

Sources d'incertitudes dans la modélisation des dérives en mer

Pierre DANIEL, Denis PARADIS, Valérie ULVOAS, (Météo-France, DPrévi/MAR) ;
Stéphane LAW CHUNE (Mercator-Océan);
Bruce HACKETT (Met.no)

Résumé

Le modèle MOTHY est utilisé environ 700 fois par an pour prévoir la dérive des nappes d'hydrocarbures à la surface de la mer et aussi pour fournir une assistance aux opérations de recherche et sauvetage (personnes à la mer, embarcations, etc...).

Les sources d'incertitude sont nombreuses. En premier lieu, il s'agit de l'incertitude sur les conditions initiales. Tout le pétrole déversé en mer a-t-il été observé; quelle est l'immersion du conteneur tombé à l'eau; quelle est l'orientation initiale du navire par rapport au vent; la personne tombée à la mer avait-elle une brassière, une combinaison de survie? Autant de questions à prendre en compte dans les calculs de dérive. Ensuite, il y a les incertitudes sur les forçages. Le vent est généralement le principal moteur de la dérive, mais dans certaines régions telles que la Méditerranée, les courants océaniques jouent un grand rôle et les incertitudes associées sont très grandes.

Introduction

Le modèle MOTHY est activé environ 700 fois par an pour prévoir la dérive des nappes d'hydrocarbures à la surface de la mer et aussi pour fournir une assistance aux opérations de recherche et sauvetage (personnes à la mer, embarcations, etc...).

Les conditions initiales

Tout le pétrole déversé en mer a-t-il été observé?

Pour des pollutions majeures, une partie du pétrole déversé en mer échappe en général à l'observation. Ainsi lors de l'accident de l'Erika en 1999, les conditions de mer et les caractéristiques du polluant rendent le travail des équipages des avions très ardu. Certaines nappes sont perdues, retrouvées, puis reperdues, puis oubliées au fil de leur dérive et de leur désagrégation. Les premiers arrivages du 23 décembre, non attendus, sur la côte du sud Finistère, soulèvent la question de leur origine. Le 24 décembre, les analyses montrent qu'ils proviennent bien de l'Erika. Une partie de la pollution a donc échappé aux observations, déclenchant une vague de critiques contre les prévisions de dérive. On montrera quelques jours plus tard que la pollution provenait soit du navire avant sa cassure, soit des épaves, mais que ce pétrole avait échappé à l'observation (Daniel et al., 2001).

Lors de l'accident du Prestige en 2002, les leçons avaient été tirées (Dandin et al., 2005), et un soin particulier avait été apporté à la prise en compte de cette incertitude. L'exemple décrit figures 1 et 2 illustre cet aspect. Une flotte aérienne qui a totalisé jusqu'à 20 avions et hélicoptères le même jour, informait les navires engagés dans la lutte en mer et fournissait la matière nécessaire aux recalages quotidiens des prévisions de dérive. Afin de ne pas oublier de pétrole, deux scénarios de fuite continue ont été mis en place. Ils ont permis de retrouver de grandes quantités de polluant qui avaient échappé à l'observation (Daniel et al., 2004).

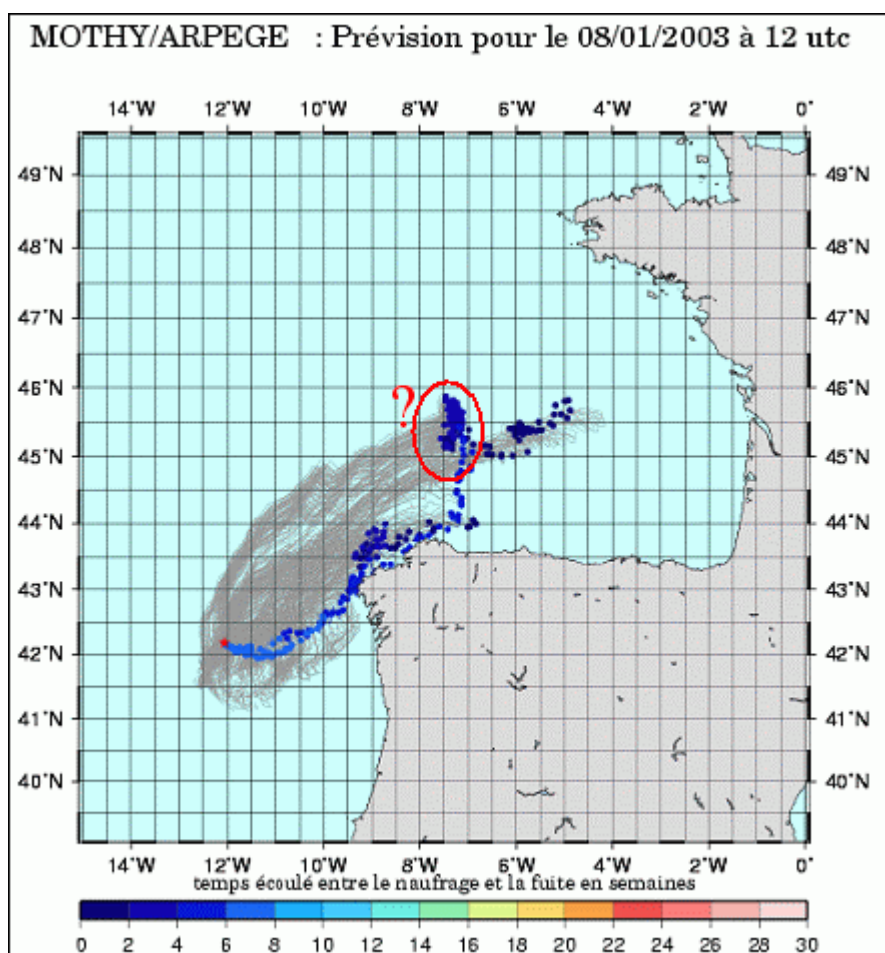


Figure 1: Prévisions de dérive, environ 50 jours après l'accident, sur un scénario de fuite continue de l'épave. La zone entourée en rouge correspond à du pétrole observé au dessus de l'épave, puis oublié dans le suivi des observations.

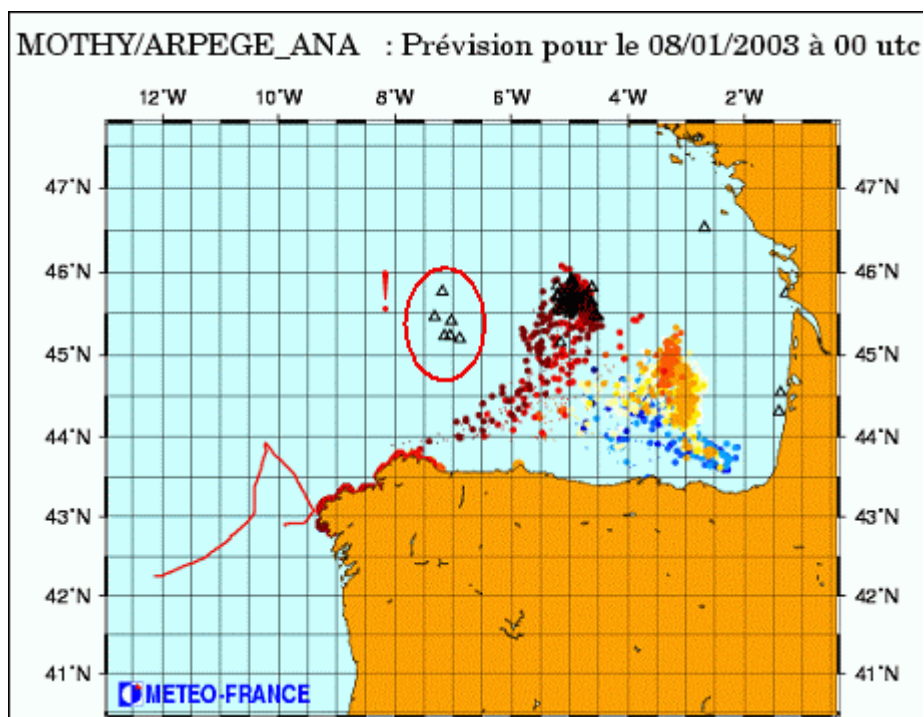


Figure 2: Prévisions de dérive, environ 50 jours après l'accident, sur un scénario de fuite continue du navire sur la trajectoire de remorquage (en rouge); les points de couleur indiquent la position prévue du pétrole. Les triangles indiquent que du pétrole a effectivement été observé à cet endroit.

Quelle est l'immersion du conteneur tombé à l'eau?

Environ 200 conteneurs tombent à l'eau chaque année au large des côtes françaises. Ils constituent à la fois un danger pour la navigation et une source de pollution possible. Leur dérive dépend directement de leur taux d'immersion qui est en général inconnu. Pour évaluer l'incertitude liée à ce paramètre, on modélise la dérive de plusieurs conteneurs avec des taux d'immersion différents (Daniel et al., 2002).

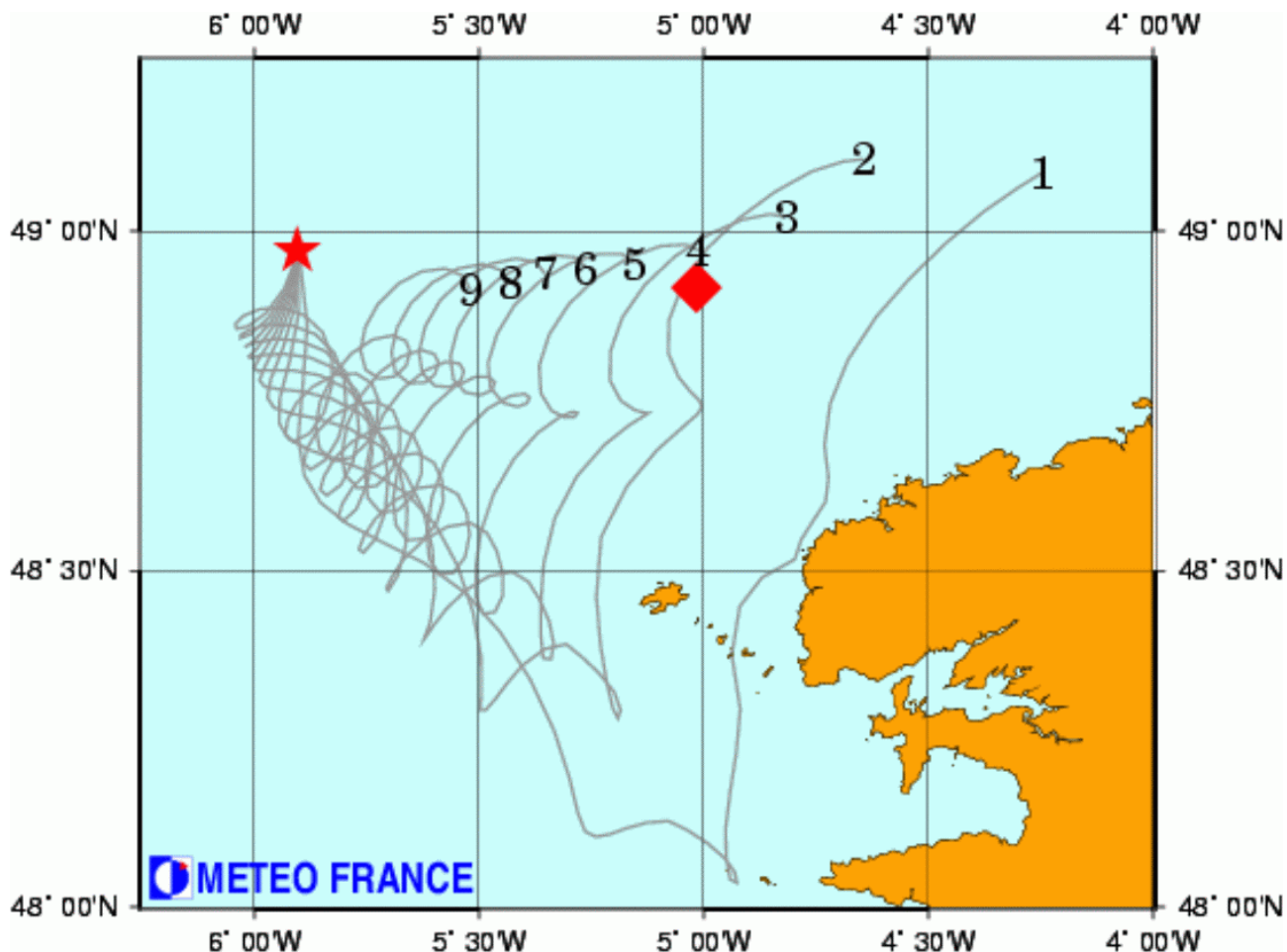


Figure 3: Le Churruca perd un conteneur-citerne lors d'une tempête à l'entrée de la Manche. Simulation de la dérive (48 heures). La zone de perte du conteneur est illustrée par une étoile. Le carré rouge représente la position où le conteneur a été retrouvé. Les trajectoires simulées sont en gris et les positions prévues des 9 conteneurs sont en noir. Les chiffres correspondent à leur degré d'immersion en dizaines de %.

Quelle est l'orientation initiale du navire par rapport au vent?

L'assistance aux opérations de recherche et sauvetage constitue la principale utilisation du système. Des calculs de dérive sont effectués pour de nombreuses cibles tels que des personnes dans l'eau, planches à voile, radeaux, navires de différentes tailles. Généralement, un objet qui flotte à la surface de la mer s'oriente naturellement par rapport au vent et peut prendre deux positions d'équilibre qui conduisent à une dérive à gauche ou à droite du vent. Ces deux positions sont, a priori, équiprobables. Par ailleurs, la complexité des caractéristiques des objets à étudier conduit à utiliser une technique probabiliste pour estimer l'incertitude sur les coefficients de dérive (Breivik et Allen, 2008).

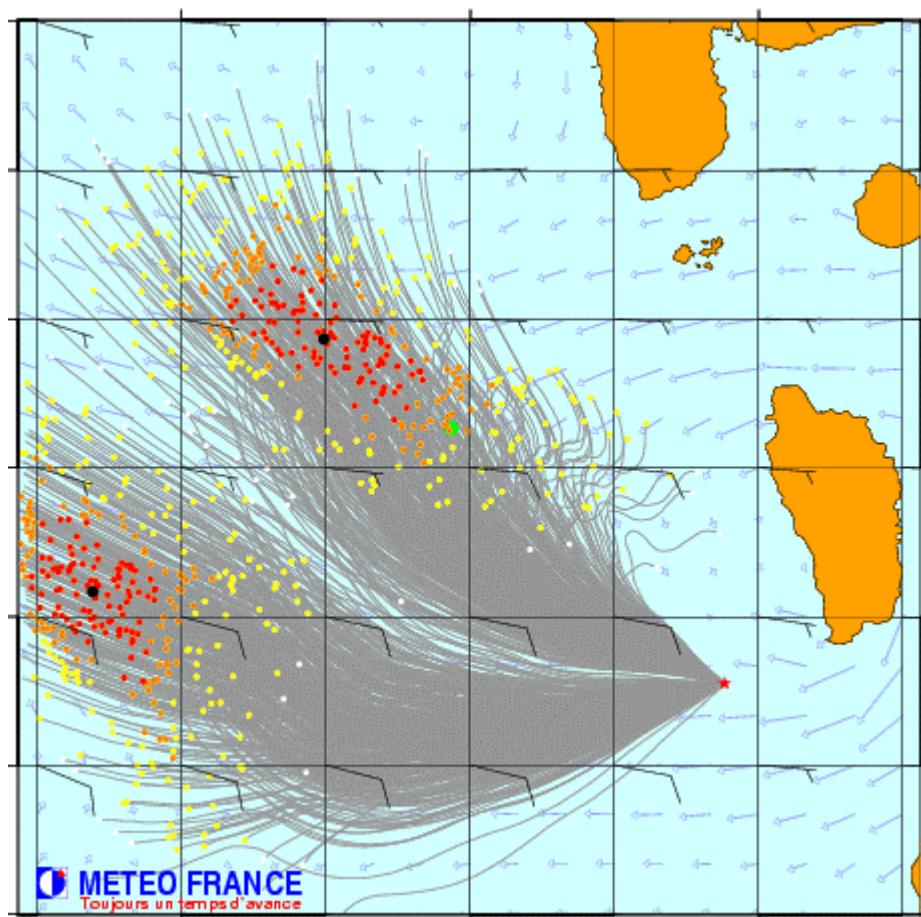


Figure 4: Dérive de voilier en mer des Caraïbes. Dans la dérive des deux points noirs seule l'incertitude sur l'orientation initiale est prise en compte. L'incertitude sur la dérive liée aux caractéristiques de l'objet et à l'environnement est prise en compte dans la dérive des points de couleur.

Les forçages

Le vent est généralement le principal moteur de la dérive, mais dans certaines régions telles que la Méditerranée, les courants océaniques jouent un grand rôle et les incertitudes associées peuvent être très importantes.

L'incertitude sur le **vent** peut être traitée assez simplement en utilisant les prévisions d'ensemble du Centre Européen (EPS) (figure 5) ou celles de Météo-France (PEARP). Le mode de représentation devient complexe quand il est associé aux incertitudes sur les conditions initiales et sur les caractéristiques des cibles à modéliser.

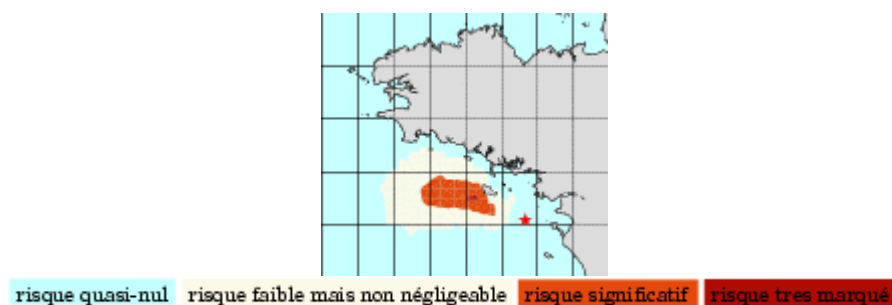


Figure 5: Carte synthétique de prévision de dérive de nappe de pétrole en utilisant la prévision d'ensemble du CEPMMT

L'incertitude sur les **courants** est plus difficile à appréhender: les systèmes d'océanographie opérationnelle montrent souvent de grandes différences dans les analyses et les prévisions des champs de courant (figure 6), en particulier dans les zones dominées par la turbulence de méso-échelle (Broström et al., 2008; Hackett et al., 2009; Law Chune et al., 2009).

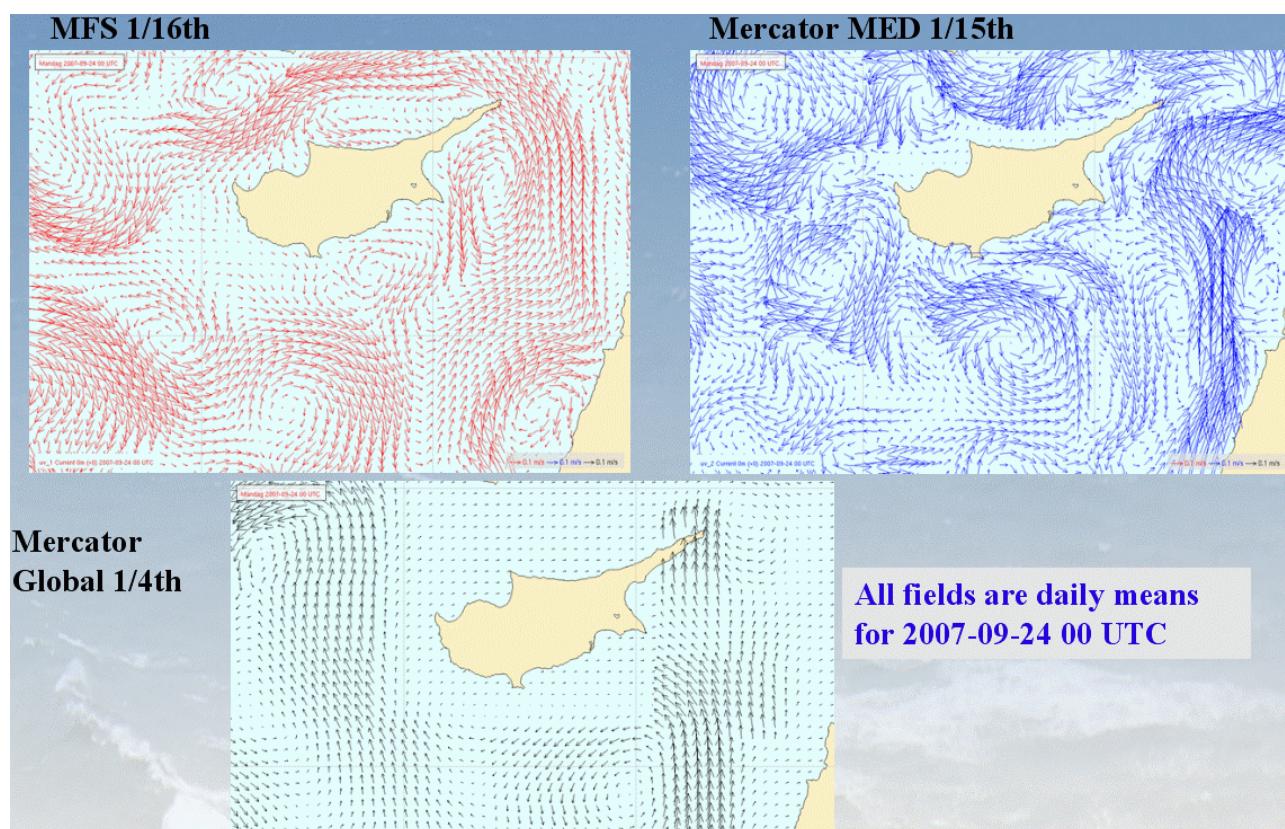


Figure 6: Analyse des courants de surface au sud de Chypre illustrant l'incertitude associée aux prévisions des systèmes d'océanographie opérationnelle.

Une approche multi-modèles peut alors donner des renseignements précieux pour le prévisionniste qui doit évaluer la qualité des prévisions de dérive.

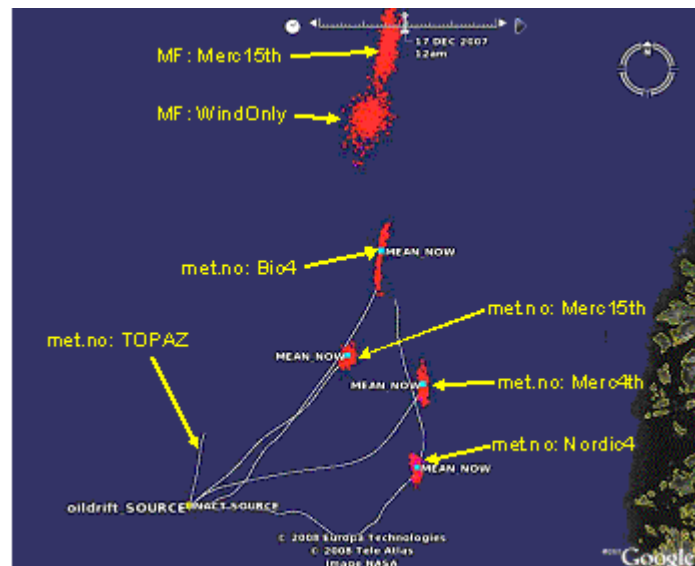


Figure 7: Simulations de dérive de nappe de pétrole issu de la plate-forme Statfjord A en mer de Norvège. Deux modèles de dérive Météo-France (MF) et met.no, et plusieurs forçages météo-océaniques.

Références

- 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.
- Broström G., A. Carrasco, P. Daniel, B. Hackett, D. Paradis, 2008: Comparison of two oil drift models and different ocean forcing with observed drifter trajectories in the Mediterranean. *Proceedings of the 5th International Conference on EuroGOOS*, 20-22 May 2008, Exeter, UK.
- Dandin Ph., P. Daniel et P. Josse, 2005 : Suivi des nappes en fonction des paramètres météorologiques et océanographiques, *Les conséquences du naufrage de l'Erika*, Presses Universitaires de Rennes, pp 25-33.
- Daniel P., G. Jan, F. Cabioch, Y. Landau and E. Loiseau, 2002 : Drift modeling of cargo containers, *Spill Science & Technology Bulletin*, Vol. 7(5-6), pp. 279-288 .
- Daniel P., P. Josse, P. Dandin, J-M. Lefevre, G. Lery, F. Cabioch and V. Gouriou, 2004: Forecasting the Prestige Oil Spills, *Proceedings of the Interspill 2004 conference*, Trondheim, Norway.
- Daniel P., P. Josse, P. Dandin, V. Gouriou, M. Marchand, C. Tiercelin, 2001 : Forecasting the Erika oil spills, *Proceedings of the 2001 International Oil Spill Conference*, American Petroleum Institute, Washington, D.C, pp 649-655.
- Hackett B., E. Comerma, P. Daniel and H. Ichikawa, 2009: Marine oil pollution prediction, *Oceanography*, Vol. 22, N°3 , pp 104-111.
- Law Chune S., Y. Drillet, P. Daniel and P. De Mey, 2009: Intégration des courants issus de l'océanographie opérationnelle (systèmes Mercator) dans le modèle de dérive Mothy (Météo France), *Ateliers de modélisation de l'atmosphère (Interactions Océan-Atmosphère)*, METEO-FRANCE, Toulouse.