

# Mothy – Oil and object surface drift

Cedre Information Day  
27 March 2013,  
Direction de l'Eau et de la Biodiversité,  
Paris la Défense.

# Forecasting drift at sea at Météo-France

MOTHY system (Modèle Océanique de Transport d'Hydrocarbures)

## Forecasts:

Surface/subsurface oil drift (since 1994), 19% of total

Drift of containers, cuboids (since 1998), 5% of total

SAR targets - Search and Rescue (since 2009), 76% of total

## Constraints:

emergency response service

response time < 30 min (Search and Rescue) < 2h (oil)

24h availability

worldwide response capacity (French overseas territories + French Navy)

real-time access to forcing data (winds, currents)



# Met-ocean support & drift forecast

A system in place since 1994

A tried and tested organisation: Polmar  
Maritime Prefects / MRCC / Cedre / Météo-  
France

POLMAR instruction: *"to implement pollutant drift forecasts, in relation with CEDRE, and provide the human expertise required for their interpretation"*

Two major spills:

- Erika 1999: 2 weeks of drift, 400 km of coastline oiled.
- Prestige 2002: several months of drift, 3000 km of coastline oiled.

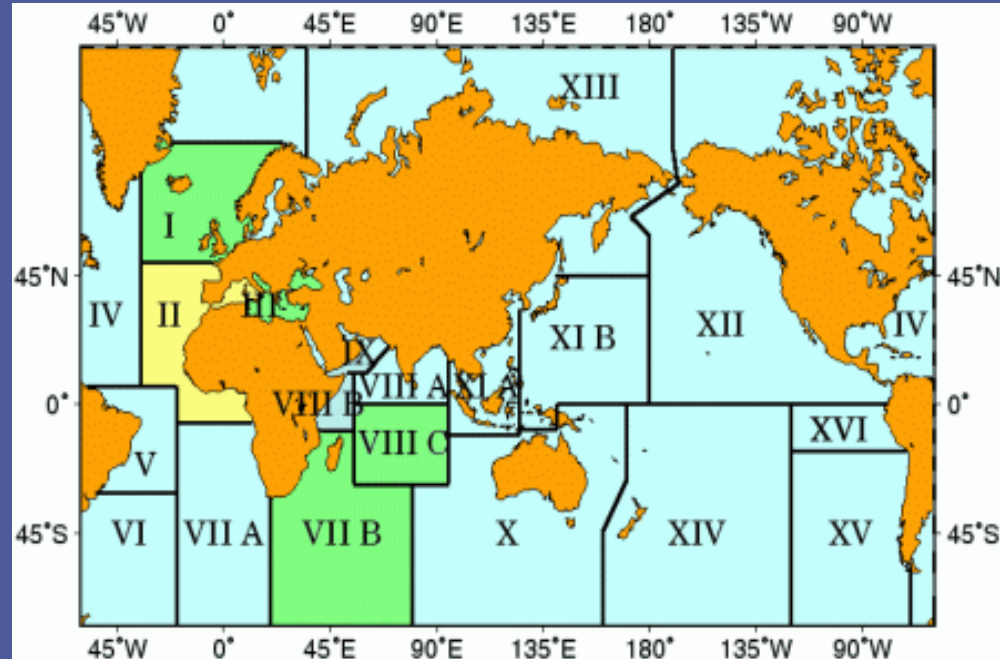


# International



MPERSS (WMO IOC)

Support provided by Météo-France

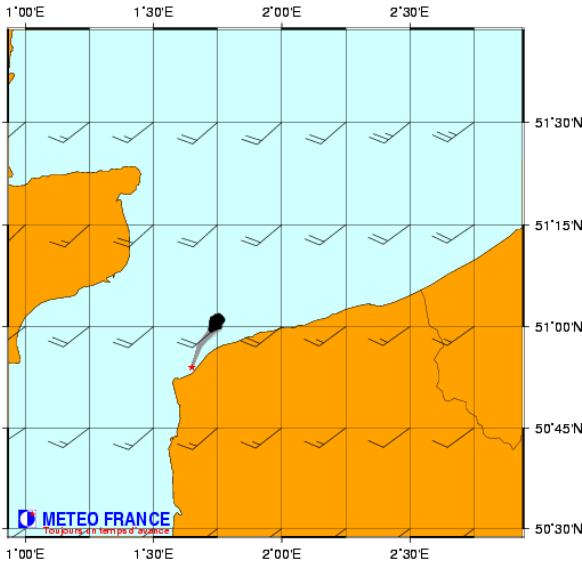


+ National meteorological services (Bulgaria, Greece, Portugal, Morocco, Qatar) & MRCC (Romania)

# Context

Around 500 requests a year

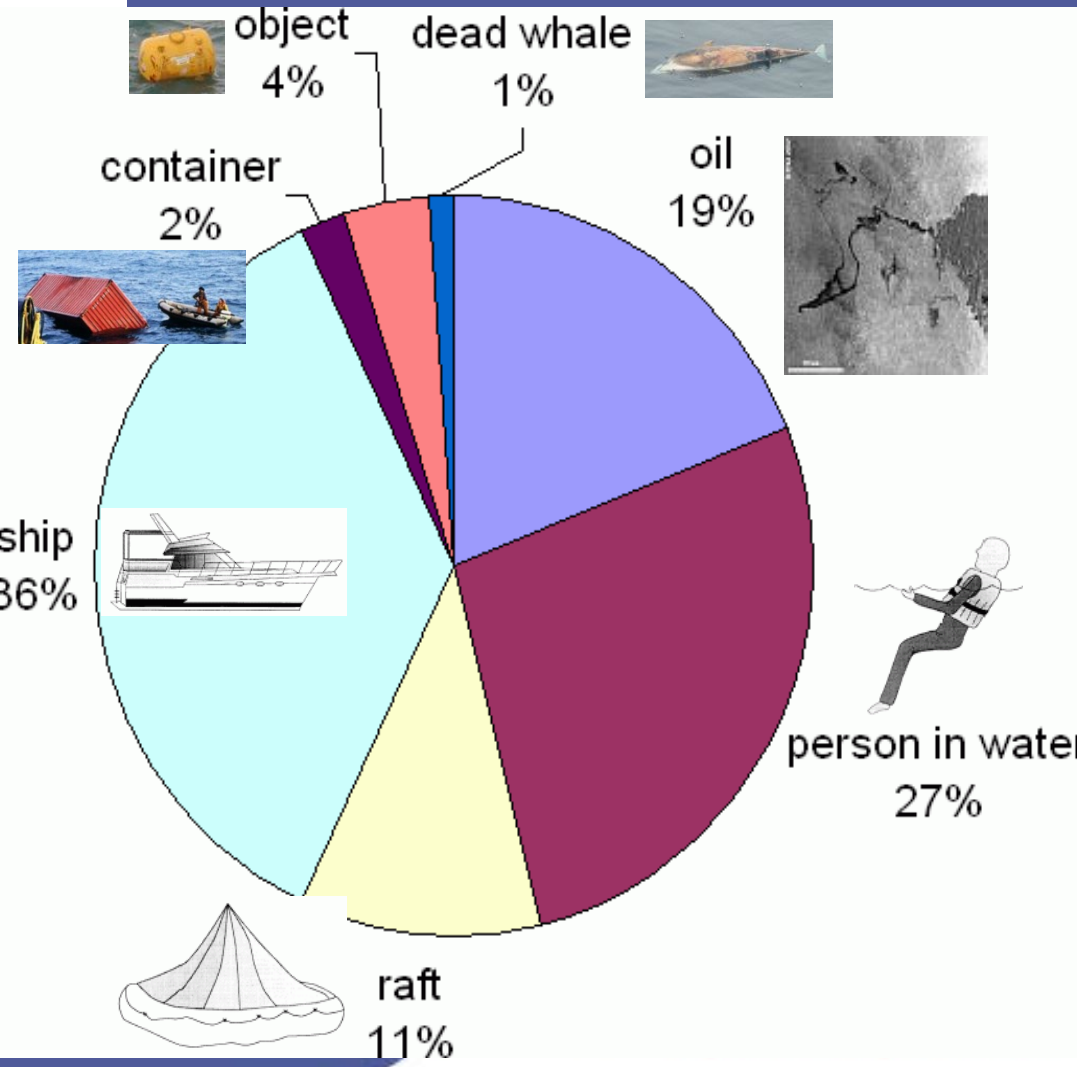
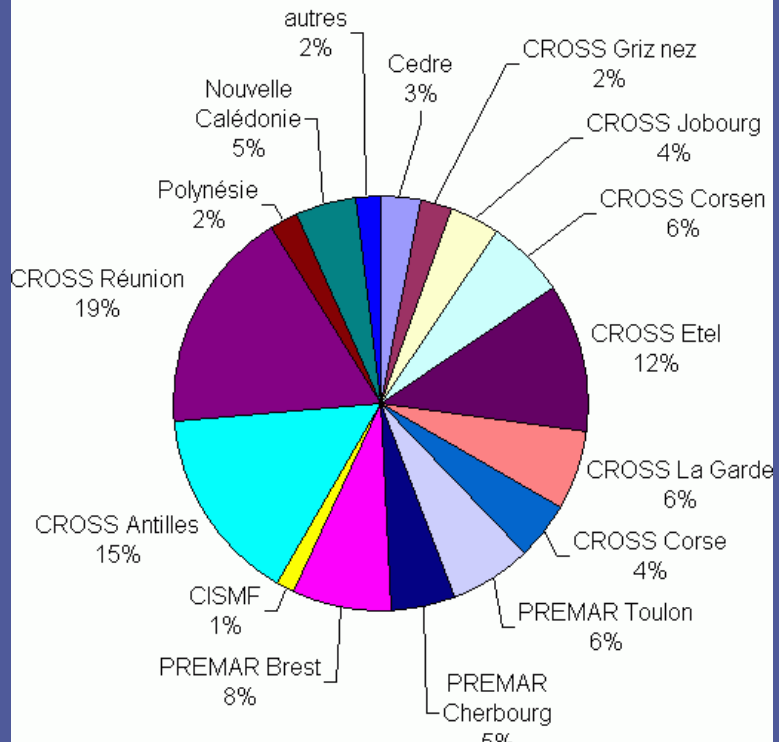
Position initiale :  
 le 20/08/2008 à 13h45 utc  
 Latitude : 50° 54,00'  
 Longitude : 001° 39,00'  
 Polluant : Brut lourd  
 Masse volumique : 930 kg/m3



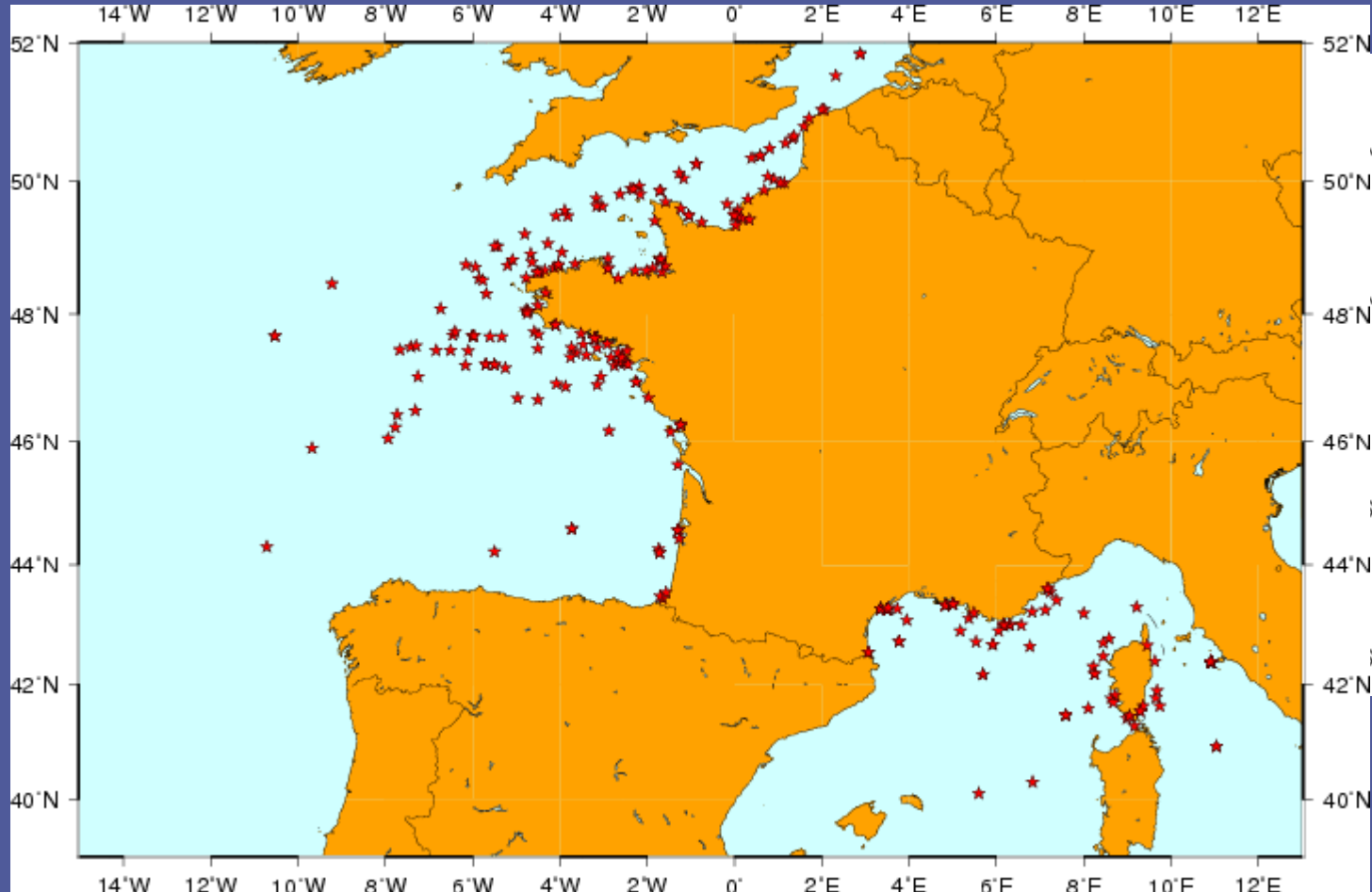
Golfe de Gascogne et Man  
 Résolution: 5 (minute)  
 Système géodésique: WGS

Attention : document technique de prévision de dérive d'hydrocarbure, réalisé à partir d'un seul point choisi dans un ensemble complexe de nappes (obs. Casp...)

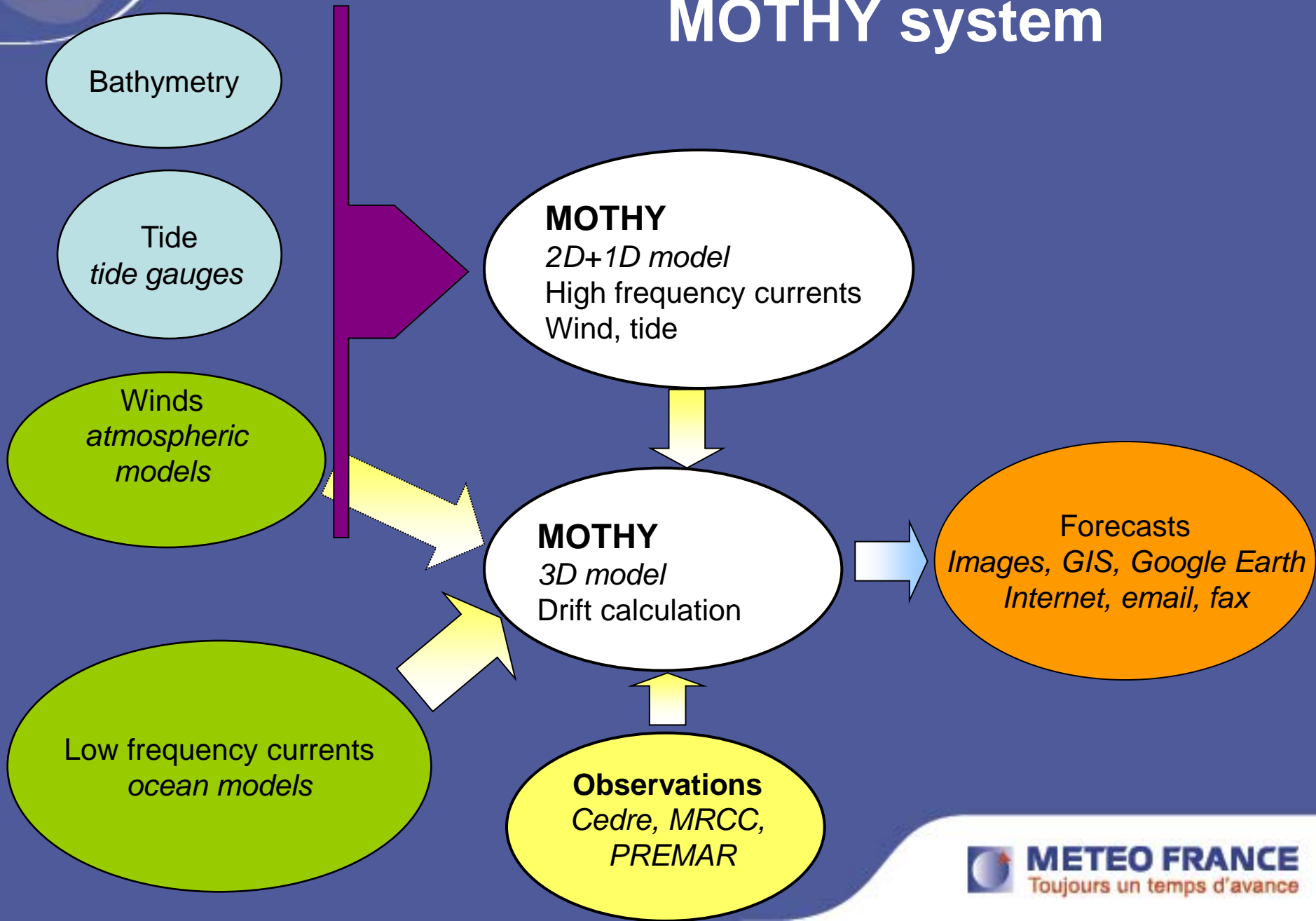
2012



# Geographical distribution of drift forecast requests

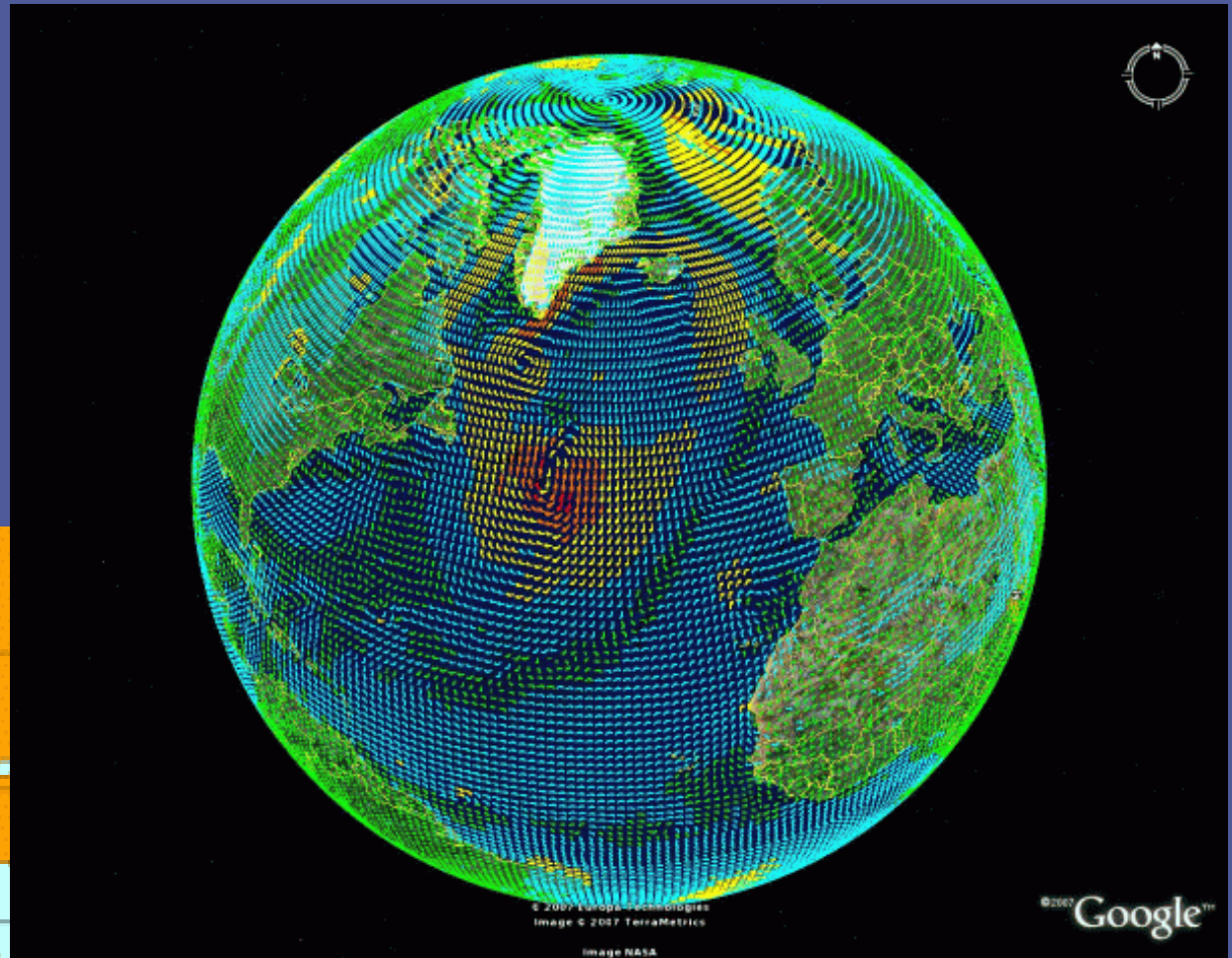
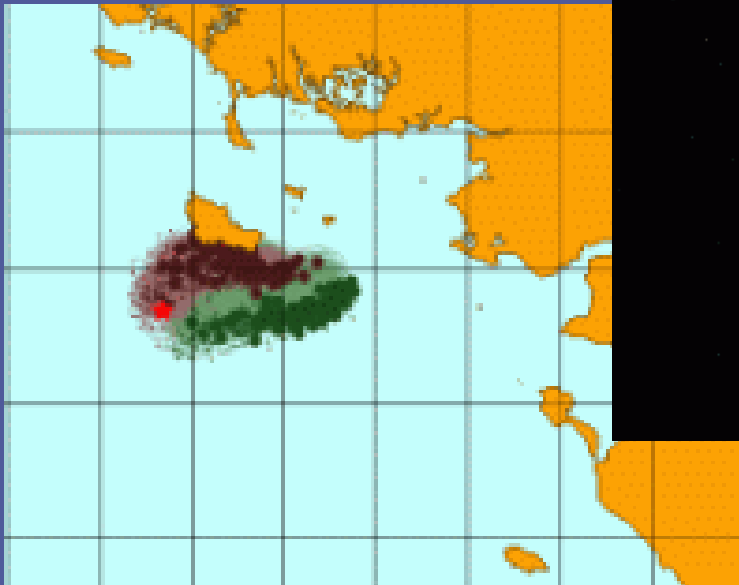


# MOTHY system



# The key element: wind forecast and its use

- Use of most recent and most appropriate forecasts.
- A marine forecaster



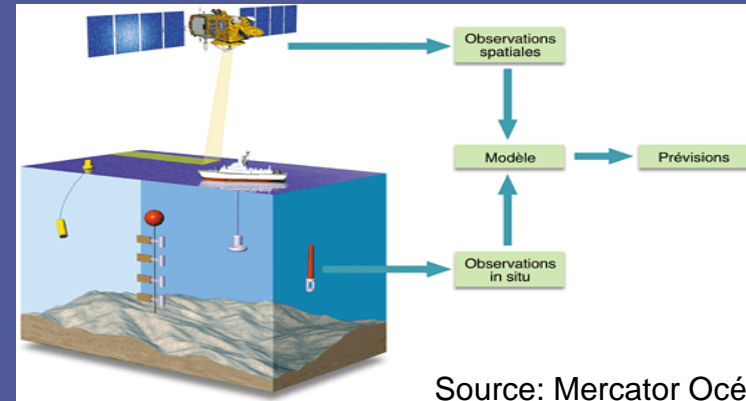
**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance



# Ocean currents

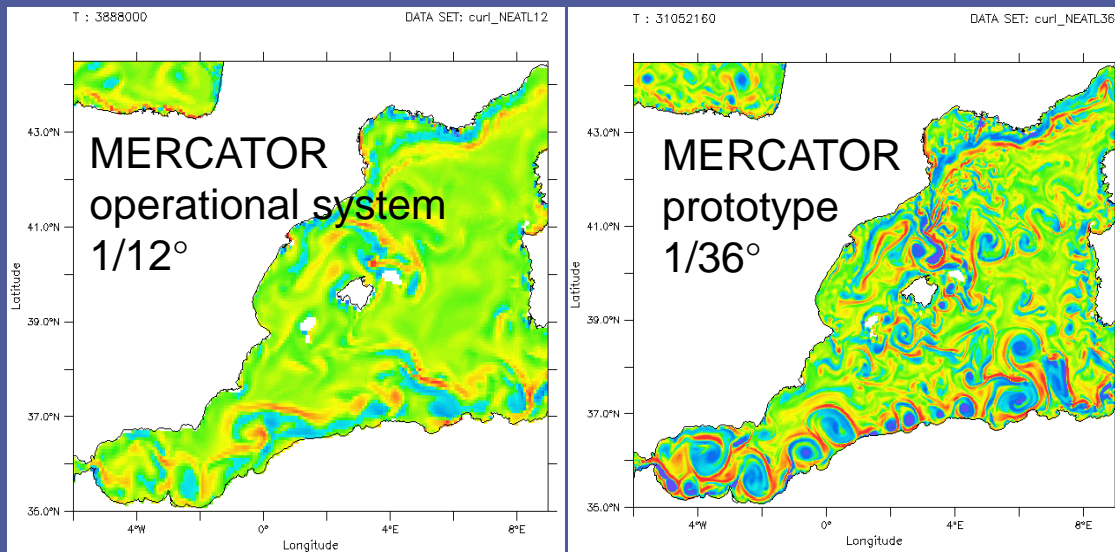
## Operational ocean forecasting systems:

- **Mercator:** global
- **MFS:** Mediterranean
- **HYCOM** (scheduled)



A challenge for drift forecasting in certain regions

example in Mediterranean: strong currents, high variability, small structures

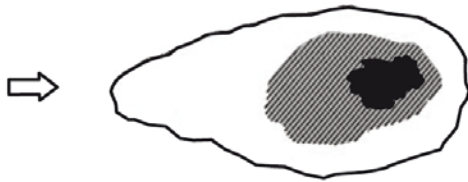


# MOTHY, oil version

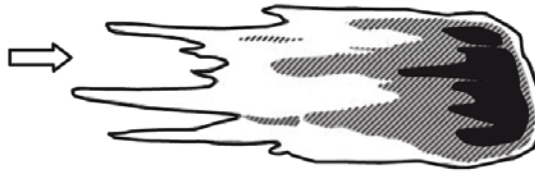
reproduce the high velocity gradients near the sea surface

represent the elongation of slicks in the wind direction with an accumulation at the head of the slick

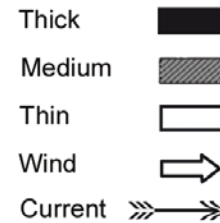
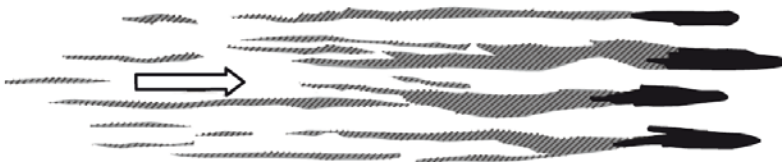
Spot spillage: wind nil to very light



Spot spillage: medium wind

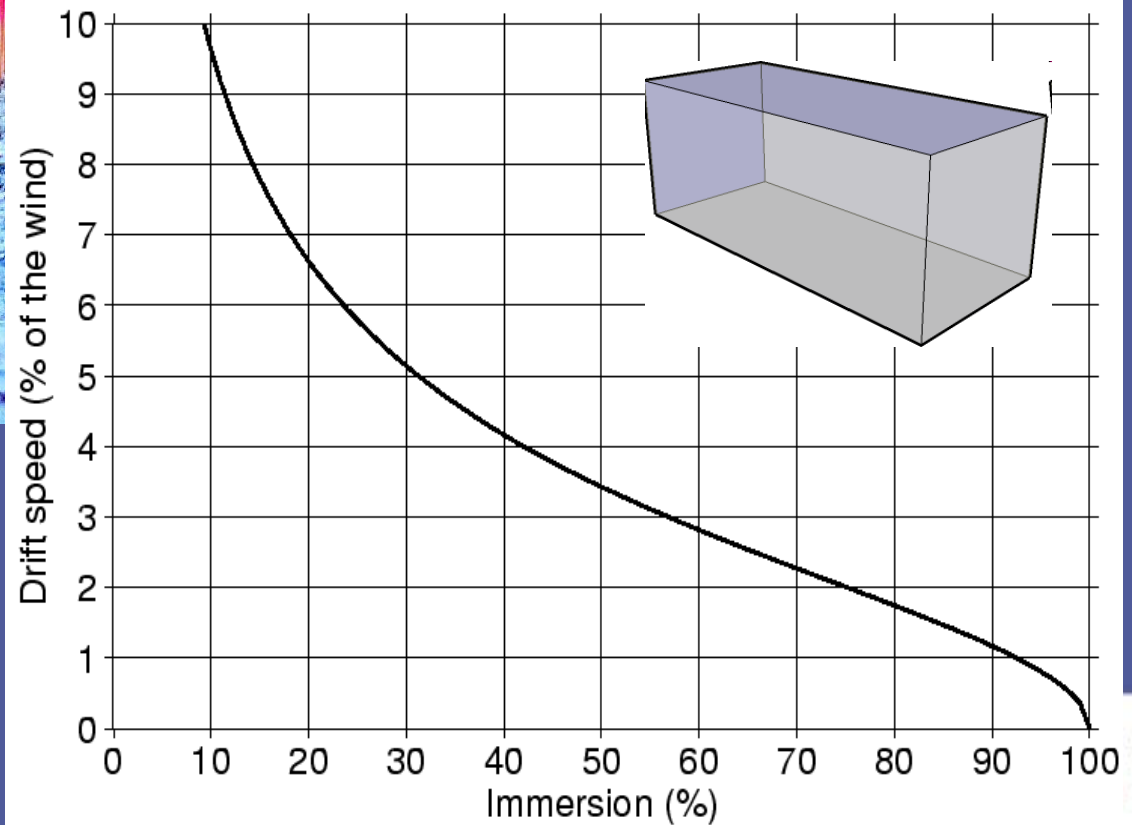


Spot spillage: strong wind

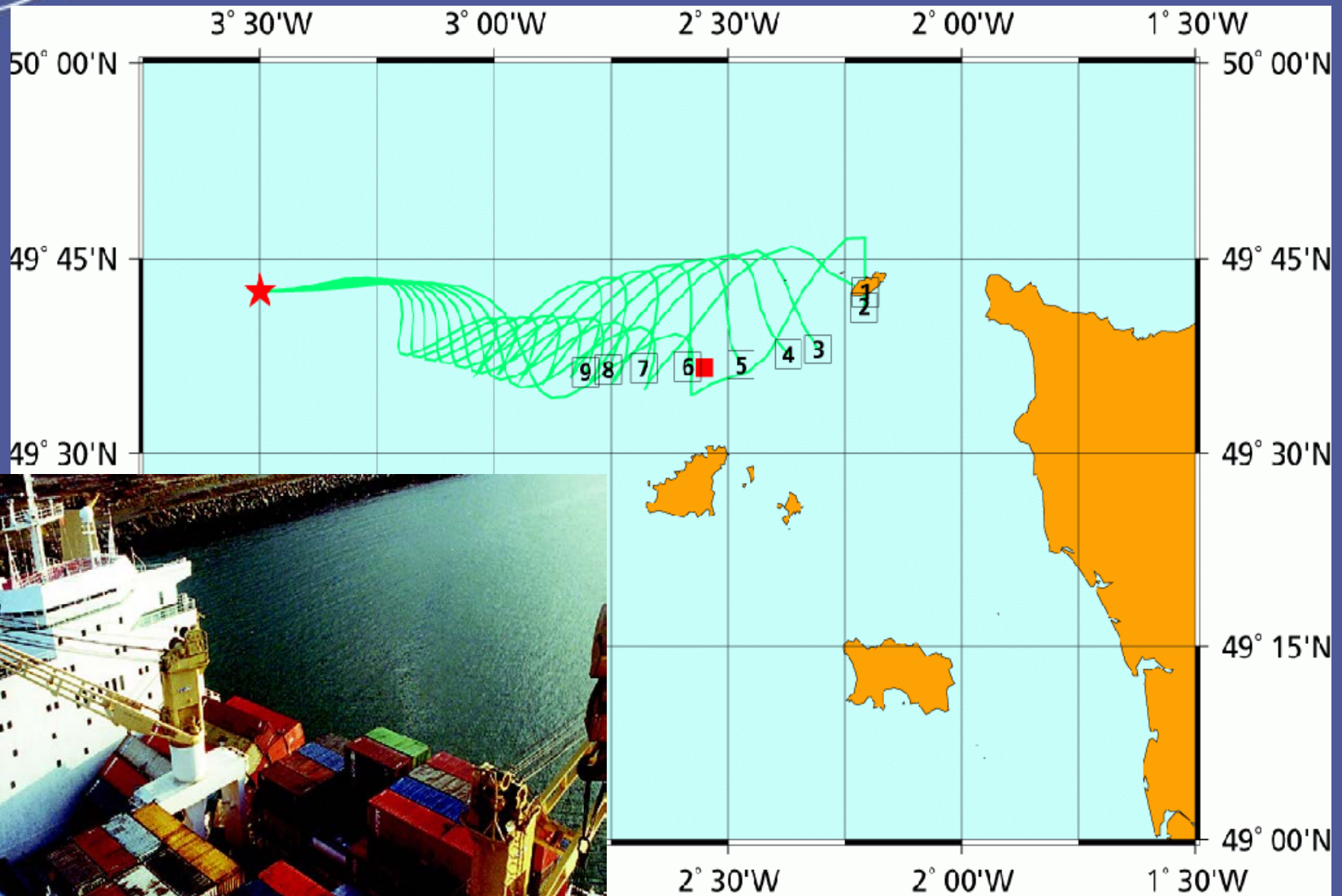


# MOTHY, container version

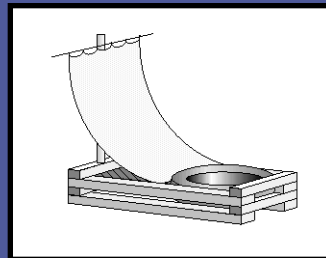
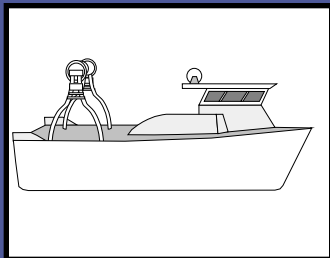
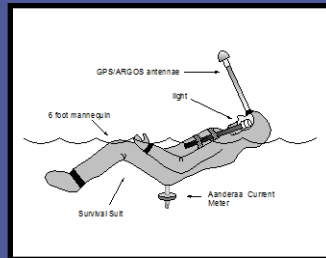
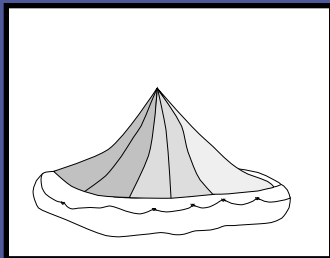
An essential factor: the level of immersion.



# MOTHY, container version



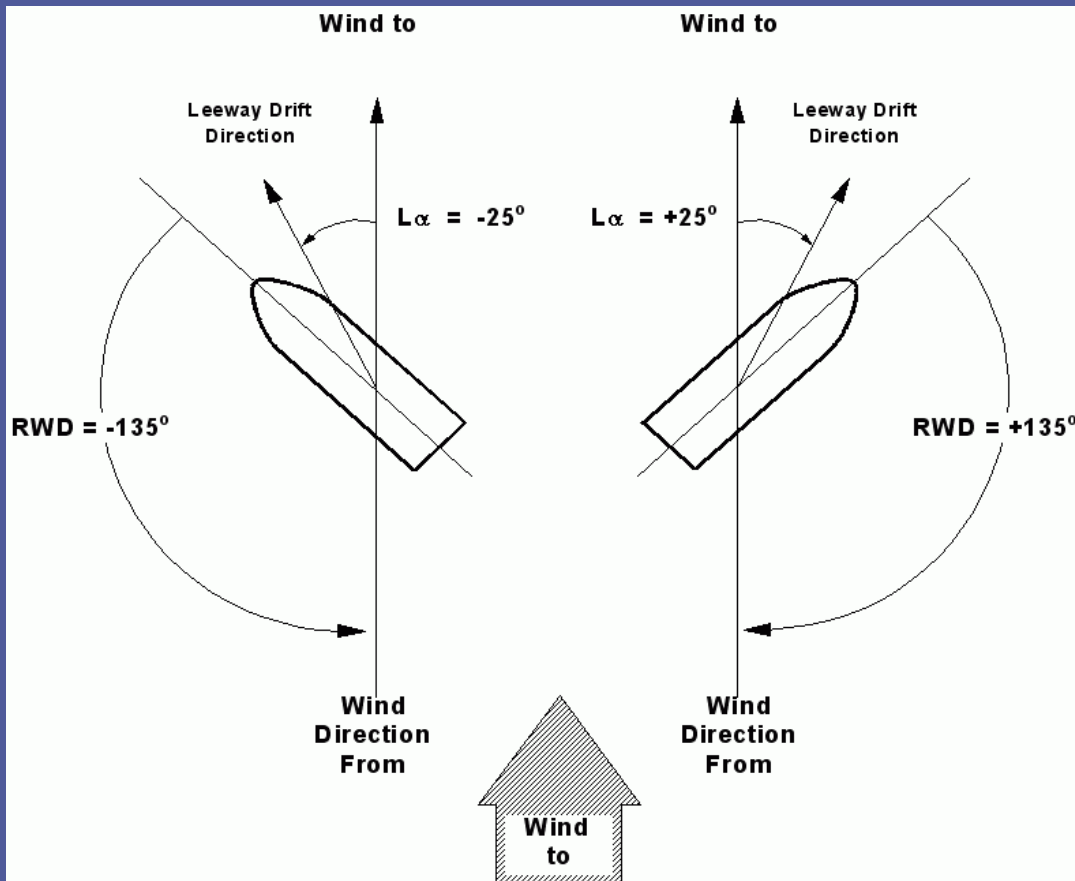
63 classes of objects have been compiled by the U.S. Coast Guards during field campaigns.



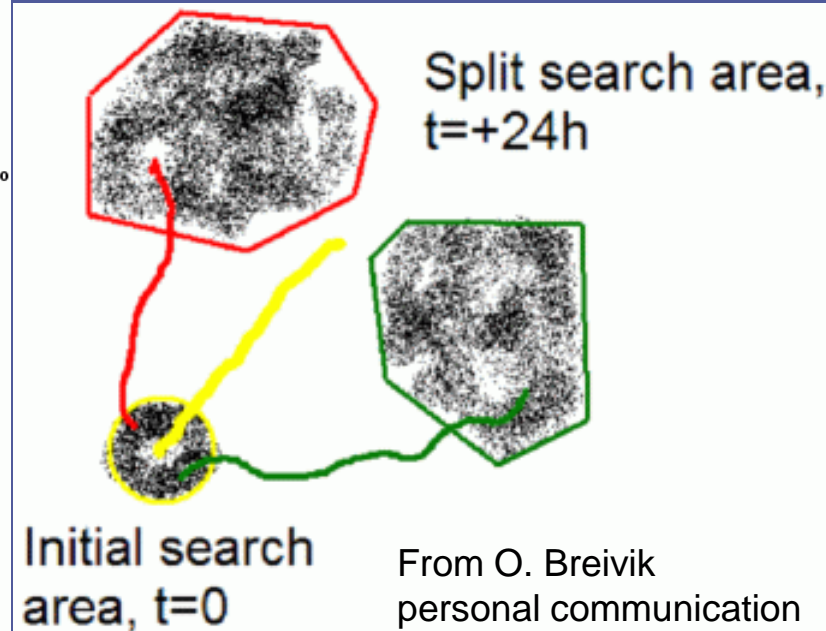
Allen A. and J. Plourde, 1999: Review of Leeway: Field Experiments and Implementation, Technical Report CG-D-08-99, US Coast Guard Research and Development Center, USA.

PIW-1	Person-in-water (PIW)	unknown state (mean values)		
PIW-2		vertical		
PIW-3		sitting		
PIW-4		horizontal	survival suit	
PIW-5			scuba suit	
PIW-6		deceased		
LIFE-RAFT-NB1	Life-raft	no ballast (NB) system	general (mean values)	
LIFE-RAFT-NB2			no canopy, no drogue	
LIFE-RAFT-NB3			no canopy, with drogue	
LIFE-RAFT-NB4			with canopy, no drogue	
LIFE-RAFT-NB5			with canopy, with drogue	
LIFE-RAFT-SB6		shallow ballast (SB) system AND canopy	general (mean values)	
LIFE-RAFT-SB7			no drogue	
LIFE-RAFT-SB8		with drogue		
LIFE-RAFT-SB9		capsized		
LIFE-RAFT-DB10		deep ballast (DB) system	general, unknown capacity and loading (mean values)	
LIFE-RAFT-DB11	4-6 person capacity, deep ballast system	general (mean values)		
LIFE-RAFT-DB12		no drogue		
LIFE-RAFT-DB13		no drogue, light loading		
LIFE-RAFT-DB14		no drogue, heavy loading		
LIFE-RAFT-DB15		with drogue		
LIFE-RAFT-DB16		with drogue, light loading		
LIFE-RAFT-DB17		with drogue, heavy loading		
LIFE-RAFT-DB18	15-25 person capacity, deep ballast system	general (mean values)		
LIFE-RAFT-DB19		no drogue, light loading		
LIFE-RAFT-DB20		with drogue, heavy loading		
LIFE-RAFT-DB21	deep ballast system	capsized		
LIFE-RAFT-DB22		swamped		
LIFE-CAPSULE	Life capsule			
USCG-RESCUE	USCG Sea Rescue Kit			
AVIATION-1	Life-raft, 4-6 person capacity, no ballast, with canopy, no drogue			
AVIATION-2	Evacuation slide with life-raft 4-6 person capacity			
SEA-KAYAK	Sea Kayak with person on aft deck			
SURFBOARD	Surf board with person			
WINDSURFER	Windsurfer with mast and sail in water			
SAILBOAT-1	Mono-hull full keel, deep draft			
SAILBOAT-2	Mono-hull, fin keel, shoal draft			
SKIFF-1	Skiff	flat bottom		
SKIFF-2		V-hull		
SKIFF-3		V-hull, swamped		
SPORT-BOAT	Sport boat, no canvas, modified V-hull			
SPORT-FISHER	Sport fisher, center console, open cockpit			
FISHING-VESSEL-1	Fishing vessel	general (mean values)		
FISHING-VESSEL-2		Hawaiian Sampan		
FISHING-VESSEL-3		Japanese side-stern trawler		
FISHING-VESSEL-4		Japanese Longliner		
FISHING-VESSEL-5		Korean fishing vessel		
FISHING-VESSEL-6		Gill-netter with rear reel		
COASTAL-FREIGHTER	Coastal freighter.			
FV-DEBRIS	Fishing vessel debris			
BAIT-BOX-1	Bait/wharf box	holds a cubic metre of ice	mean values	
BAIT-BOX-2			lightly loaded	
BAIT-BOX-3			full loaded	
REFUGEE-RAFT-1	Immigration vessel	Cuban refugee-raft	no sail	
REFUGEE-RAFT-2			with sail	
SEWAGE	Sewage floatables, tampon applicator			
MED-WASTE-1	Medical waste	mean values		
MED-WASTE-2		vials		
MED-WASTE-3		large		
MED-WASTE-4		small		
MED-WASTE-5		syringes		
MED-WASTE-6		large		
MED-WASTE-7		small		

The object's initial position determines the drift to the right and left of the wind.

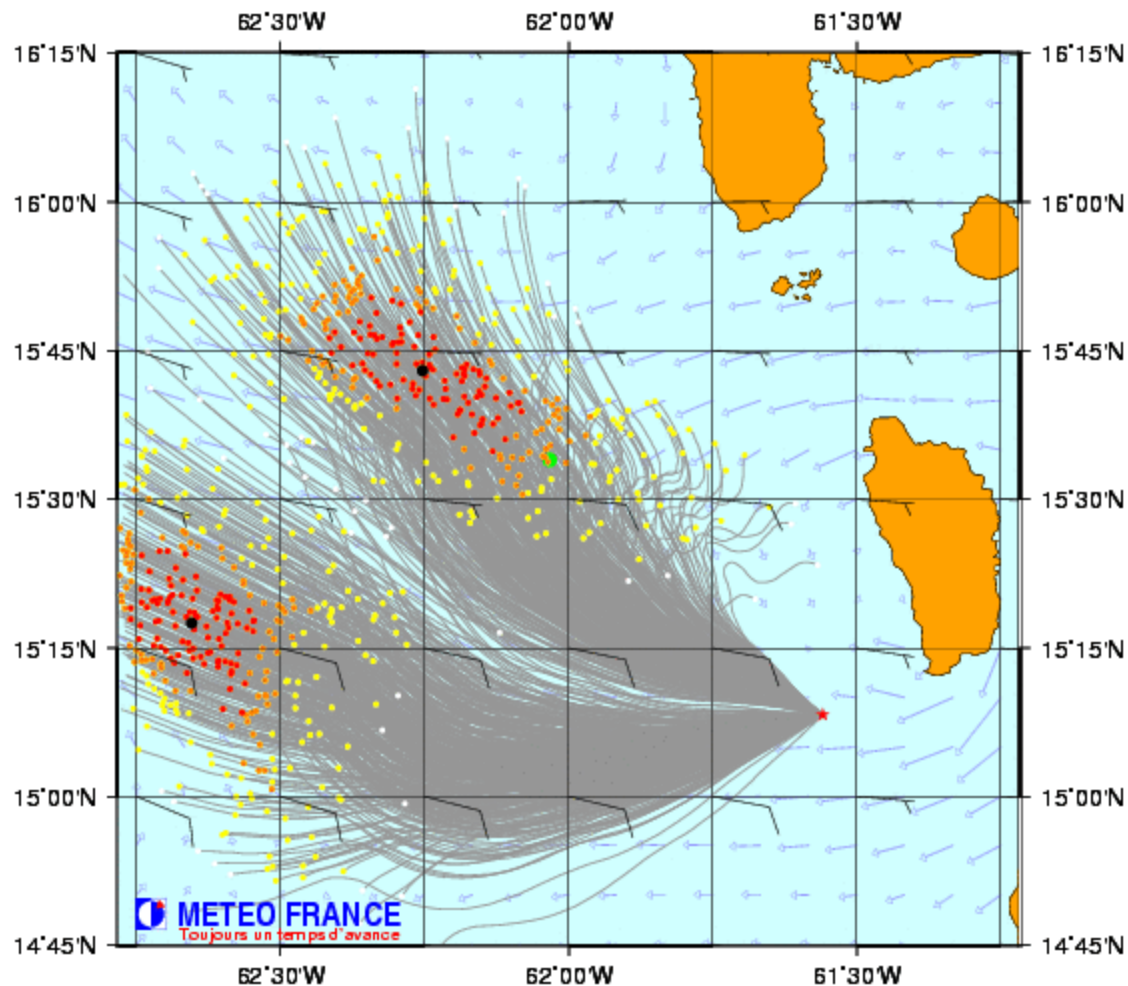


## 2 search areas



\*Breivik O. and A. Allen, 2008: An operational search and rescue model for the Norwegian Sea and the North Sea, Journal of Marine Systems, Volume 69, Issues 1-2, pp 99-113.

## MOTHY/CEP MERCATOR Prévision pour le 21/09/2008 à 19 utc



Position initiale :

le 18/09/2008 à 18h07 utc

Latitude : 15° 08,23'

Longitude : -61° 33,54'

**Voilier**

Mono-hull full keel, deep draft

Prévision déterministe:

2 points noirs

Probabilité de présence:

50%: rouge

68%: rouge+orange

95%: rouge+orange+jaune

99%: rouge+orange+jaune+blanc

Extraction GEBCO 5 minutes

Résolution: 5 (min ute)

Système géodésique: WGS 84

# MOTHY, SAR version Fishing boat drift (Sitrep N° 195)



Fishing boat OMAR 3, with two people on board, suffered engine failure.

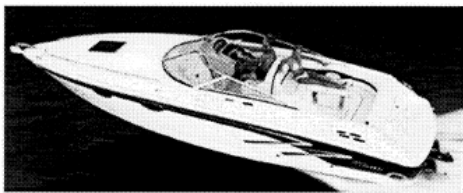
Two and a half days of drift before being successfully rescued in the Caribbean Sea.

MOTHY/CEP MERCATOR

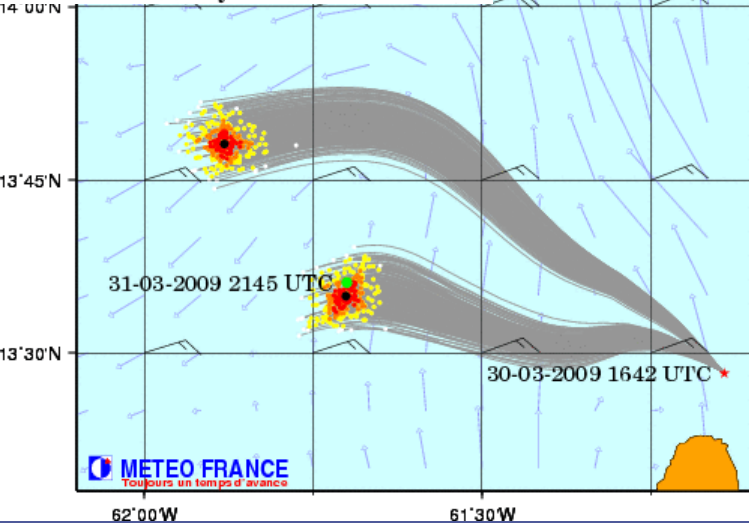
Prévision pour le 31/03/2009

MOTHY/CEP MERCATOR

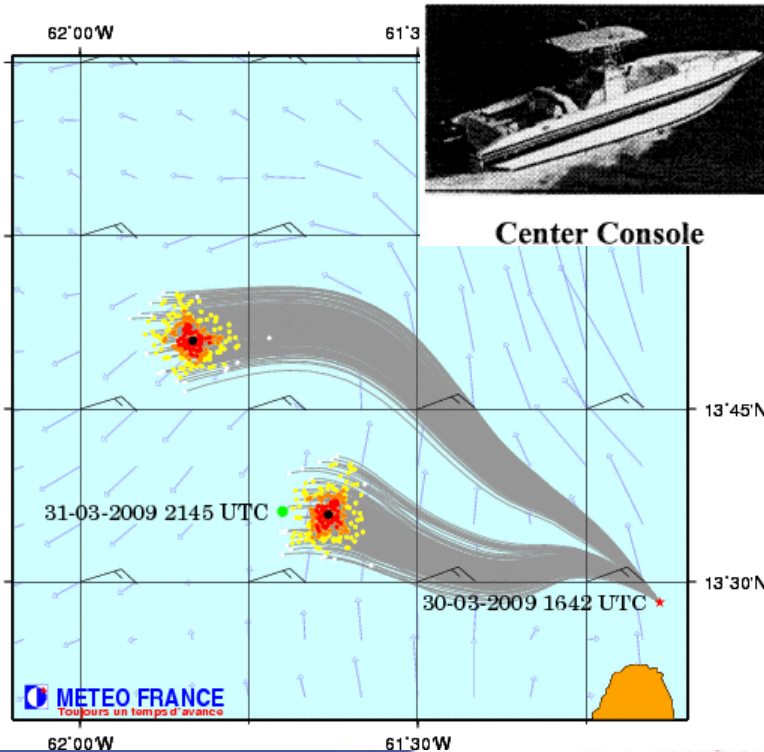
Prévision pour le 31/03/2009 à 22 utc



Cuddy Cabin



Center Console



Position initiale :  
le 30/03/2009 à 16h42 utc  
Latitude : 13° 28,22'  
Longitude : -61° 08,51'

Sport\_fisher,  
center\_console,  
open\_cockpit  
-

Prévision déterministe:  
2 points noirs

Probabilité de présence:  
50%: rouge  
68%: rouge+orange  
95%: rouge+orange+jaune  
99%: rouge+orange+jaune+

Extraction GEBCO 5 minutes  
Résolution: 5 (minute)  
Système géodésique: WGS 84

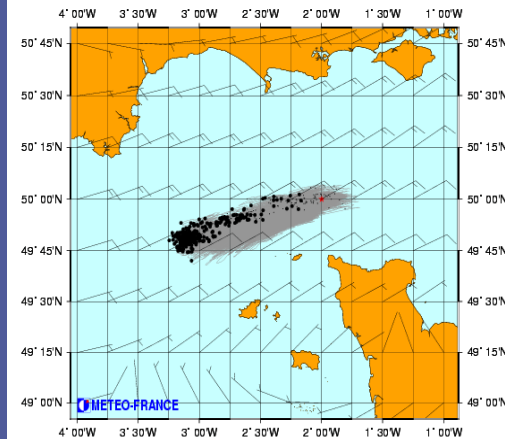


# Drift backtrack (available 24h)

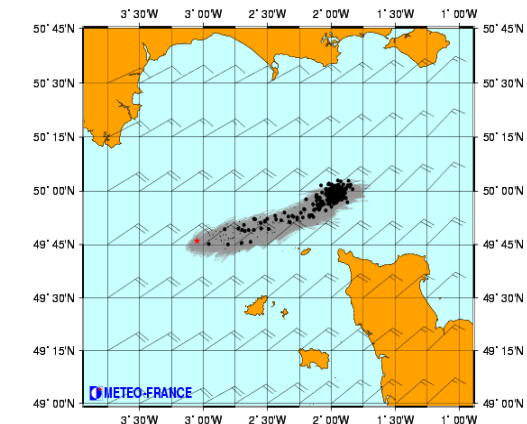
## Main applications:

- oil (search for polluting vessels)
- bundles of cocaine (drug trafficking)
- human bodies

MOTHY/ARPEGE,DIRECT : Prévion pour le 19/09/2002 à 12 utc

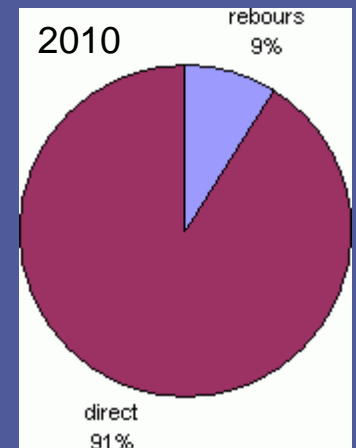
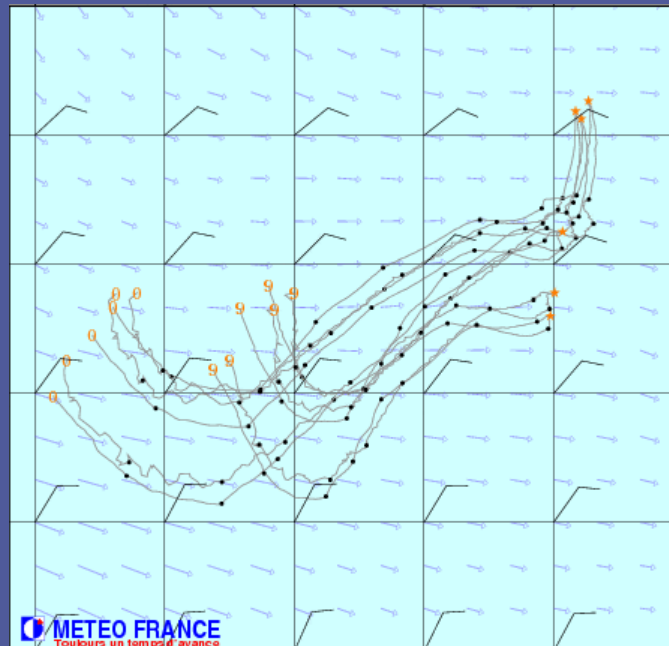


MOTHY/ARPEGE,REBOURS : Prévion pour le 14/09/2002 à 12 utc



Position initiale :  
le 19/09/2002 à 12h00 utc  
Latitude : 49° 46,00'  
Longitude : -3° 03,00'  
Polluant : Petrole brut léger  
Masse volumique : 820 kg/m<sup>3</sup>

Debris of the Air France Airbus in the tropical Atlantic.



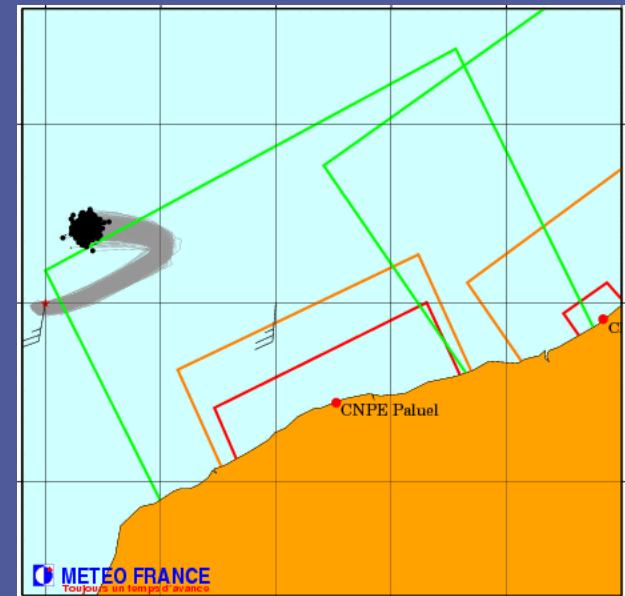
# Specific support (available 24h)

EDF CNPE: Protection of nuclear power plants on the coast

EDF Corsica: assistance in case of an incident at the oil terminal that supplies the Lucciana plant.

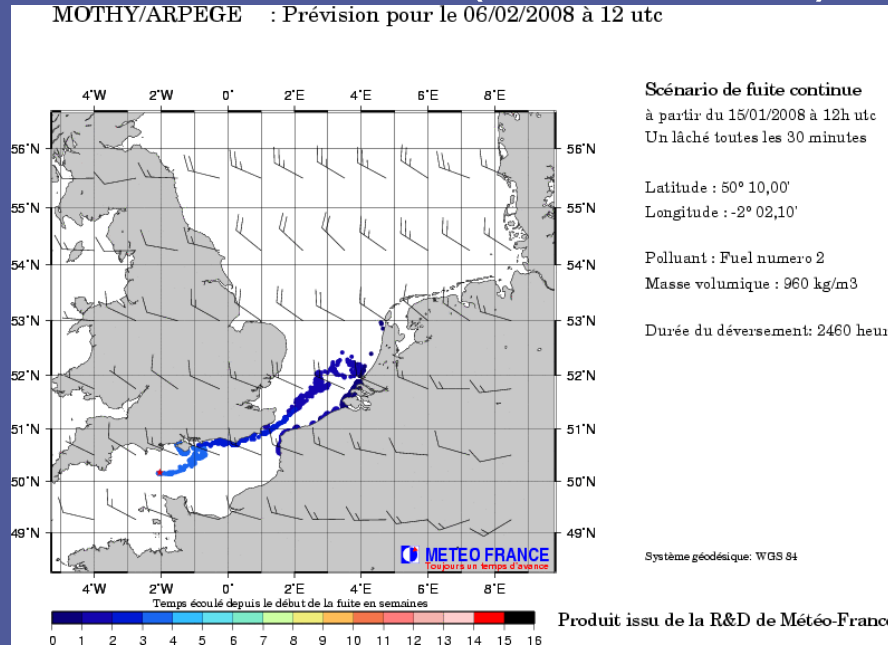
Qatar: Qatar meteorological service

Dedicated mini-sites



# Various studies (dev mode)

Examples:  
continuous leak from  
a wreck



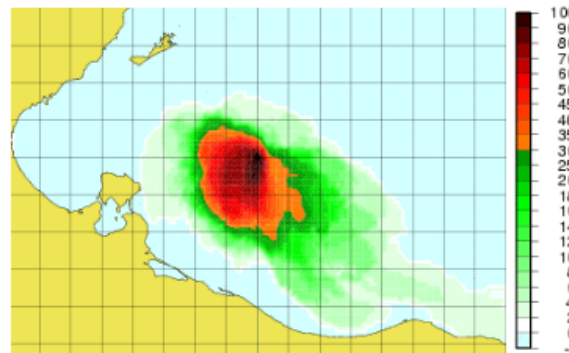
risk assessment (<http://www.meteorologie.eu.org/mothy/consulting/>)

## How do I develop a plan that protects my area against likely spills?

**Shoreline Impact Analysis** : if oil is spilled at a given spot, what shoreline locations are likely to be affected?

**Methodology 1** : Simulation based on the assumption of X years continuous release from a fixed location.

**Methodology 2** : Definition of a classification of weather patterns (determination of standard situations with frequency of occurrence) from the analyzed data of X years.  
Oil spill forecasts based on scenarios derived from the above classification.

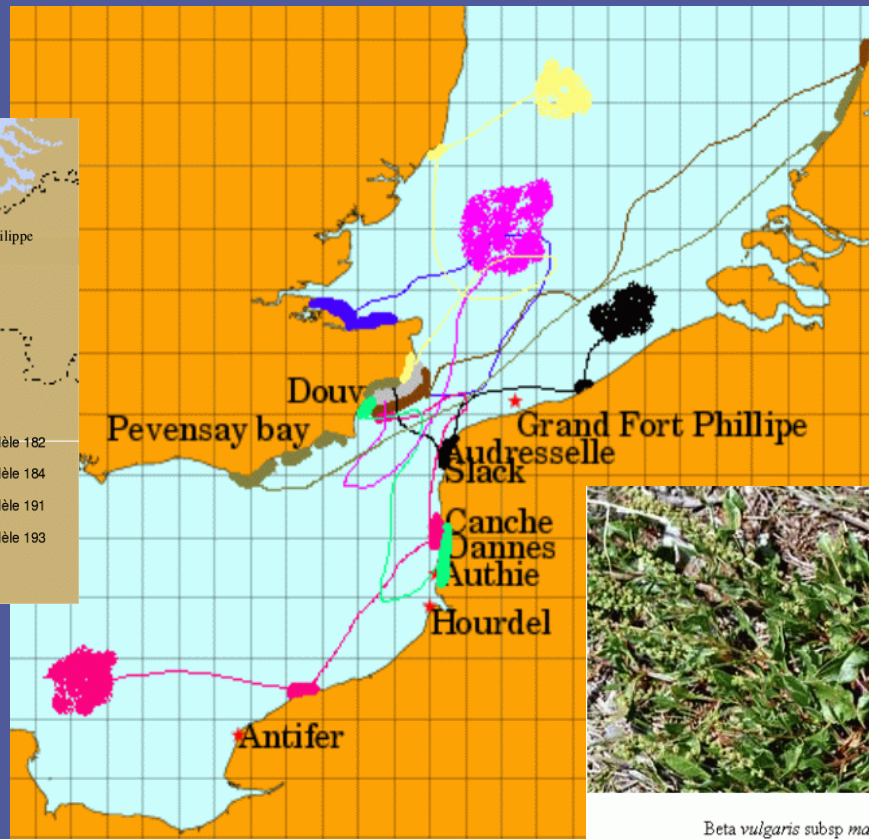
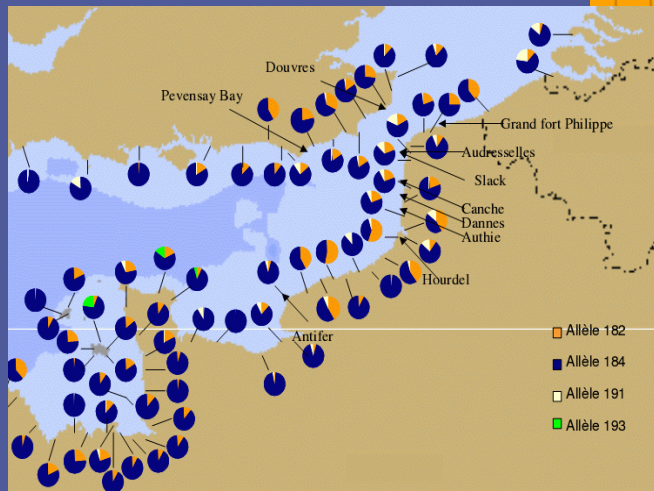


The color indicates how long the oil is present at a given location (in percent).

### Additional features :

- **Response Time Analysis** : how quickly a response must be mounted at a location of concern to precede the arrival of the oil.
- **Site Oiling Analysis** : visualize how a location of concern would be likely to be oiled by a spill at a given location.

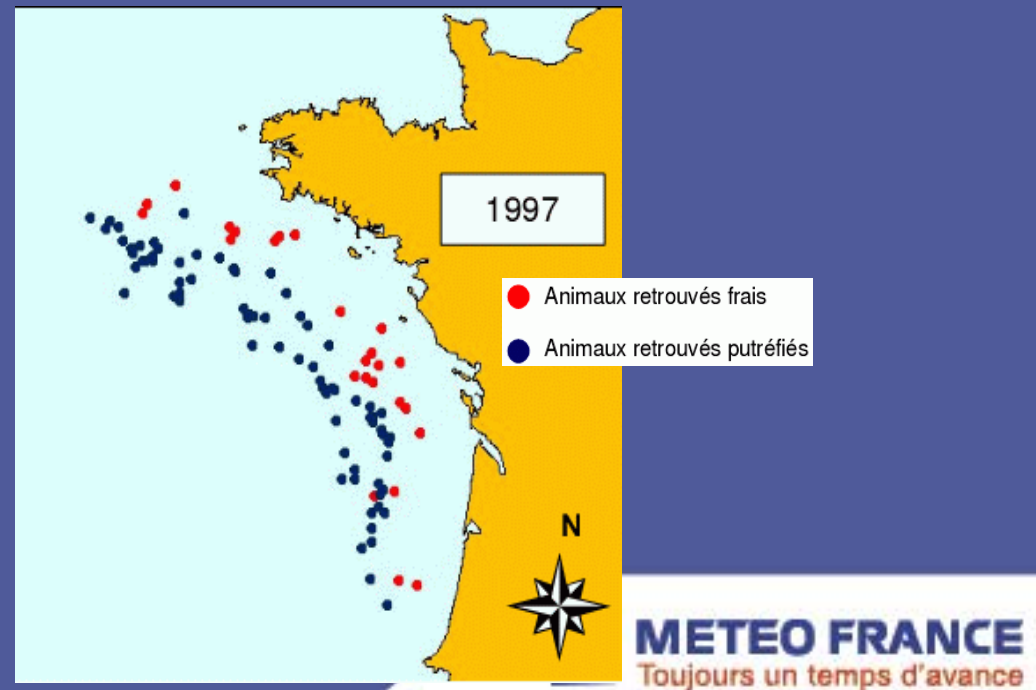
## Laboratory of Genetics and Evolution of Plant Populations Lille University



*Beta vulgaris* subsp. *maritima*

Marine Mammal Research Centre  
La Rochelle University

Cetaceans washed up on the shore: determination of the origin of the mortality of small delphinoids by backtrack modelling their drift.



# Adapting to customers' needs

Formats: images, GIS, Google Earth

Distribution methods: mini-sites, email, fax

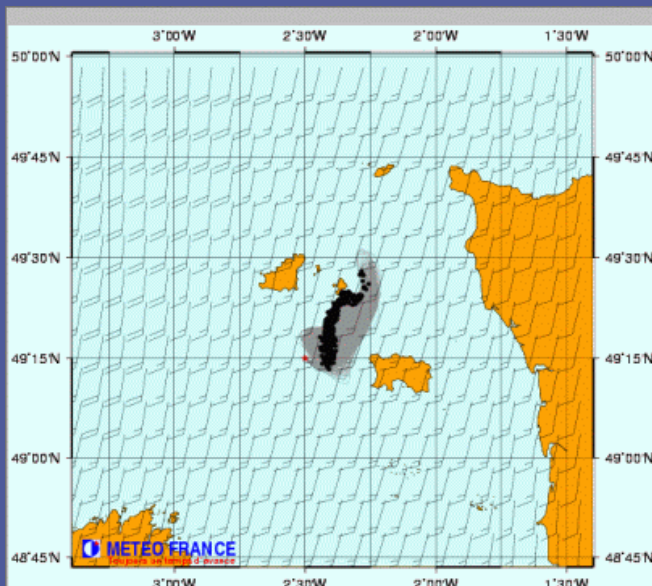
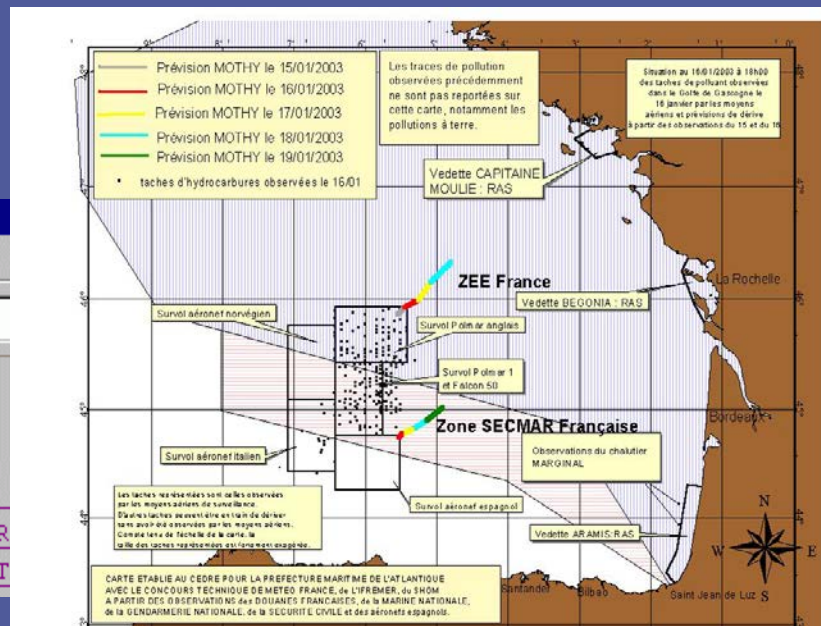
**Drift model MOTHY - Mozilla Firefox**

Fichier Edition Affichage Aller à Marque-pages Outils ?

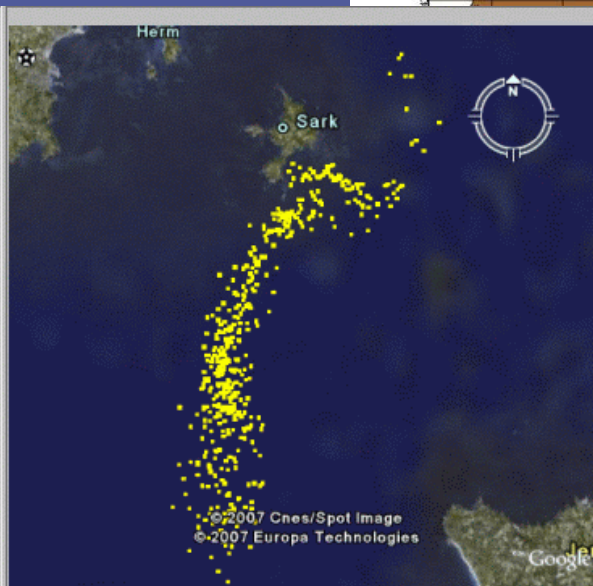
http://www.meteo.fr/qatar/index.html

## Drift model MOTHY

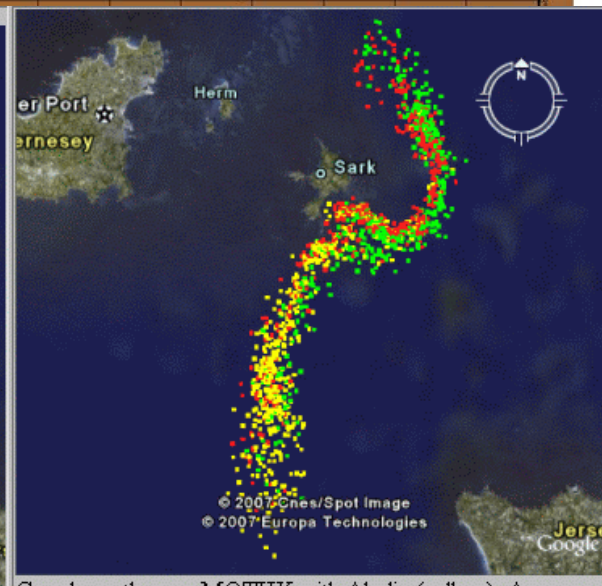
- Mon Oct 24 14:17:57 GMT 2005 - Container - □ - ALADIN QATAR - BR
- Mon Oct 24 13:39:46 GMT 2005 - Heavy crude oil - □ - ALADIN QATAR
- Mon Oct 24 11:51:44 GMT 2005 - Fuel oil number 6 - □ - ALADIN QAT



GMT standard map: MOTHY with Aladin atmospheric forcing



Google earth map: MOTHY with Aladin atmospheric forcing



Google earth map: MOTHY with Aladin atmospheric forcing (yellow), Arpege (green) and ecmwf (red).

# A regularly assessed system

By CEDRE  
trials at sea  
comparison with other models

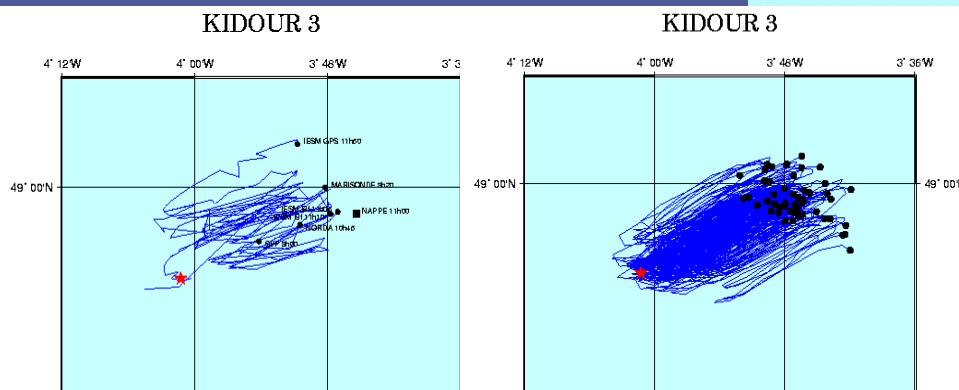
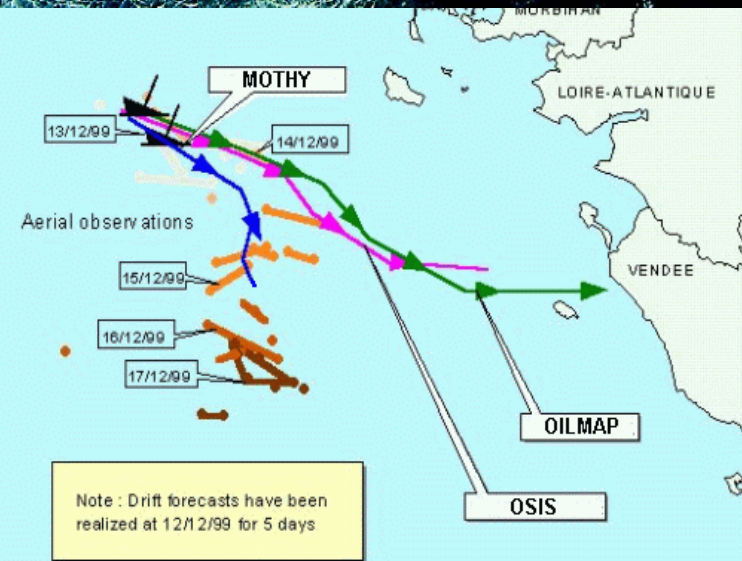
During international exercises

**Eastern Mediterranean**, with the release of 3 buoys, 17 September 2007:

UCY, Met.no, Météo-France, HNMS


**Western Mediterranean**, with the release of 8 buoys, 10 October 2007:

Cedre, IFREMER, Météo-France, Met.no, UCY



# An evolving system


- **Version 2.0** (July 2007):
  - Forcing by operational ocean forecasting systems: Mercator
- **Version 3.0** (September 2009):
  - SAR version, 63 classes of floating objects
- **Version 4.0** (scheduled for April 2013)
  - Estimate the uncertainty due to forcings: atmospheric and ocean multi-forcing ensemble forecasting



**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

### Modèle MOTHY: version 2.0

**Des prévisions**  
La  
vent utili  
atmosphé  
De  
certains d  
Ce  
• m  
ac  
• m  
m  
• m  
no  
• m  
Cl  
pa  
• m  
(C  
At




**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

### Modèle MOTHY: version 2.1

29 février 2008

**Des prévisions**  
Mo  
Météorolog  
outre-mer  
issues de ce  
Mo  
satellite Eu  
Ils s'ajoute  
(ASCAT)  
Contrairem  
trace du sa  
trace. Ains  
prédécesse



**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

### Modèle MOTHY : version 2.2

Une montée de niveau du système MOTHY a été réalisée le 29 octobre 2008. La version 2.2 bénéficie des améliorations du système d'océanographie opérationnelle Mercator, avec notamment une meilleure fiabilité et une plus grande précision des prévisions de courant, tant au niveau global que régional.

**Pour en savoir plus :**

Mercator Océan améliore sa production opérationnelle sur les deux fronts du global 1/4° et du régional 1/12° sur l'Atlantique et la Méditerranée.

**Sur tout le globe**  
Le système global au 1/4°, avec modélisation de la glace de mer aux deux pôles et assimilation des données in situ, est maintenant plus robuste et plus fiable, qualifié par l'étude approfondie d'une simulation d'un an et demi. La version actuelle offre d'ores et déjà des prévisions d'une précision jamais atteinte à Mercator Océan.

**Zoom sur l'Atlantique et la Méditerranée**  
Pour le système haute résolution sur l'Atlantique et la Méditerranée, le saut est non seulement qualitatif mais quantitatif, puisque le nouveau système traverse l'équateur et modélise l'océan Atlantique jusqu'au parallèle 20° sud. Ce système se comporte comme un zoom haute résolution du système global au 1/4° : même modèle, même assimilation, même période de qualification que pour le global 1/4°. Les deux systèmes montrent un comportement très proche, la haute résolution en plus. Ce dernier point est très important: le système haute résolution décrit des tourbillons non représentés par le modèle global et on connaît l'importance de ces tourbillons pour une dérive.

**Le site internet de Mercator Océan**  
Le site <http://www.mercator-ocean.fr> pourra satisfaire les plus curieux.

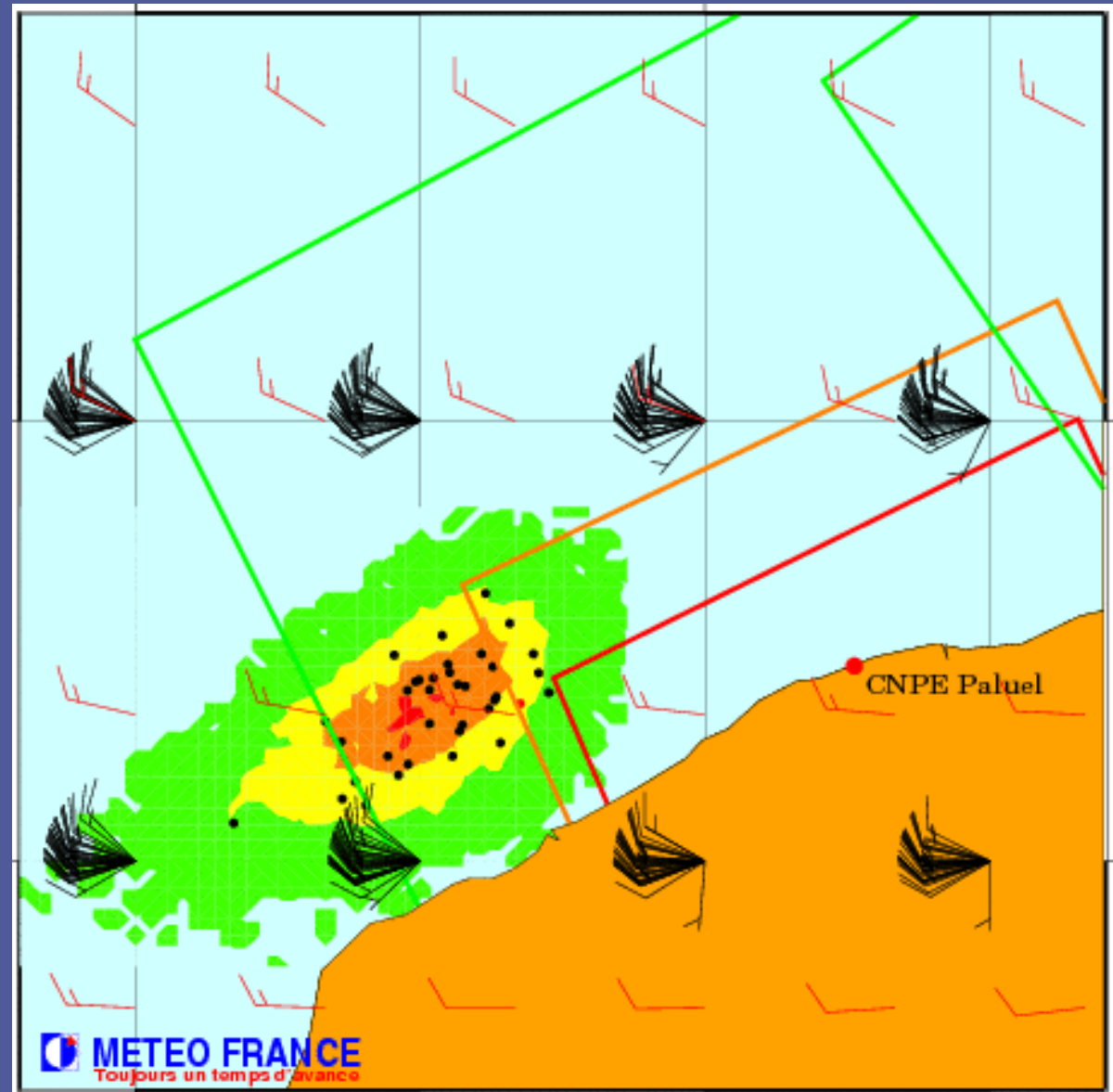


# Ensemble forecasting

Barycentre of slick heads:  
heads:  
black dots: PEARP  
red dot: ARPEGE

Winds:  
red: ARPEGE  
black: PEARP

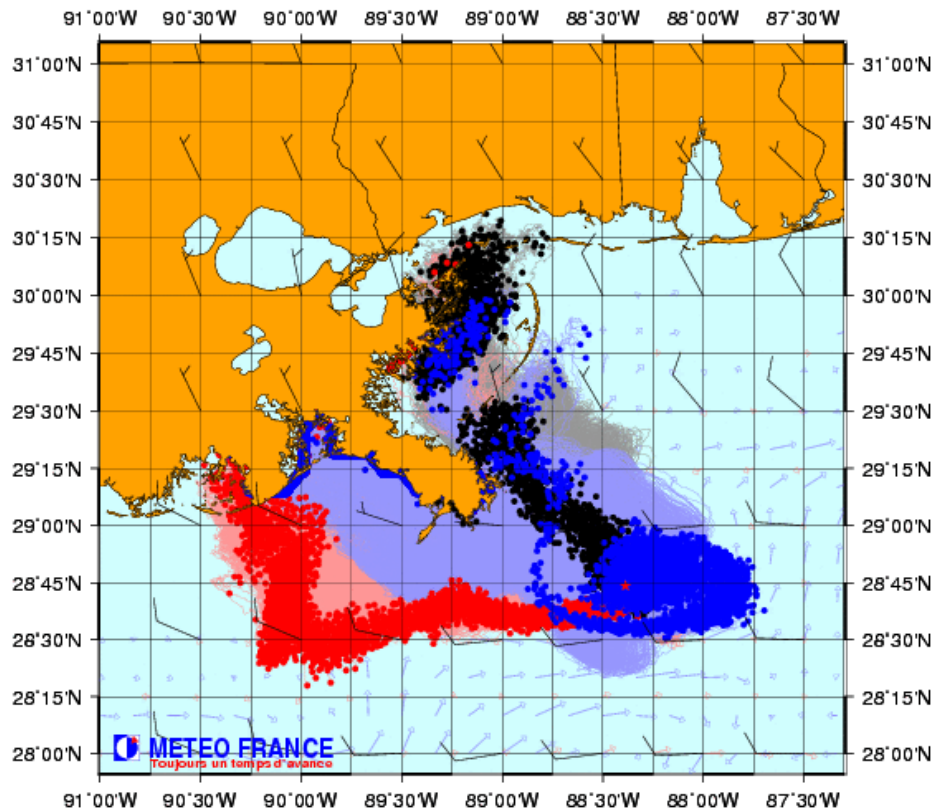
Probability of the presence of oil:  
green <25%  
25%<yellow<50%  
50%<orange<75%  
red>75%



In the Mediterranean: Mercator, MFS, Clim.

In the North Atlantic: Mercator 1/12°, Mercator 1/4°, wind alone

MOTHY/ARPEGE MULTI2 : Prévision pour le 29/05/2010 à 04 utc



Position initiale :  
le 21/04/2010 à 04h00 utc  
Latitude : 28° 44,20'  
Longitude : -88° 23,23'  
Polluant : Petrole brut léger  
Masse volumique : 820 kg/m<sup>3</sup>  
Duree du deversement : 942heures

Vent-seul  
MERCATOR PSY3V2  
MERCATOR PSY2V3  
Extraction GEBCO 5 minutes  
Résolution: 5 (minute)  
Système géodésique: WGS 84

Attention : document technique de prévision de dérive d'hydrocarbure, réalisé à partir d'un seul point choisi dans un ensemble complexe de nappes (observées ou non).

Cauton: Technical support for oil drift forecast from a single point out of a complex set of slicks (observed or not).

# Ocean tri-forcing

## Conteneur

Position initiale :  
 le 07/12/2010 à 12h35 utc  
 Latitude : 43° 0,0'  
 Longitude : 7° 0,0'

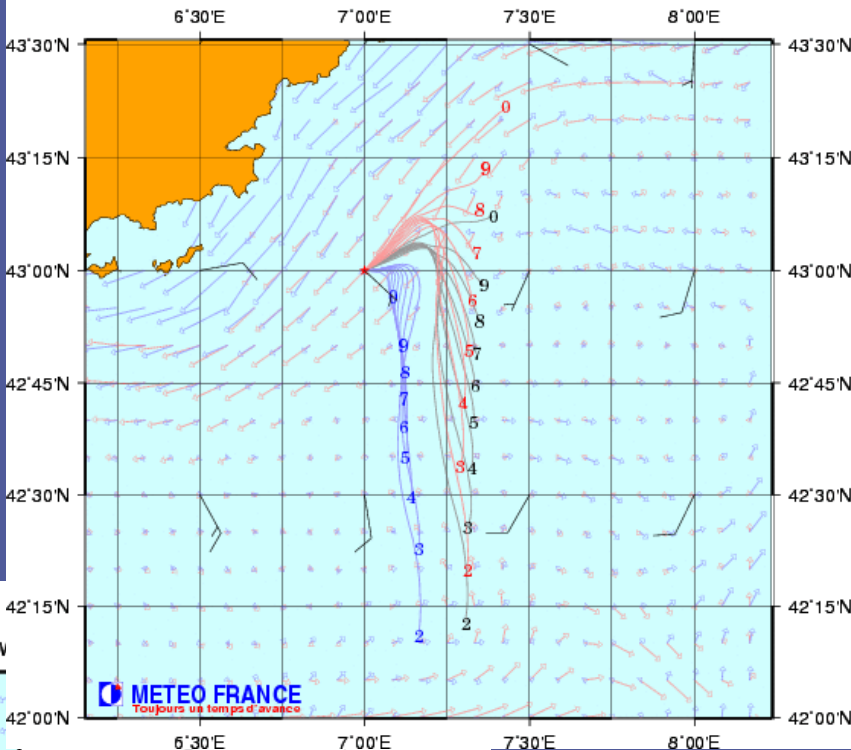
- 2 : immersion 20%
- 3 : immersion 30%
- 4 : immersion 40%
- 5 : immersion 50%
- 6 : immersion 60%
- 7 : immersion 70%
- 8 : immersion 80%
- 9 : immersion 90%
- 0 : immersion 100%

CLIM + MFS + MERCATOR

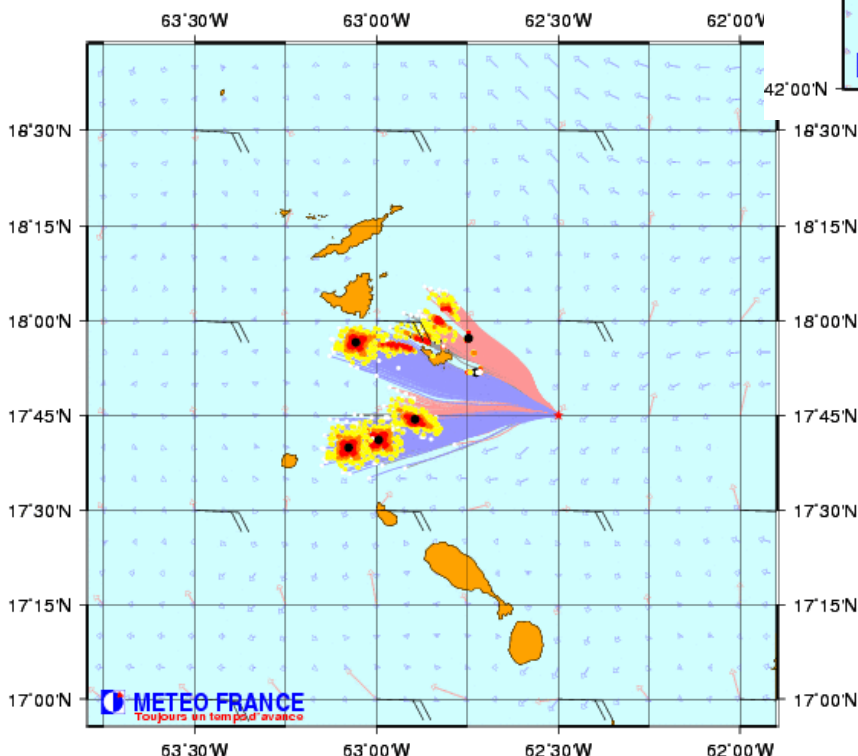
Cote d Azur

Résolution: 1 (min ute)

Système géodésique: WGS 84



MOTHY/GFS MULTI2 Prédiction pour le 09/12/2010 à 11



Skiff  
 flat bottom

Prédiction déterministe:

2 points noirs

17°51,81N / 62°43,63W 17°41,12N / 62°59,63W  
 17°57,19N / 62°44,80W 17°44,37N / 62°53,67W  
 17°56,58N / 63°03,39W 17°39,94N / 63°04,62W

Probabilité de présence:

- 50%: rouge
- 68%: rouge+orange
- 95%: rouge+orange+jaune
- 99%: rouge+orange+jaune+blanc

Vent-seul  
 MERCATOR PSY3V2  
 MERCATOR PSY2V3

Extraction GEBCO 1 minute  
 Résolution: 1 (minute)

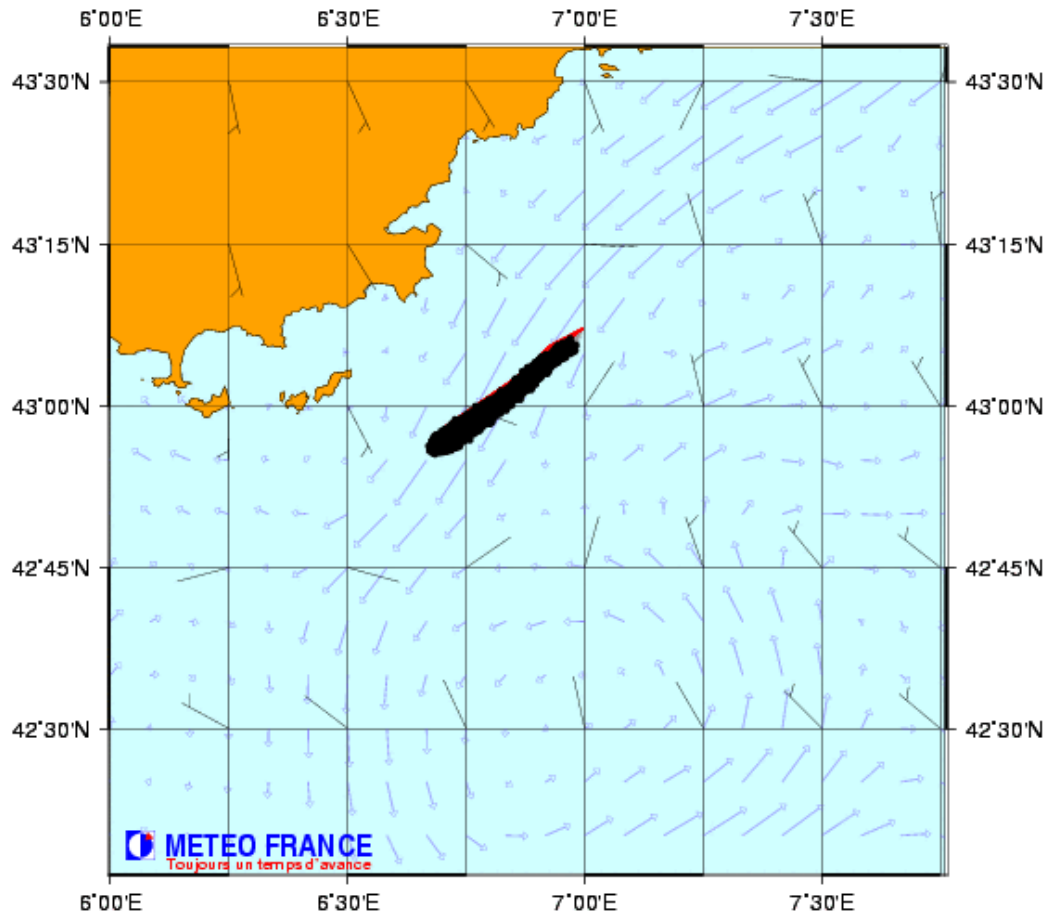
Système géodésique: WGS 84

## Projects in progress

- MOST
- MASCOTH
- MEDESS-4MS
- SHOM

# MOST (Mapping Oil Spill drift)

MOTHY/ARPEGE MERCATOR : Prévision pour le 01/09/2007 à 12 utc



Position initiale :  
le 01/09/2007 à 09h36 utc

Polluant : hydrocarbure  
Masse volumique : 985 kg/m<sup>3</sup>



FRANCE

**ALYOTECH**



**METEO FRANCE**

Toujours un temps d'avance

Cote d'Azur

Résolution: 1 (min ute)

Système géodésique: WGS 84



Attention : document technique de prévision de dérive d'hydrocarbure, réalisé à partir d'un seul point choisi dans un ensemble complexe de nappes (observées ou non).

Caution: Technical support for oil drift forecast from a single point out of a complex set of slicks (observed or not).

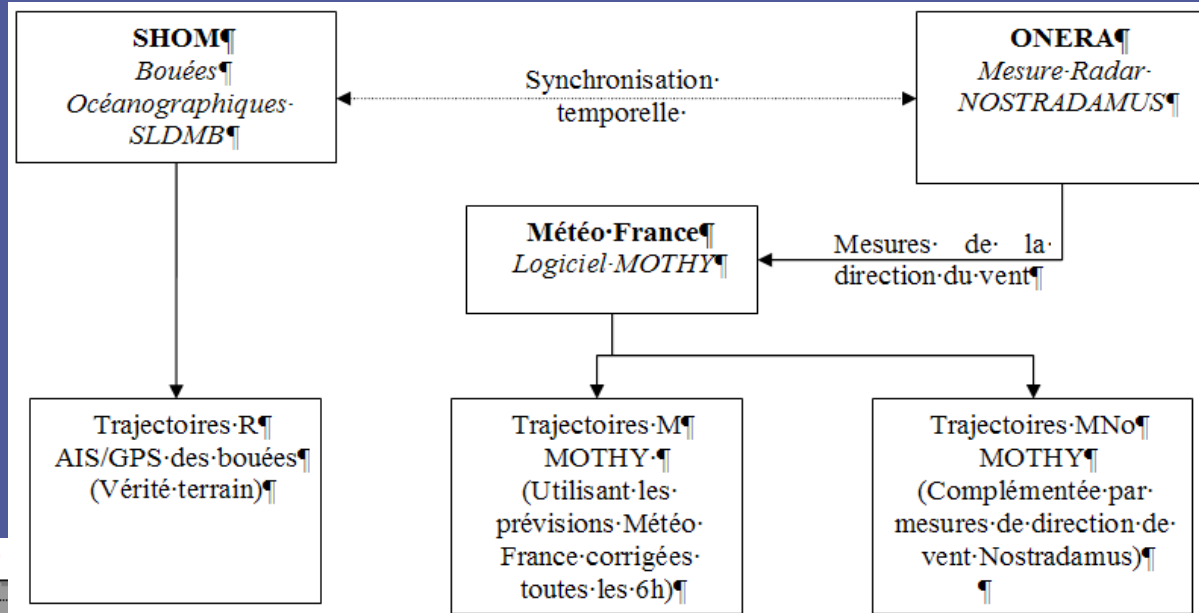
Project duration: 9 months

Funding: GDF Suez, Entrepose Contracting

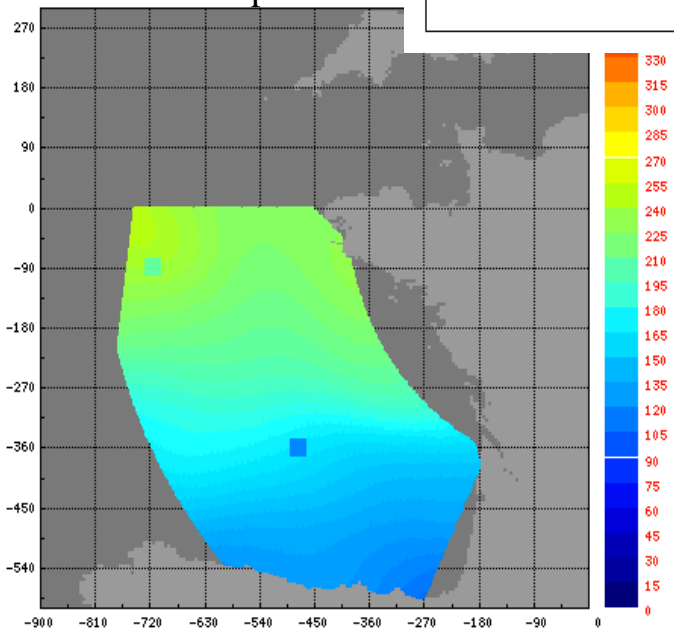


**METEO FRANCE**  
Toujours un temps d'avance

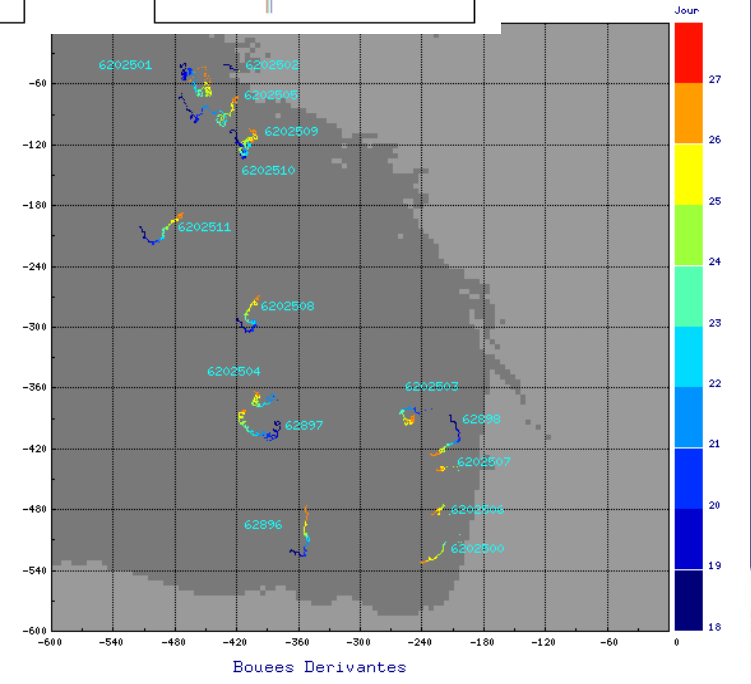
# MASCOTH Météo-France / SHOM / ONERA



After Interpolation



Date=11/9/20 Heure=10  
 XpMer=97/100  
 Brittany Ecarts: Dist= 0 DirVent= 32  
 Gascogne Ecarts: Dist= 0 DirVent= 49



Bouees Derivantes

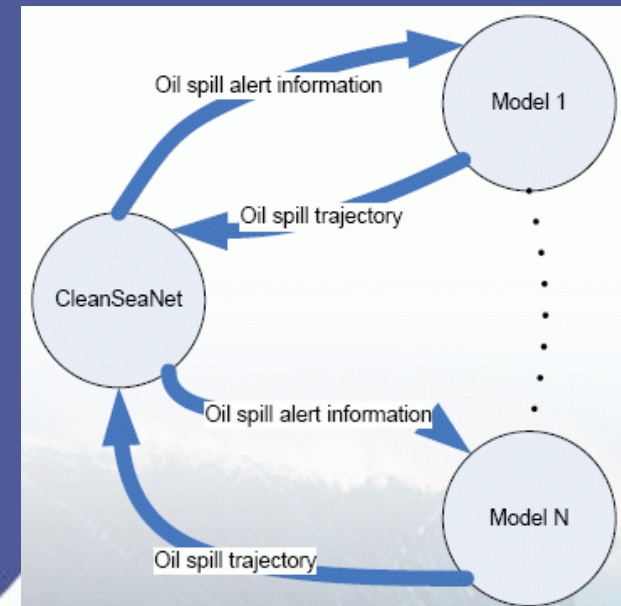
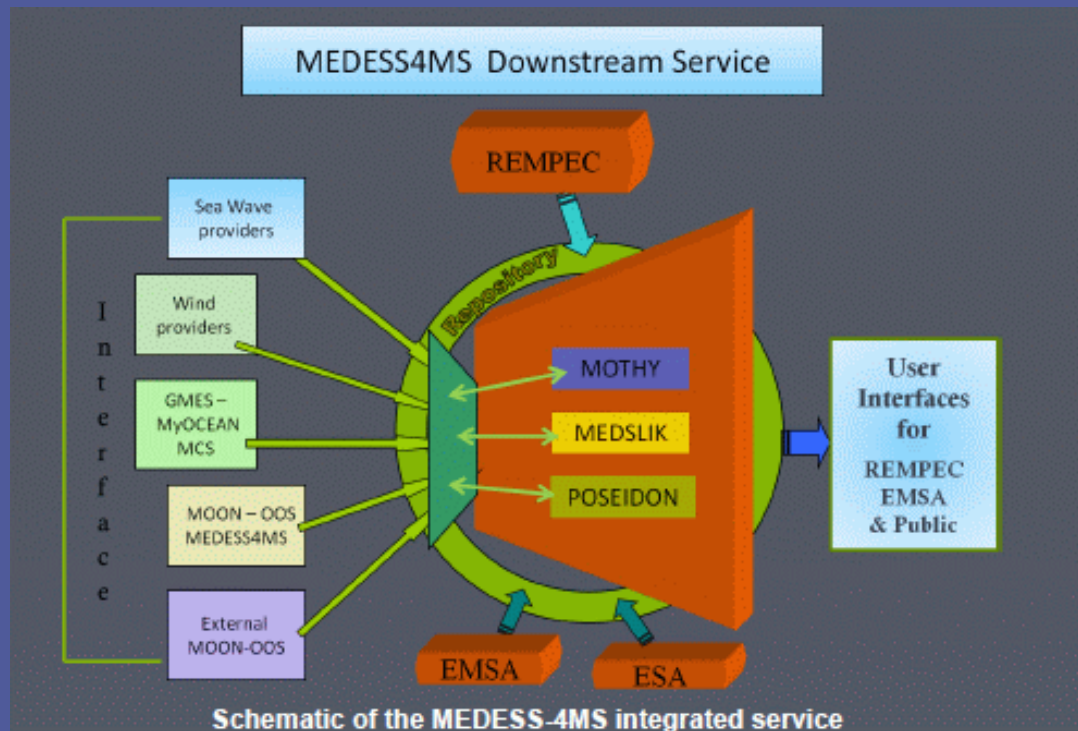
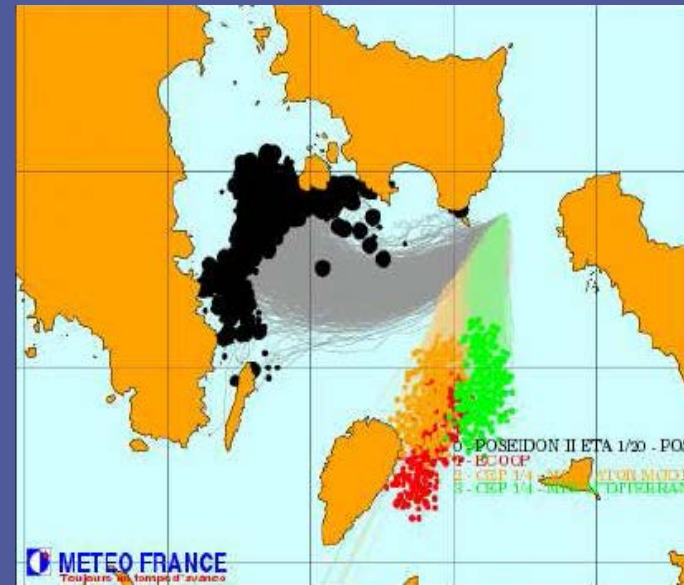
# Interoperability of drift forecast systems

## Mediterranean Decision Support System for Marine Security (MEDESS-4MS)

Main aim: to provide an integrated drift forecast service

- with existing national systems
- connected to observation platforms (EMSA CleanSeaNet)
- using environmental data (winds + currents) from European and national systems.

Project duration: 02/2012 – 01/2015



# SHOM research contract

2012-2014.

Aim: to interface MOTHY with the hydrodynamic model HYCOM operated by SHOM.

Two methods:

- MOTHY current + HYCOM current at the base of the Ekman layer filtered of the tidal signal.
- HYCOM current to replace MOTHY current



<http://www.meteorologie.eu.org/mothy/>

## Prévoir le déplacement des pollutions marines accidentelles à Météo-France

### Le rôle de Météo-France dans le déversement

Les responsabilités de chaque intervenant en cas d'accident maritime majeur sont définies dans les instructions interministérielles de 2 avril 2001, et de 4 avril 2002.

Dans le cadre de l'*Instruction de 4 mars 2000* relative à la lutte contre la pollution de naves marines (documentation nationale POLMAR), applicable en métropole et dans les départements d'outre-mer, Météo-France est chargé, en relation avec le CEESE, des prévisions de dérive de polluants et fournit l'expertise technique nécessaire à leur interprétation.

Depuis 1996, le CEESE et Météo-France ont mis en place une collaboration technique formalisée par une convention cadre. Cela permet au Cedes de disposer dans les plus brefs délais des prévisions météorologiques sur la zone touchée et des cartes de dérive de nappes d'hydrocarbures et de contaminants. En retour, le Cedes, par ses expérimentations et interventions sur pollutions réelles, contribue à l'amélioration et à la validation du modèle.

### Le modèle MOTHY

Les prévisions de dérive sont réalisées avec le système MOTHY (Modèle Océanique de Transport d'Hydrocarbures). MOTHY est un modèle double, constitué d'un modèle floatcan, développé pour représenter le mieux possible le courant de surface, et d'un modèle de nappes au fond. Il fonctionne dans le monde entier, et peut être mis en œuvre immédiatement, 24 heures sur 24, par les prévisionnistes marins du Centre National de Prévision de Météo-France, basé à Toulouse.

Actuellement, le système est activé plus de 600 fois par an pour des cas réels de déversement de nappes d'hydrocarbures ou d'objets flottants. Son emploi pour l'assistance aux naufragés est en pleine croissance. Le soutien météo-océanique en cas d'accident maritime apporté par Météo-France repose, conformément aux missions d'Etat de l'établissement et aux engagements internationaux de la France, une grande partie des besoins de globe: un quart des demandes, par exemple, issues des COMPTON.

La qualité de la prévision de dérive dépend directement de la qualité des prévisions de vent utilisées. De ce point de vue, Météo-France est équipé en mer :

- modèle à maille très fine **ALADIN** couvrant toutes les côtes de France
- modèle **ARPEGE** à maille variable, centré sur la France, pour les prévisions sur les mers européennes, hors du domaine Aladin
- modèle **ARPEGE Tronçon**: version d'ARPEGE optimisée pour la prévision entre 30° nord et 30° sud
- modèle **ALADIN Révision** couvrant une grande partie de la zone de responsabilité de COMPTON de la Réunion. Sa résolution est de l'ordre de 10 kilomètres.
- modèle **IFS** du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (**CEPMMT**) pour les prévisions outre-mer ou pour les prévisions à moyenne échéance.

Le modèle MOTHY intègre les données analysées et prévues par les systèmes d'océanographie opérationnelle **MERCATOR** et **OPY**. Ces systèmes calculent les principales variables océaniques, à savoir la température, la salinité et la vitesse du courant. Ils fournissent les données sur provenance des satellites altimétriques (mesure de la hauteur de mer), et des données in-situ comme la température de surface de la mer et les profils verticaux de température et de salinité mesurés en mer. Rappelons que l'actualisation des données mesurées dans les modèles floatcan est une composante incontournable des systèmes opérationnels de prévision océanique. Elle permet d'ajuster de façon régulière les résultats de modèle, qui s'éloignent inévitablement de la réalité, et de rendre ainsi plus réaliste dans le temps l'état simulé de l'océan. Des analyses et des prévisions à 2 semaines sont disponibles chaque semaine.

Depuis mai 1996, une version permet de prévoir également la dérive des objets flottants. Les contaminants flottant en mer constituent un réel danger pour la navigation. Les autorités maritimes souhaitent donc être en mesure de signaler leur position aux navigateurs ou de les récupérer. En cas de perte de contenants, le calcul de la trajectoire de la dérive permet de localiser la zone de danger pour la navigation maritime et de rechercher des contenants perdus. Les contenants ne explosent plus maintenant qu'une faible partie des demandes de dérive d'objet. La principale utilisation concerne l'assistance aux naufragés et les dérivés d'homme à la mer ou de volants. Ce sont les IROCO (Centre Européen d'Observation de Sécurité et de Sauvetage) et le Directeur de

### Exemple

**Prestige, 2002: fuel leak**



- [cartographie des nappes](#) (Cedes)
- [Forecasting the Prestige oil spill](#), Proceedings of the Interspil 2004 Conference
- [Prestige - Maritime Crisis at Météo-France in real-time](#), Projection Monitor N°2

**Enika, 1999: fuel leak**



- [animation](#)
- [L'avis de CEESE](#) sur les prévisions du modèle MOTHY
- [L'avis de Météo-France](#), Article paru dans Atmosphériques n°6, avril 2000
- [Météo-France's role in the Enika clean-up](#) (presentation at MOG meeting, 6-8 June 2000, Istanbul)
- [Forecasting the Enika oil spill](#), Proceedings of the 2001 International Oil Spill Conference
- [Etude de scénarios alternatif pour la pollution de l'Enika](#), Actes de la conférence "Les leçons de l'Enika", mai 2002

**Objets flottants**



La plupart des contenants qui peut se ravir coulent aussitôt, mais certains peuvent flotter. Ils constituent alors un danger pour la navigation. Ils peuvent aussi résister plus tard sur un littoral lointain.

- Chaurca, 1996: [dérive de contenants en mer d'Ivoire](#)
- Shabro, 1999: [perte de 88 contenants en Manche](#)
- [Drift modeling of cargo containers](#), Spill Science & Technology Bulletin, Vol 7(5-6)



Certains contenants contiennent des produits toxiques ou polluants.

- Lykes Liberator, 2002: [trace chimique de produits chimiques](#)



Le système est aussi utilisé pour des opérations de recherche et sauvetage.

- Lors de la marée-rouge, en 1999, le volier [Humbert Dumet](#) se retourne.

**Autres exemples**

- Expérimentation Palaoz, 1998: [dérive d'une nappe d'huile de sicc](#)
- Lyka, 1999: [hydrocarbures](#), Méditerranée
- Nava, 1991: [hydrocarbures](#), Méditerranée