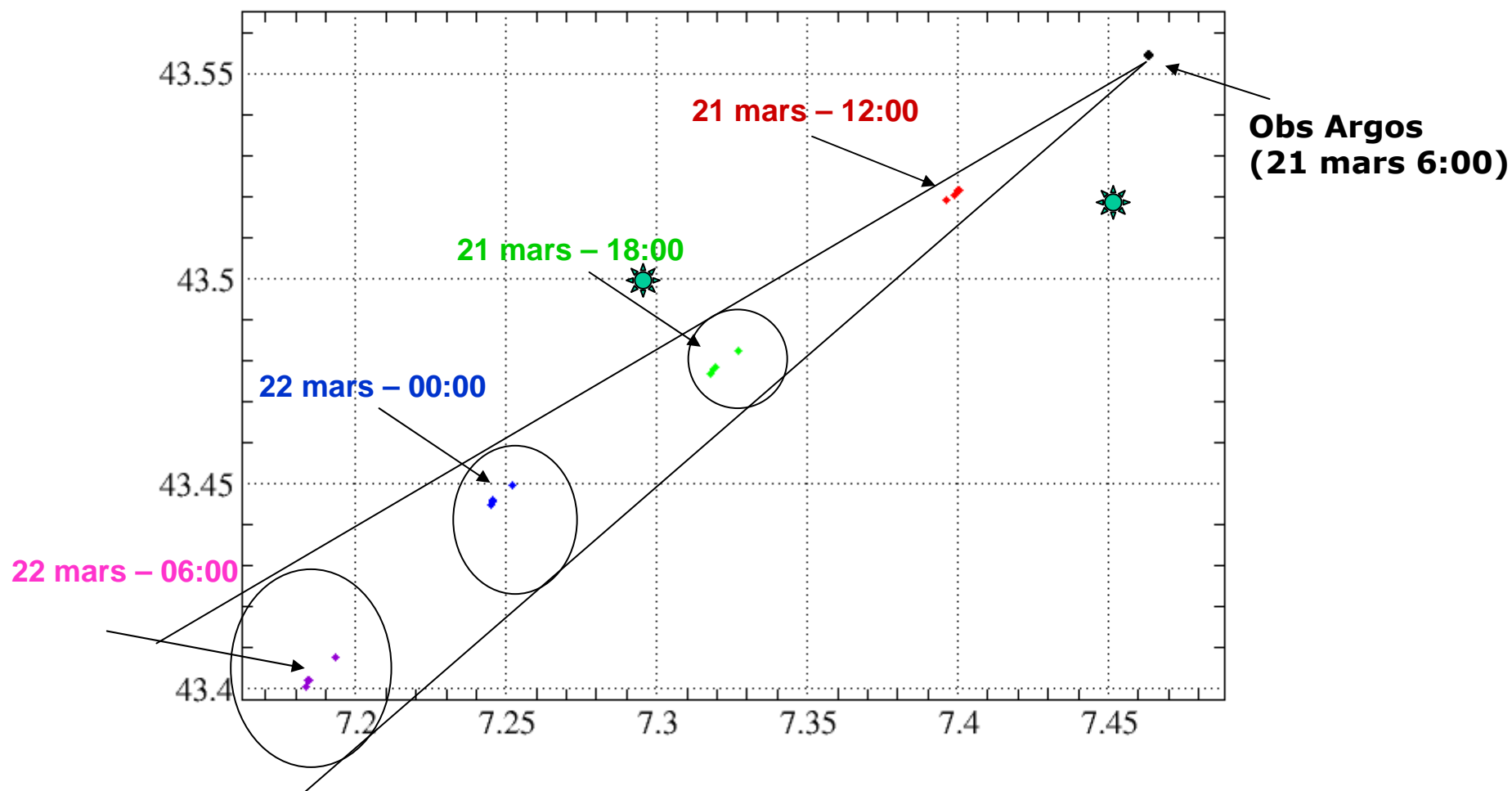
**Observations**

**Bouée Dyfamed  
(Site SHOM)**

**Environ 2 m de creux  
depuis hier 20:00**

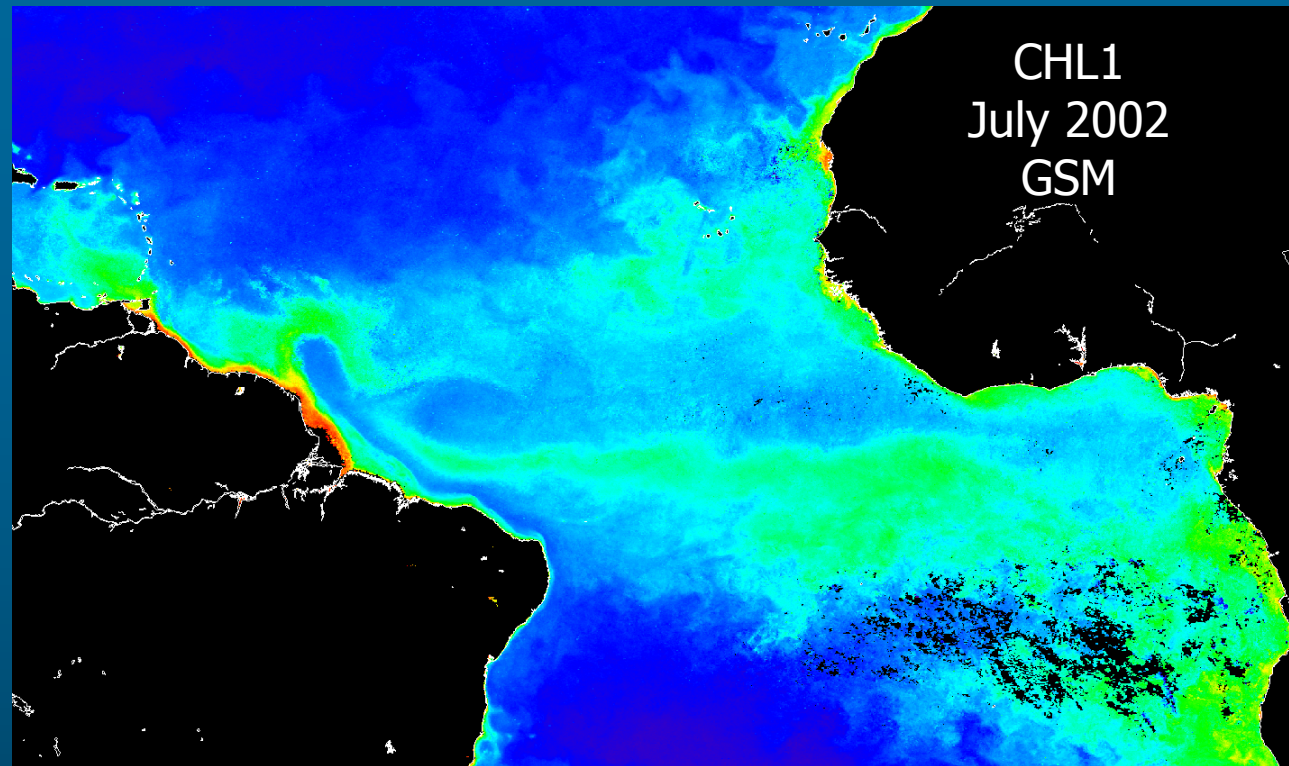


# RegiColour

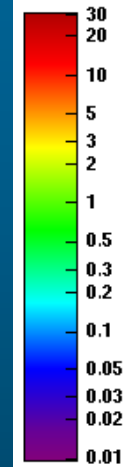


**Merci de votre attention**

**Philippe Bardey - [prb@acri.fr](mailto:prb@acri.fr)**



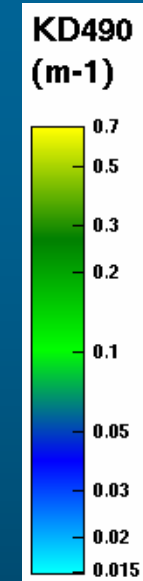
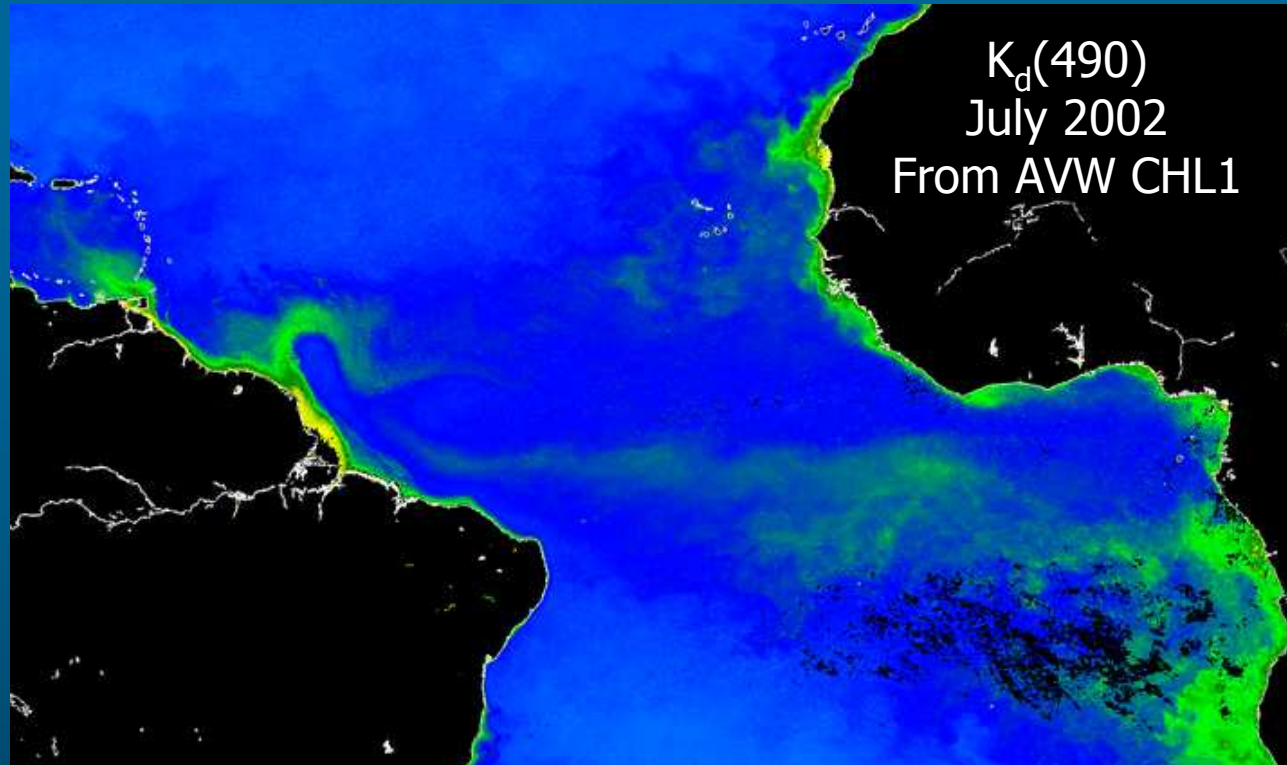
CHL  
(mg/m<sup>3</sup>)



Single-instrument daily L3 fully normalised water leaving radiances [1] are used by the GSM model. Uncertainties of these radiances are used in the model. CHL<sub>1</sub> is one of the model outputs.

- [1] MERIS: 412 nm, 443 nm, 490 nm, 510 nm, 560 nm  
MODIS: 412 nm, 443 nm, 488 nm, 531 nm, 551 nm  
SeaWiFS: 412 nm, 443 nm, 490 nm, 510 nm, 555 nm





$K_d(490)$  is the diffuse attenuation coefficient at 490 nm ( $m^{-1}$ ). It is one indicator of the turbidity of the water column. The merged  $K_d(490)$  is computed directly from the merged CHL1, using the following equation:

with:

$$K_w(490) = 0.0166 \text{ m}^{-1}$$

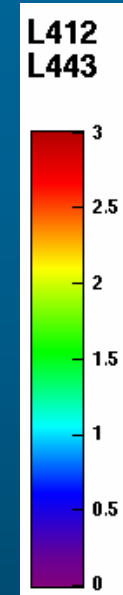
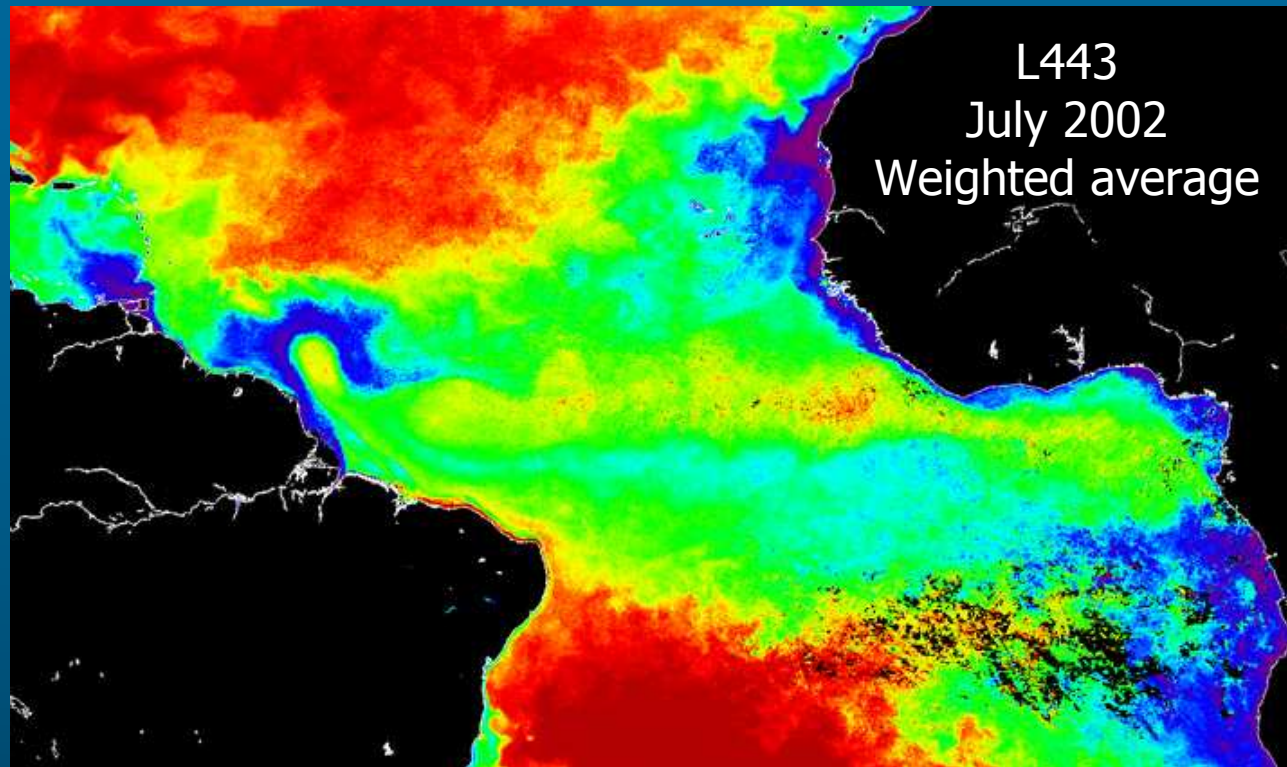
$$\chi(490) = 0.08349$$

$$e(490) = 0.63303$$

$$K_d(\lambda) = K_w(\lambda) + \chi(\lambda) \cdot chl_{e(\lambda)}$$

(Morel, 2006)



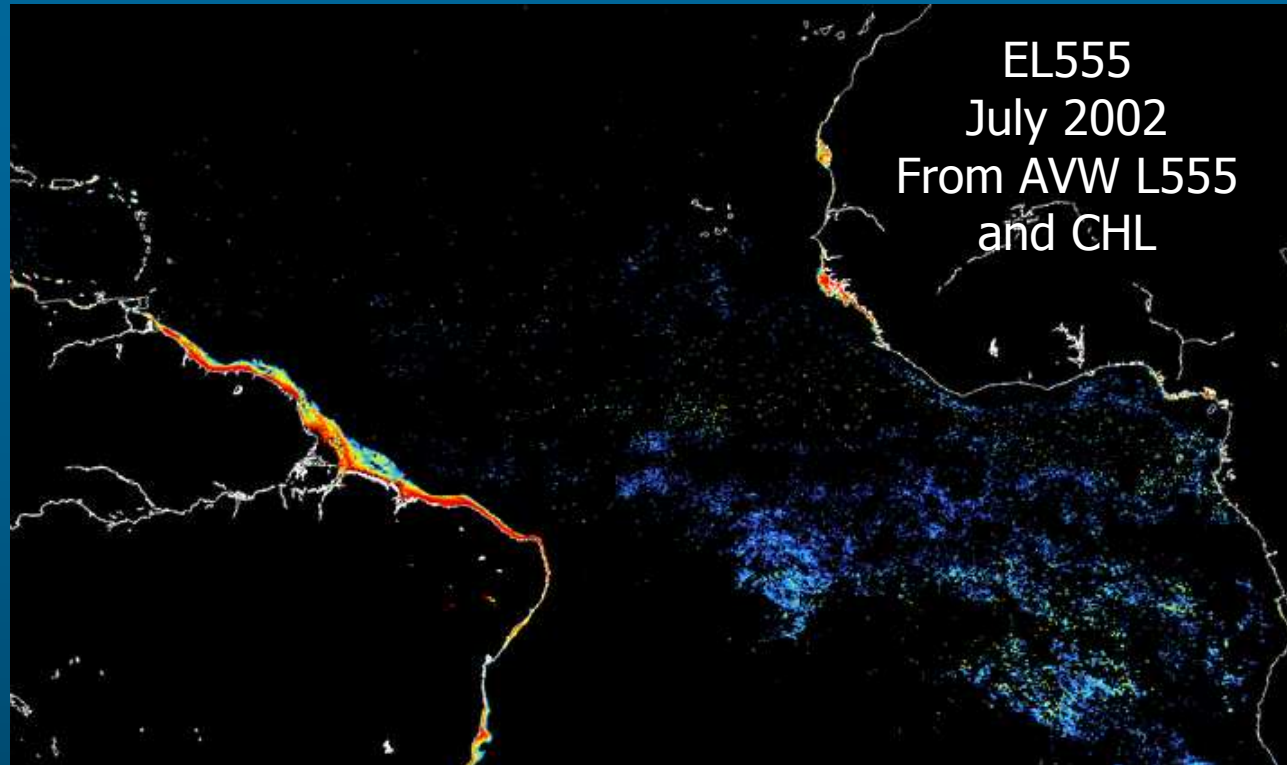


Lxxx is the fully normalised water leaving radiances at xxx nm (in  $\text{mW}/\text{cm}^2/\mu\text{m}/\text{sr}$ ).

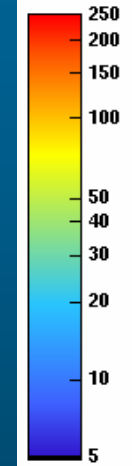
Spectral values are: 412, 443, 490, 510, 531, 550-565, 620, 665-670, 681 and 709 nm.

MERIS reflectances (L2 products) are converted into fully normalised water leaving radiances (normalisation is not applied to the MERIS 681 nm fluorescence band and to the 709 nm band.).

MODIS-only - MERIS-only - Preprocessing



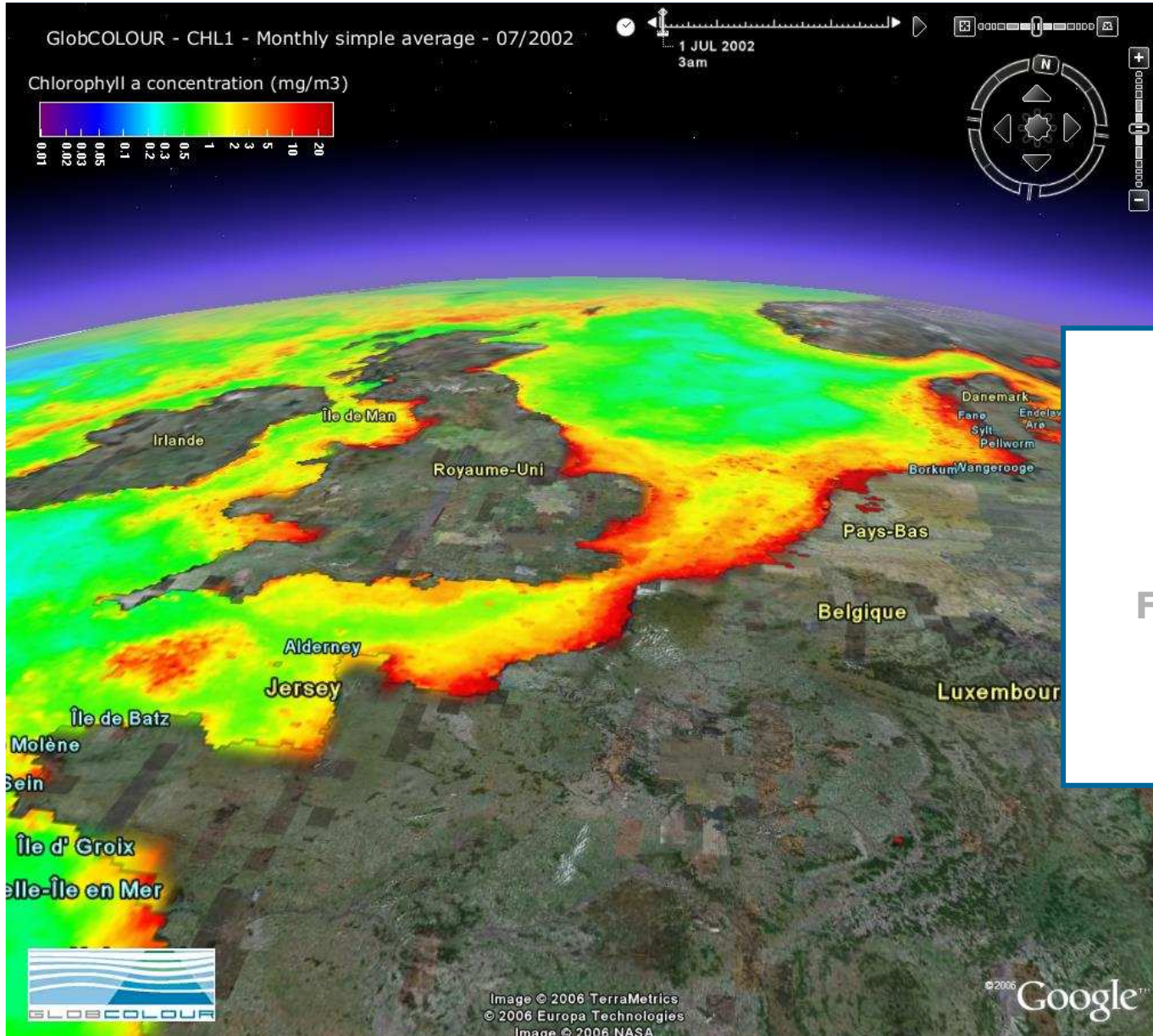
EL555  
(%)



EL555 is the relative (%) excess of radiance at 555 nm, above a given threshold. The EL555 parameter is computed from the L555 fully normalised water leaving radiance and the CHL1 products.

The daily products are computed for each instrument using the associated daily water leaving radiance and daily CHL1, while the merged product is computed from the merged L555 and the merged CHL1 concentration.

*Details in User Guide*



# The GlobColour products

Format and content