

Bulletin d'information du **Cedre**



Pollution au Liban

*L'accident
de l'Ece*





Photos de couverture :

L'accident de l'Ece (© Marine nationale)
Pollution au Liban (© Cedre)

Bulletin d'Information du Cedre
 Environnement et techniques de lutte
 antipollution

N° 22 - Décembre 2006
 Publication semestrielle du Cedre,
 715, rue Alain Colas
 CS 41836 - F29218 BREST CEDEX 2
 Tél. 02 98 33 10 10
 Fax 02 98 44 91 38
 International :
 Tél. +33 2 98 33 10 10
 Fax +33 2 98 44 91 38
 E-mail : contact@cedre.fr
 Site Internet : <http://www.cedre.fr>

Directeur de la publication : Michel Girin

Rédacteur en chef : Christophe Rousseau

Crédit photographique :
Marine nationale : couverture *Ece*, p. 5, 6,
 7, 13

Cedre : p. 8, 9, 14, 15, 17, 22, 23

Marins-Pompiers : 10

MOE : 14

Marine nationale / Ceppol : 16

EDF - R&D : 18

Université de la Rochelle / LEPTAB : 18

EIGSI : 18

Météo-France : 21

Impression : L'Iroise imprimeur

Ont collaboré à ce numéro :
 Sally Ferguson, Annie Tygréat,
 Rémi Vannier
 Agence FORMATS

ISSN : 1247-603X

Dépôt légal : à parution.

ÉDITORIAL

Purificación Morandeira <i>Directrice du CEPRECO (Centre pour la prévention et la lutte contre la pollution maritime et du littoral - Espagne)</i>	3
---	---

DOSSIER

Accident du chimiquier <i>Ece</i> <i>Christophe Rousseau, Cedre et Jean-Christophe Burvingt, Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord</i>	4
Un drone marin <i>Luc Brohan, Compagnie des Marins-pompiers de Brest</i>	10
La cargaison de l' <i>Ece</i> <i>Jean-François Chiffolleau, Ifremer, centre de Nantes</i>	11
English abstract	12

INTERVENTION

L'intervention du Cedre dans le cadre de la pollution au Liban <i>Christophe Rousseau, Cedre</i>	14
Mission antipollution au Liban <i>Christian Nédélec, Président de la CEPPOL</i>	16

ETUDES

Le projet SIMBAR <i>Emmanuel de Nanteuil, Cedre</i>	17
--	----

PARTENARIAT

Statistiques de demandes de calcul MOTHY <i>Pierre Daniel, Météo-France</i>	19
--	----

INFORMATION

Dossier pédagogique « Mieux comprendre les marées noires »	22
Formation 2007	22
Publications	23



Purificación Morandeira

Directrice du CEPRECO

*U*ne route de trafic maritime parmi les plus denses du monde, devant les côtes atlantiques de France et d'Espagne, fait de nos littoraux des points névralgiques en matière de pollution venue de la mer. Depuis les dernières catastrophes qui ont affecté les côtes européennes, celles de l'Erika et du Prestige, les Etats de l'Union Européenne, en particulier ceux qui sont en situation de victimes potentielles, comme la France et l'Espagne, se sont mobilisés contre les déficiences du transport maritime international, avec conscience que la majeure partie des mesures de prévention envisageables ne seront efficaces que si elles sont assumées sur le plan international.

Notre triste expérience en la matière a conduit à la création et au développement de nouveaux centres spécialisés, comme le Cedre, référence européenne et mondiale, et comme le CEPRECO (Centro para la prevención y lucha contra la contaminación marítima y del litoral), tous deux issus de grandes catastrophes maritimes. Les deux années d'existence du CEPRECO nous ont montré l'importance de la prévention et de la préparation visant spécifiquement à faire face aux toujours difficiles conséquences des accidents maritimes générateurs de pollution.

Mais seules la collaboration et la connaissance mutuelle entre les pays européens nous permettront de continuer à progresser dans les mesures à prendre et dans l'analyse de leurs conséquences. La pollution maritime ne connaît ni frontière, ni Etat, et il y a probablement plus de similitudes que de différences entre les divers accidents subis par la France et l'Espagne. Nous devons de ce fait continuer à approfondir nos bonnes relations et notre collaboration amicale.

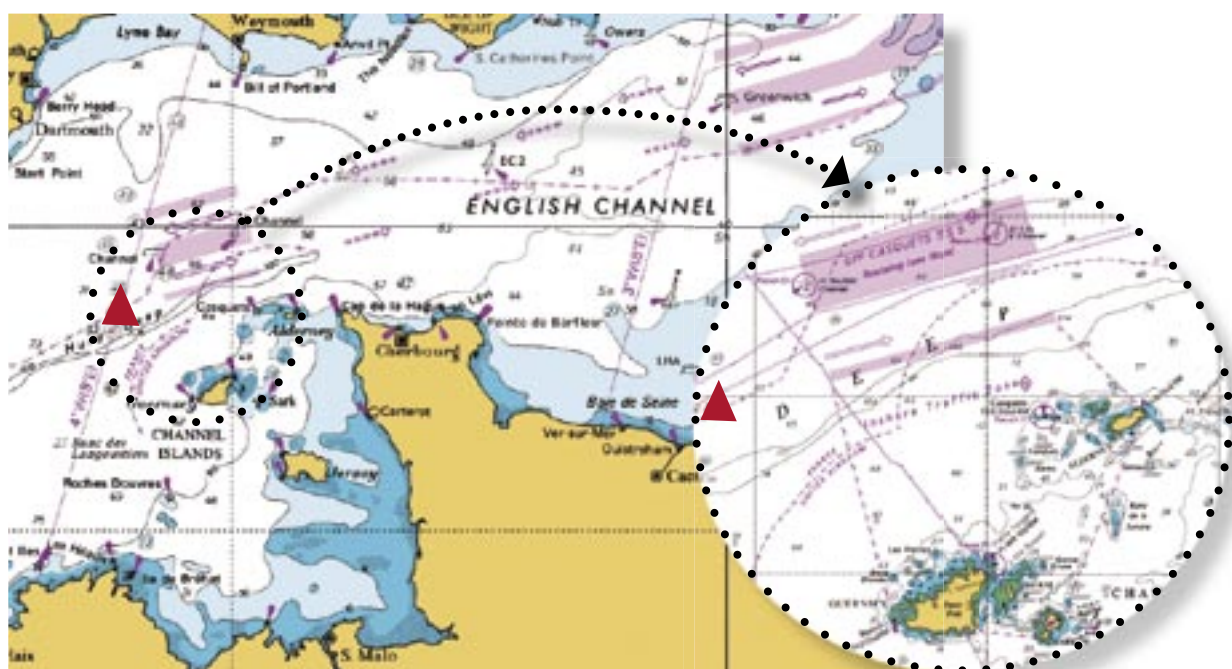
Pour ces raisons, je considère comme un honneur de compter aujourd'hui sur l'amitié et la cordialité qui président aux relations entre le Cedre et le CEPRECO.

*Purificación Morandeira,
Directrice du CEPRECO*

L'accident du chimiquier *Ece*

Christophe Rousseau, Cedre et Jean-Christophe Burvingt, Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord

Dans la nuit du 30 au 31 janvier 2006, le vraquier maltais *General Grot Rowecki*, long de 198 mètres et transportant 26 000 tonnes de phosphates en provenance de Safi (Maroc) et à destination de Police (Pologne), entre en collision avec le chimiquier des îles Marshall *Ece*, de 126 mètres de longueur, en provenance de Casablanca (Maroc) qui fait route vers Gand (Belgique). L'accident se produit dans une zone située à 50 nautiques (90 kilomètres) à l'ouest de Cherbourg, à l'approche du dispositif de séparation du trafic des Casquets, dans les eaux internationales. L'*Ece*, qui transporte 10 000 tonnes d'acide phosphorique, présente une voie d'eau et une gîte importante. Le Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage (CROSS) Jobourg coordonne les opérations de sauvetage de l'équipage en liaison avec la *Maritime and Coastguard Agency* (MCA - garde-côte britannique). Les 22 membres d'équipage sont évacués sains et saufs vers Guernesey par les hélicoptères Sea King des gardes-côtes britanniques et par le canot de la *Royal National Lifeboat Institution* (RNLI) de Guernesey. Le remorqueur d'intervention et d'assistance *Abeille Liberté* est dirigé vers le lieu de la collision.



CIRCONSTANCES

Le remorqueur *Abeille Liberté* arrive sur zone le 31 janvier 2006 vers 7h00 du matin. Il ne constate aucune pollution et des équipes d'évaluation, hélitreuillées vers 9h30 par l'hélicoptère Dragon 50 de la Sécurité Civile, montent à bord des deux navires accidentés. Le *Général Grot Rowecki*, dont le bulbe est légèrement endommagé est autorisé à reprendre sa route vers Police.



© Marine nationale

L'*Ece* accuse une gîte stabilisée à 25° sur bâbord et n'est plus manoeuvrant. L'évaluation achevée, la Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord met en demeure le capitaine du navire et son armateur de prendre toutes les mesures nécessaires pour faire cesser les dangers que représente le navire pour la navigation et le littoral.

Durant la journée du 31 janvier, les autorités maritimes françaises tiennent leurs homologues britanniques et anglo-normands informés de l'accident et des risques de voir le navire sombrer.

L'*Ece* est pris en remorque par l'*Abeille Liberté* vers 15h30 à destination du port du Havre. En cours de remorquage, il



© Marine nationale

LE NAVIRE

Nom	ECE
Construction	Astilleros Espanoles, S.A. Sestao (Espagne) 1988
Type	Chimiquier
Port en lourd	11 298 tonnes
Cales	3 (dont 2 de 100 m ³ et 1 de 60 m ³)
Longueur	126,47 mètres
Tirant d'eau	7,20 mètres
Moteur	5 320 chevaux
Cargaison	10 316 tonnes d'acide phosphorique
Soutes	69 tonnes d'IFO 180, réparties en 4 citernes
Diesel marine	16,5 tonnes
Pavillon	Iles Marshall
Propriétaire	Sirena Marine Inc.
Armateur	Aksay Denizcilik
Société de classification	Lloyd's Register of Shipping
P&I Club	North of England P&I Association

coule par 70 m de fond à 50 nautiques à l'ouest de la pointe de la Hague, le 1^{er} février 2006 à 3h37 du matin. Le chasseur de mines tripartite *Lyre* procède à la localisation exacte de l'épave qui gît à la position 49° 43.682 N et 003° 15.186 W, sur son coté bâbord, cap au sud.

L'épave repose sur le plateau continental du Royaume-Uni, dans la zone française de coordination de la lutte antipollution du Manche Plan, plan bilatéral franco-britannique d'entraide mutuelle pour le sauvetage et la lutte antipollution.

ORGANISATION DES OPÉRATIONS

Le Manche Plan est déclenché immédiatement après le naufrage.

Dans la matinée du 1^{er} février, la Préfec-

ture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord prend un arrêté d'interdiction de la pêche dans un rayon de 1 nautique autour de l'épave.

Un dispositif de surveillance et de lutte antipollution est assuré sur zone par des navires français et britanniques et les avions des douanes, de la Marine et de la MCA.

La Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord engage alors une évaluation du risque de pollution, avec l'appui de la commission d'études pratiques de lutte antipollution de la Marine nationale (CEPPOL) et du *Cedre*. Outre la cargaison, il y aurait à bord du chimiquier, selon les informations communiquées par l'armateur, 69 tonnes de fioul de propulsion (IFO 180), 16,5 tonnes de diesel marine (marine diesel oil) et 22 tonnes d'huiles de lubrification.

CARACTÉRISTIQUES DU PRODUIT

L'acide phosphorique est un liquide visqueux, inodore, de densité 1,7 et soluble dans l'eau. Il est obtenu par l'attaque de minerai de phosphate naturel par de l'acide sulfurique. Il est utilisé dans la production d'engrais, dans la finition de métaux, dans les aliments et boissons.

L'acide phosphorique issu des cuves de l'*Ece* se présente sous la forme d'une solution aqueuse concentrée à 73 % d'acide ortho-phosphorique (H₃PO₄) dont 53 % d'anhydride phosphorique (P₂O₅). Il est de couleur vert sombre, a un pH inférieur à 1 et contient un certain nombre d'impuretés (voir « la cargaison de l'*Ece* »).

CARGAISON : ACIDE PHOSPHORIQUE

Formule	H_3PO_4
Code danger	N° UN : 1805 - classe IMDG : 8 corrosif
Aspect à 20°C	Liquide visqueux, sombre vert à noir
Densité relative	Eau : 1,7 - Air : 3,4
Point éclair	Non inflammable

L'acide phosphorique est un produit corrosif et irritant pour la peau et les yeux ; il est toxique par ingestion, par contact cutané et par inhalation. Ce produit est classé en catégorie D selon la classification MARPOL, c'est-à-dire qu'il présente, en cas de rejet en mer, un risque « discernable pour les ressources marines ou la santé de l'homme ». Il est peu volatil et totalement soluble dans l'eau. En milieu aquatique, il coule et se dissout progressivement pour donner des ions H^+ (hydrogène) et PO_4^{3-} (phosphate) par une réaction exothermique. C'est un produit inorganique, reconnu comme étant non bioaccumulable. Sa toxicité est donc principalement liée à l'acidification du milieu où il est déversé (baisse de pH) et à la présence d'impuretés.

OBSERVATIONS ET MESURES

Dès le 2 février 2006 et jusqu'à la fin des opérations de traitement de l'épave, la Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord organise et planifie une surveillance aérienne de la zone en coordonnant les vols des avions et hélicoptères des Douanes françaises, de la Marine nationale et de la MCA, afin de constater d'éventuels relargages d'hydrocarbures. C'est ainsi que divers rejets illicites sont identifiés à proximité dans les jours qui suivent le naufrage.



La Préfecture Maritime organise également des campagnes de prélèvements d'eau de mer à l'aplomb et autour de l'épave. Le LASEM (Laboratoire d'Analyses, de Surveillance et d'Expertise de la Marine) de Cherbourg analyse ces échantillons en vue de mesurer la teneur en phosphates et le pH.



COMITÉ D'EXPERTS

Le 13 février 2006, le Préfet Maritime de la Manche et de la Mer du Nord et le représentant du secrétaire d'Etat au transport britannique (*Secretary of States Representative - SOSREP*) décident conjointement de la constitution d'un comité d'experts. Ce groupe est chargé de conseiller les autorités maritimes françaises et britanniques sur la nature et les niveaux d'impact sur l'environnement des différentes solutions de traitement concernant la cargaison et les hydrocarbures du chimiquier.

NÉGOCIATION AVEC L'ARMATEUR

A partir du 2 février 2006, le Préfet Maritime de la Manche et de la Mer du Nord et le *Secretary of States Representative* (SOSREP, autorité compétente du Royaume-Uni spécialement mandaté par les Etats des Îles anglo-normandes pour

CONSTITUTION DU COMITÉ D'EXPERTS

Le LASEM de Cherbourg, pilote du groupe et porte-parole côté français ;

- La *Maritime and Coastguard Agency* (MCA) porte-parole côté britannique ;
- Le *Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science* (CEFAS) ;
- L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) ;
- La Commission d'Etudes Pratiques de lutte antipollution de la Marine française (CEPPOL) ;
- La division « Opérations et logistique opérationnelle » du commandement de l'arrondissement maritime de Cherbourg ;
- La division « Action de l'Etat en Mer » de la Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord ;
- Le *Cedre*.

Le groupe d'experts s'est réuni à quatre reprises à Cherbourg pour faire le point sur les travaux conduits par ses membres et a fourni aux autorités des informations scientifiques et techniques sur le devenir des produits concernés.

cette affaire) conduisent des négociations avec les représentants des propriétaires du navire et de la cargaison en vue de déterminer les modalités de traitement du chimiquier *Ece*, sur la base des exigences



communes des gouvernements français et britannique.

Les autorités des deux pays s'appuient sur les normes juridiques internationales en vigueur (cf. encadré), sur l'étude d'impact conduite par le comité d'experts et sur les diagnostics réalisés par l'armateur et la Préfecture Maritime sur l'*Ece* grâce aux investigations sous-marines des robots télécommandés (R.O.V).

A l'issue de la huitième réunion de travail tenue le 12 juin, les négociations aboutissent à la définition d'un plan d'action à la charge de l'armateur :

- En ce qui concerne la coque du navire, les services hydrographiques anglais (*Trinity House*) ont effectué un levé hydrographique établissant que la coque du navire ne présente aucun danger pour la navigation. Une colonne d'eau libre de 45 mètres sépare en effet le chimiquier de la surface. Une opération de renflouement du navire n'est donc pas envisagée. L'*Ece* restera en l'état et sa présence sera signalée sur les cartes marines ;
- S'appuyant sur les travaux du comité d'experts, une libération contrôlée et programmée de l'acide phosphorique dans le milieu marin sera conduite en ouvrant grâce à un robot télécommandé les panneaux d'accès à chacune des six citernes à cargaison et les événements ;
- Enfin les hydrocarbures, tous situés dans la partie arrière du navire dans des caisses, seront récupérés par pompage.

TRAITEMENT DE L'ÉPAVE

Après un appel d'offre international, l'armateur passe contrat avec la société « DRONIK » pour assurer la maîtrise d'œuvre du chantier sous-marin, qui rassemble, à compter du 29 août 2006, la barge spécialisée *Norma*, le navire de garde et de lutte antipollution *Blue Castor* et le remorqueur *Stevens Ocean*. Le chantier s'achève le 18 septembre 2006 après la libération progressive de 76 % de la cargaison sans augmentation discernable du taux de phosphate dans le milieu marin. Le reste de la cargaison est mis en contact avec l'eau de mer par l'ouverture des tubes d'évents.

En ce qui concerne les hydrocarbures, les investigations montrent qu'une des trois soutes tribord est vide. Les déformations de la coque et son ensouillement sur le fond ne permettent pas de pomper les deux caisses restantes qui contenaient 39 tonnes d'IFO 180 avant la collision. Deux caisses d'huile de lubrification d'une

contenance de 13,4 tonnes sont pompées et deux autres plus petites qui contenaient 9 tonnes d'huiles de lubrification ne peuvent pas être atteintes.

Sous l'effet de la pression et des importantes déformations de la coque une partie des hydrocarbures s'échappe, expliquant les irisations observées épisodiquement dans la zone, en surface.



Le navire antipollution *Blue Castor*

COOPÉRATION INTERNATIONALE

Comme ce fut le cas lors de l'accident du *Ievoli Sun*, la coopération franco-britannique dans le cadre du plan d'intervention d'urgence Manche Plan a fonctionné rapidement et efficacement en matières opérationnelle et technique. La constante cohésion entre le Préfet Maritime et le représentant de l'autorité maritime britan-

STATUT JURIDIQUE DE LA ZONE DE L'ÉPAVE

La Manche est depuis août 1999 une « zone spéciale » prévue par la convention MARPOL (règle 10 de l'annexe I).

La Manche est, aux termes des résolutions de l'OMI MEPC.121 (52) du 15 octobre 2004, et du MSC.190 (79) du 6 novembre 2004 une zone maritime classée comme « zone maritime particulièrement vulnérable » (ZMPV).

Au sein de cet espace et à proximité du lieu du naufrage, l'Île anglo-normande d'Aurigny est classée, depuis août 2005, zone humide d'importance internationale au titre de l'article 2.1 de la convention Ramsar (Iran 1971) sur les zones humides. Elle constitue une réserve ornithologique et faunistique de première importance en Europe.

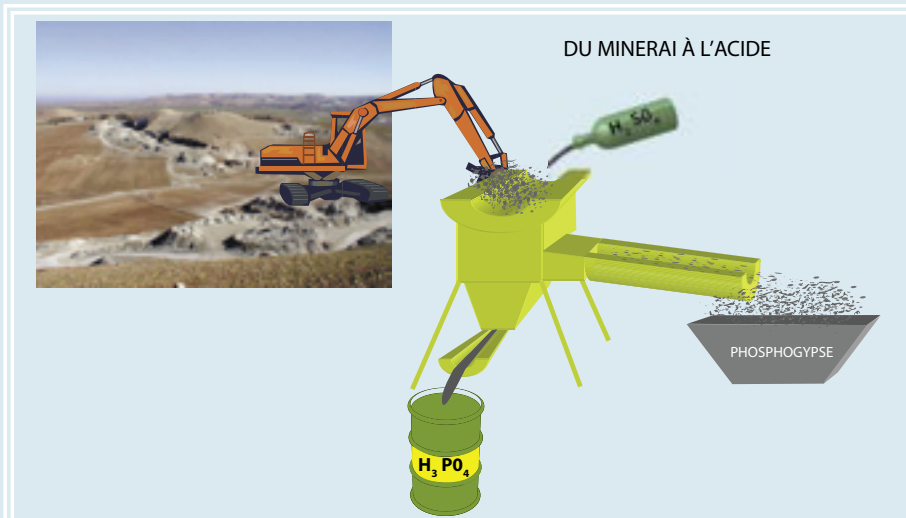
De même, le Cap de la Hague à l'extrémité nord-ouest de la péninsule du Cotentin est classé au titre de la directive européenne Natura 2000 de mars 2006.

nique s'est révélée un atout déterminant dans les négociations avec l'armateur. Le comité d'experts a, quant à lui, bénéficié des calculs de dilution fournis par l'Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la Mer du Nord (UGMM) qui est l'organisme spécialisé en matière de pollution marine en Belgique. ■



La barge spécialisée *Norma* et le remorqueur *Stevens Ocean*

Travaux menés par le Cedre



D'OÙ VIENT L'ACIDE PHOSPHORIQUE DE L'ECE ?

Le phosphate brut est extrait du sous-sol marocain par l'Office Chérifien des Phosphates (OCP) de gisements à ciel ouvert ou de mines souterraines. Le minerai est ensuite épierré et criblé puis séché et calciné. La moitié du minerai est exportée comme matière première à destination d'une quarantaine de pays. L'autre moitié est livrée aux industries du groupe OCP pour être transformée en produits dérivés commercialisables : acide phosphorique de base, acide phosphorique purifié, engrais solides.

L'acide phosphorique est obtenu par attaque directe du phosphate brut broyé par un acide fort (acide sulfurique concentré H₂SO₄) en milieu aqueux. Le mélange donne une bouillie qui passe ensuite dans un filtre rotatif afin de séparer l'acide phosphorique (H₃PO₄) du phosphogypse. Le produit est ensuite stocké dans des bacs de décantation. La valorisation du phosphogypse est faible (carreaux de plâtre).

À QUOI SERT L'ACIDE PHOSPHORIQUE ?

L'acide phosphorique est principalement utilisé dans la fabrication d'engrais mais également : de savons et de détergents, de produits pharmaceutiques, d'aliments pour animaux, de céramiques, de ciment dentaire, de boissons gazeuses, de gélatine, d'additifs alimentaires, d'inhibiteurs de corrosion, d'agents de protection contre le feu, d'agents acidifiants et aromatisants, dans la photogravure, l'impression, le raffinage du sucre.

Le principe de fabrication des engrais est basé sur la réaction entre l'acide phosphorique et l'ammoniac pour le di-ammonium phosphate (DAP) et les engrais complexes (NPK, azote phosphore potassium) et sur l'attaque du phosphate par de l'acide phosphorique pour le superphosphate triple (TSP).

A la demande du comité d'experts, le Cedre a effectué des recherches documentaires sur la toxicité et la dilution des impuretés contenues dans l'acide ainsi que des modélisations du comportement du produit pour plusieurs scénarios de relargage, à l'aide du logiciel CHEMMAP. Par ailleurs, le Cedre a réalisé diverses expérimentations : au laboratoire avec un volume d'acide phosphorique de quel-

ques millilitres ; dans le polludrome avec 1 litre d'acide, et en extérieur en utilisant le bassin en eau profonde et la plage artificielle avec un volume d'acide phosphorique de 60 litres.

Des essais préliminaires ont été réalisés au laboratoire dès le lendemain de l'accident en déposant de l'acide phosphorique pur (utilisé habituellement en laboratoire),

coloré au préalable, au fond d'un cristalliseur d'eau de mer.

Ces premiers résultats ont montré que l'acide s'étale sur le fond avant de se diluer en quelques minutes en l'absence de courant et qu'il se dilue rapidement à partir de son point de sortie en présence de courant important (milieu turbulent). Il se décompose progressivement en



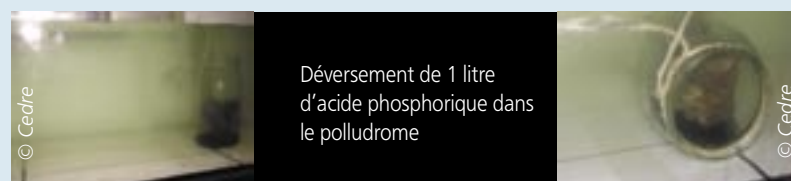
ions hydrogène (H^+), responsables de la diminution de pH et en ions phosphates (PO_4^{3-}).

D'autres expérimentations ont consisté en plusieurs déversements de volume connu d'acide phosphorique (de même origine que celui de la cargaison) dans le polludrome, à l'aide d'une bouteille lestée. L'eau de mer y circulait soit en circuit fermé, soit en circuit ouvert afin de permettre le renouvellement du volume total de l'eau. La réalisation de cette expérimentation a nécessité une adaptation de la partie rectiligne du polludrome, habituellement destiné à l'étude du vieillissement d'hydrocarbures : un faux plancher en aluminium a été installé ainsi qu'un système de réduction des turbulences afin de rendre le courant plus homogène. Les mouvements d'un panache d'acide au sein d'une colonne d'eau de mer soumise à un courant ont ainsi pu être observés en mesurant, en continu, la dilution progressive de l'acide à l'aide d'un pH-mètre et en effectuant des prélèvements à différentes distances et profondeurs ainsi qu'à intervalles réguliers.

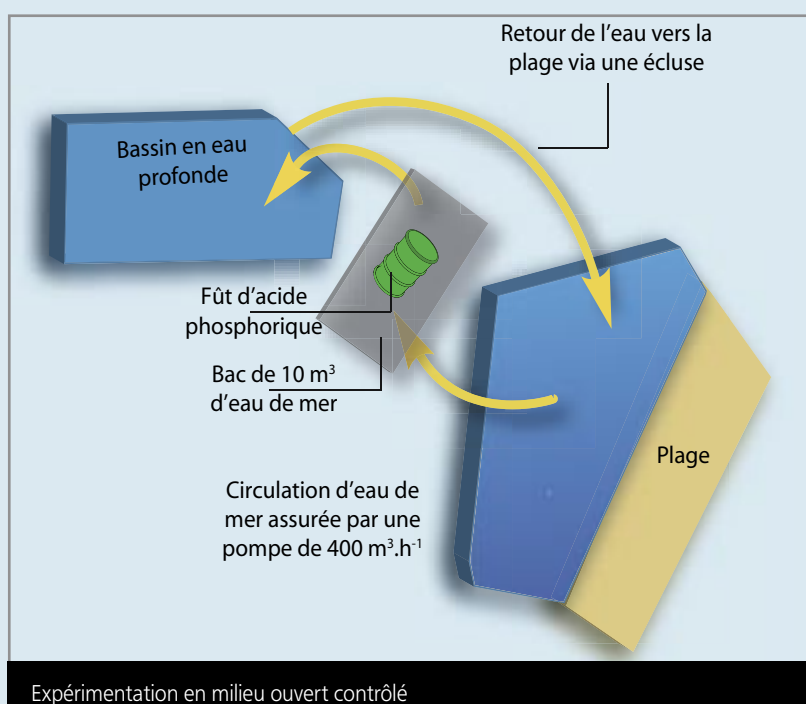
Les résultats obtenus à l'échelle intermédiaire, en polludrome, ont été complétés par une expérimentation à plus grande échelle, à l'aide d'un dispositif fonctionnant 24h/24, dont l'objectif était d'estimer la cinétique de dilution d'une quantité connue d'acide phosphorique (60 litres). Au bout de huit jours, une seconde phase d'essais a consisté à injecter de l'eau de mer en partie basse d'un fût. L'essai a duré au total 250 heures, soit un peu plus de 10 jours en continu.



Etude du comportement de l'acide phosphorique au laboratoire



Déversement de 1 litre d'acide phosphorique dans le polludrome



Expérimentation en milieu ouvert contrôlé



5 - Début de l'expérimentation : immersion du fût



6 - Prélèvements des échantillons d'eau



7 - Mesure du pH des échantillons prélevés



8 - Arrivée d'eau de mer à l'intérieur du fût.

Un drone marin

Maître principal Luc Brohan, Compagnie des Marins-Pompiers de Brest

L'idée de créer un outil qui pourrait contrôler l'atmosphère avant d'engager du personnel sur site est née à la suite de divers incidents survenus en mer et, en particulier, à l'issue du retour d'expérience de l'accident du chimiquier *Ievoli Sun* (octobre 2000).

Un projet visant à concevoir et fabriquer un prototype de détection de produits Nucléaires-Radiologiques-Chimiques (NRC) multicapteurs a été lancé avec le soutien de la mission « innovation participative » du ministère de la Défense.

Les objectifs opérationnels de ce projet sont simples :

- sécuriser les interventions à risques chimiques en milieu maritime par établissement d'une cartographie de dangerosité avant l'envoi d'équipes d'investigation et d'intervention ;
- sécuriser l'observation d'objets flottants non ou mal identifiés, présentant des risques d'émanations toxiques, d'incendie, d'explosion ou de pollution ;
- assister les décisions de la cellule de crise de la Préfecture Maritime.

Le Groupe d'Etude Sous-Marine (GES-MA) de la Délégation Générale pour l'Armement (DGA) a apporté son soutien et son expertise technique dans le domaine des transmissions et des systèmes de traitement de données.

La première sortie opérationnelle du drone s'est effectuée le 3 février 2006 lors du naufrage du chimiquier *Ece* pour des analyses d'air en surface avant la mise en place de personnels chargés de réaliser des prélèvements d'eau.

PRÉSENTATION DU DRONE

Le module de détection Nucléaires-Radiologiques-Chimiques (NRC) est positionné sur une embarcation radiocommandée, antidéflagrante et munie d'un GPS. Un modem avec antenne de transmission et une caméra jour/nuit pilotable à distance autorisent la transmission d'informations vers un bâtiment porteur, puis vers la terre, en temps réel et ce, jusqu'à une distance d'au moins 5 nautiques.

Le drone, ainsi constitué, analyse les produits ou familles de produits en présence dans l'atmosphère à proximité d'un bâtiment sinistré. L'identification des risques permet de choisir les protections adaptées et de définir une stratégie d'approche avant l'envoi d'équipes d'investigation, et le cas échéant, d'intervention.

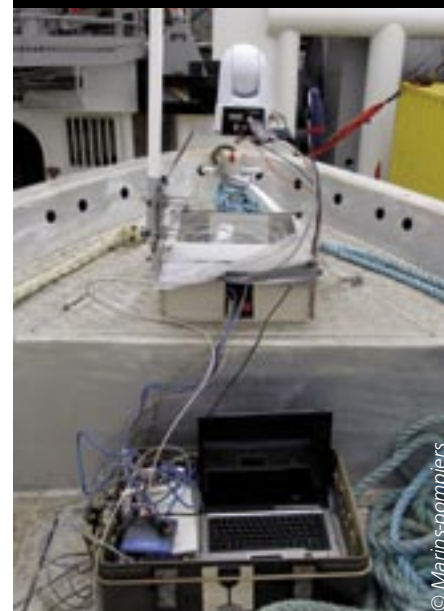
INTERVENTION AU-DESSUS DE L'ÉPAVE DE L'ECE

Le 2 février 2006, suite à l'accident, vers midi un appel téléphonique du centre opérationnel de la Préfecture Maritime de l'Atlantique (COM Brest) met en alerte la compagnie de Marins-Pompiers. Une heure plus tard, le COM Brest demande le concours du drone et prévoit un appareillage sur le bâtiment océanographique *d'Entrecasteaux* à 18h00. Durant le transit, le module de détection est partiellement remonté et contrôlé. Il fait encore nuit quand l'équipe arrive sur zone le lendemain matin. Le transfert, en pneumatique par mer 4, du module et de l'équipe vers l'*Argonaute* est quelque peu acrobatique. Une heure suffira pour installer le module et les capteurs sur le navire télécommandé ainsi que les moyens de réception sur l'*Argonaute*. Le drone sera tout d'abord utilisé en reconnaissance au-

dessus de l'épave, puis à l'eau, au vent et à l'arrière de l'*Argonaute* et enfin, en fonction, posé sur le pont de l'*Argonaute*. Les informations capturées sont transmises en permanence à la passerelle de l'*Argonaute* et s'affichent sur un écran d'ordinateur portable. Confiante dans la protection assurée par le drone, l'équipe technique à bord de l'*Argonaute* a pu mener à bien, en toute sécurité, durant 6 jours, la campagne de prélèvements qui lui était confiée. ■



Le drone



Le poste de pilotage

DÉTECTEURS ET MESURES

Pour cette mission, le drone était équipé :

- d'un détecteur multi-cellules pour analyser la composition de l'air ;
- d'un explosimètre pour rechercher d'éventuelles vapeurs d'hydrogène liées à la dissolution de l'acide phosphorique dans l'eau de mer ;
- d'un photo-ioniseur pour la détection de composés organiques volatils ionisables ;
- d'un détecteur pour la recherche des vapeurs organophosphorées, souffrées, de l'acide cyanhydrique...

NDLR

En 2006, le drone a reçu plusieurs récompenses : le prix de l'état major de la Marine, le prix interarmées de l'audace (remis le 22 novembre 2006 par le ministre de la Défense), le prix du président du concours Lépine, le premier prix du Beuplet-Rollinat.

La cargaison de l'Ece

Jean-François Chiffolleau, Ifremer, centre de Nantes, département BE (Biogéochimie et Ecotoxicologie) - Laboratoire CM

(Biogéochimie des contaminants métalliques)

La cargaison de l'Ece contenait 10 000 tonnes d'acide phosphorique (H_3PO_4). Cette substance qui entre dans le processus de fabrication des engrais phosphatés est élaborée à partir d'un minerai extrait dans plusieurs régions de par le monde. Ce minerai de phosphate est naturellement riche en métaux qui se retrouvent dans l'acide phosphorique obtenu comme dans le produit fini, l'engrais phosphaté, ce qui pose notamment de gros problèmes de contamination des sols et des eaux par les métaux dans les régions agricoles. La teneur en métaux des minerais de phosphate varie selon sa provenance. En ce qui concerne la cargaison de l'Ece (en provenance du Maroc), nous disposons d'un bulletin d'analyse du produit fini, en l'occurrence l'acide phosphorique, fourni par le producteur et confirmé par des analyses ultérieures du LASEM (Laboratoire d'Analyses, de Surveillance et d'Expertise de la Marine) dont les données sont reportées sur la première colonne du tableau ci-dessous. Enfin, l'acide phosphorique de la cargaison est dilué

environ 2 fois mais cette solution demeure très dense (densité de l'ordre de 1,7 à 1,8) et est très soluble dans l'eau.

La libération dans l'eau de mer de la cargaison risquait de provoquer les problèmes suivants : baisse du pH, augmentation de la teneur en phosphate avec prolifération éventuelle de phytoplancton, augmentation de la teneur en métaux traces potentiellement toxiques (en particulier le cadmium, le plomb, le mercure) pour la faune marine et/ou bioaccumulables par certains organismes risquant de contaminer l'échelon trophique supérieur.

Comme on le voit, les quantités de phosphate et de métaux en jeu dans la cargaison de l'Ece sont très faibles par rapport à celles qui transitent annuellement dans la Manche (2^e colonne) ou celles qui proviennent de la Seine (3^e colonne). Citons en particulier les 7 % de phosphate, 2 % de fer, 0,07 % de cadmium, 0,05 % de plomb, 0,01 % d'uranium, 0,0005 % de mercure. Si impact il y a, il ne peut être que très localisé.

Des simulations numériques de la dispersion de l'acide phosphorique après rejet total de la cargaison en 10 jours (modèle ELISE) ou rejet fractionné de chaque cuve (modèle MARS 2D) ont été réalisées dès février 2006. Les deux modèles qui utilisent des mailles de tailles différentes fournissent des estimations un peu différentes au voisinage de l'épave durant les premiers jours de la simulation. Dans le cas le plus défavorable, on a noté à proximité de l'épave et durant les trois heures qui suivent l'ouverture des soutes, des concentrations en phosphate cent fois plus élevées que la concentration naturelle. Pendant cette période, les concentrations de certains métaux (que l'on a supposé parfaitement solubles dans l'eau) peuvent dépasser très significativement les concentrations habituellement mesurées en Manche (dernière colonne du tableau). Citons par exemple une augmentation de 0,022 µg/L de cadmium, 0,037 µg/L de plomb, 0,06 µg/L de nickel, 0,1 µg/L de cuivre, 0,46 µg/L de chrome, 0,75 µg/L de zinc. 24 heures après le début du rejet, les augmentations sont dix fois plus faibles, provoquant une modification des teneurs naturelles de moins de 20%. Les concentrations en phosphate approchent les concentrations naturelles dix jours après la fin des rejets. Près des côtes, les augmentations maximales de concentrations des différents métaux et du phosphate à la même époque sont au minimum cent fois plus faibles qu'au voisinage de l'épave. Au bout de plusieurs mois, on retrouvera ces rejets transitant au Pas de Calais. A cette époque, l'élévation des teneurs sera indécélable.

Ces concentrations, certes élevées, mais n'étant observables que durant un temps très court, ne sont pas en mesure d'avoir un effet adverse quelconque sur la faune et la flore marines, à part une pousse limitée de phytoplancton. Néanmoins, cette eutrophisation a été limitée grâce au choix de la période de relâchement pour éviter un pic de phosphate. ■

	Quantité dans la cargaison (T)	Flux annuel vers la Manche Est de la Manche Ouest (T/an)	de la Seine (T/an)	Concentrations en Manche (µg/l)
phosphate	7 100	100 000 ⁽¹⁾	15 000	25 ⁽¹⁾
argent	0,01	4	2,4	0,001
arsenic	0,10	5600	35	1,4
cadmium	0,06	90	2,5	0,020
chrome	1,25	700	50	0,18
cobalt	0,02	30	4	0,007
cuivre	0,26	900	150	0,16
fer	13,75	800	10 000 ⁽²⁾	0,2
manganèse	0,22	400	800	0,1
mercure	0,000 01	2	1	0,0005
nickel	0,15	600	40	0,15
plomb	0,1	220	70	0,034
zinc	2,04	1800	360	0,31
uranium	1,7	13 000		3,2

⁽¹⁾ flux et concentrations en période hivernale seulement

⁽²⁾ fer en très grande partie constitutif des particules en suspension de la Seine

English abstract

The Ece Incident

On the night of 30 to 31 January 2006, the Maltese bulk carrier the General Grot Rowecki, transporting 26,000 tonnes of phosphates from Safi in Morocco to Police in Poland, collided with the Marshall Islands chemical tanker the Ece en route from Casablanca, Morocco to Ghent, Belgium.

The accident occurred in a zone located 50 nautical miles (90 km) west of Cherbourg, near the Casquet traffic separation scheme in international waters. The Ece, transporting 10,000 tonnes of phosphoric acid, developed a leak and a significant list. The regional marine rescue coordination centre (CROSS-Jobourg) coordinated the crew rescue operation, in collaboration with the British Maritime and Coastguard Agency (MCA). The 22 crew members were safely evacuated to Guernsey.

Circumstances

The French tug the Abeille Liberté arrived on site on 31 January at around 7 am. No pollution was observed and assessment teams boarded the two damaged ships at around 9:30 am. The General Grot Rowecki was given authorisation to continue its route to Poland, despite slight damage to the bulb.

The Ece showed a 25° stabilized list to port and was no longer operating. Once the assessment had been completed, the Préfecture Maritime for the Channel and the North Sea ordered the captain and the shipowner to take all possible measures to eliminate the dangers that the vessel posed for navigation and for the shoreline. The vessel was taken in tow on 1st February by the Abeille Liberté at around 3:30 pm, bound for the port of Le Havre. In the course of towing, the Ece sank in 70 m deep waters, 50 nautical miles west of the point of The Hague, at 3:37 am. The wreck lies on the continental shelf of the United Kingdom, and in the French pollution response coordination zone of the Manche Plan.

Product characteristics

Phosphoric acid is a viscous, odourless liquid with a density of 1.7 and is soluble in water. It is used to produce fertilisers, in finishing metals and in certain foodstuffs and drinks. The phosphoric acid spilled from the tanks of the Ece was in the form of a concentrated aqueous solution, made up of 73% orthophosphoric acid, of which 53% was phosphoric anhydride. The chemicals were dark green in colour, with a pH lower than 1 and contained impurities.

Phosphoric acid is a corrosive product, irritating the skin and eyes. It is toxic if ingested, inhaled or in contact with the skin. This product is category D in the MARPOL classification, i.e. it may present discernable risks for human health and marine resources in the event of a spill. In the aquatic environment

it sinks and gradually dissolves to produce H⁺ (hydrogen) and PO₄³⁻ (phosphate) ions by exothermic reaction. It is an inorganic, non bioaccumulable substance. Its toxicity is therefore mainly linked to the acidification of the local environment where the spill occurs (decrease in pH) and to the presence of impurities.

Operational organisation

The Manche Plan, a bilateral Franco-British mutual aid agreement for rescue and pollution response, was activated in the immediate aftermath of the shipwrecking. On the morning of 1st February, fishing was banned within a radius of 1 nautical mile around the wreck. The Préfecture Maritime for the Channel and the North Sea then carried out a pollution risk analysis, with the support of the French Navy anti-pollution centre (CEPPOL) and Cedre. In addition to the cargo, according to information provided by the shipowner, there were 71 tonnes of propulsion fuel (IFO 180), 16.5 tonnes of marine diesel and 22 tonnes of lubricating oil onboard the Ece. As of 2nd February and up until the end of operations to treat the wreck, the French Navy, with support from MCA and French Customs aircraft, carried out aerial surveillance of the zone. Seawater sampling was also undertaken around the wreck and these samples were analysed in order to quantify the phosphate content and the pH. On 13 February, a decision was made to create a joint Franco-British committee of experts, whose role was to advise the French and British maritime authorities on the nature and extent of impact on the environment of the different solutions envisaged to deal with the cargo and the hydrocarbons remaining onboard the wreck of the Ece.

Negotiations with the shipowner

On 2nd February, negotiations began between the competent French and British authorities and the representatives of the shipowner and cargo-owners, in order to determine the possibilities of treatment of the wreck and the cargo. The negotiations finally resulted, on 12 June, in the definition of a plan of action, for which the shipowner was to pick up the bill.

It was established that the hull presented no danger to navigation, as a water column 45 metres high separated the chemical tanker from the water surface. Furthermore, a refloating operation would be too problematic for the damaged vessel. The wreck of the Ece was to be left where it was and its presence indicated on marine charts.

Based on the work of the committee of experts, a controlled and planned release of phosphoric acid into the marine environment was to be carried out, using a remote control robot to open the access panels of each of the six cargo tanks. The accessible fuel, diesel and lubricating oil were to be recovered by pumping.

Treating the wreck

After an international call for tenders, the submarine worksite was organised on 29 August. 76 % of the cargo was gradually released without considerable increase in the level of phosphate in the environment. As for the hydrocarbons, investigations showed that one of the three starboard tanks was empty. Due to the deformation of the hull and its being embedded in the sea-

floor, the 39 tonnes of fuel could not be pumped from the two remaining tanks. The lubricating oil was successfully pumped out of two tanks, although two smaller ones could not be reached. A small amount of hydrocarbons escaped due to pressure and the major deformation of the hull, explaining the iridescences observed periodically on the water surface. The site was closed on 18 September.



A Marine Drone

A number of accidents at sea, and in particular the Ievoli Sun spill, led to the idea of creating a tool which would be able to investigate the local conditions before sending personnel onsite. It is within this context that a project was set up aiming to design and build a prototype of a multisensor detection device for nuclear, radiological and chemical substances.

The solution was found in a drone, involving a detection module which is positioned on a radio-controlled, flameproof craft equipped with a GPS. A modem with a transmitting antenna and a day/night distance-operated video camera authorises the real-time transmission of information to a mother ship, then to land, at a distance of up to at least 5 nautical miles.

The drone is used to analyse products or families of products present in the atmosphere in the vicinity of a damaged vessel. The identification of risks helps to choose suitable protective measures and to define the approach before sending in investigation or response teams. The drone saw its first operational mission on 3 February 2006 during the Ece incident, where it was used to analyse the air at the water surface before sending personnel to take samples. The drone was embarked on the French oil spill response vessel the Argonaute, and used for surveying around

the wreck. The information received was permanently transmitted to the Argonaute, where it was displayed on a laptop computer. Thanks to the protection ensured by the drone, the technical team onboard the Argonaute was able to safely complete its 6-day sampling assignment.

The Ece's cargo

The cargo transported by the Ece contained 10,000 tonnes of phosphoric acid. Phosphate ore, from which the acid is produced, is naturally rich in metals, which are also found in the acid and in fertilisers produced from it. This is a recognised source of soil and water contamination by metals on agricultural land. The phosphoric acid transported by the Ece was in solution but remained very dense and highly water soluble. Its release into the sea was liable to lower the pH, increase the presence of phosphates leading to a possible proliferation of phytoplankton and increase the presence of trace metals which may be potentially toxic for marine flora and/or bioaccumulable in certain organisms. However, statistics show that the quantities of phosphates and metals in the cargo of the Ece were very low in comparison to those which enter the Channel every year. Digital simulations of acid dispersal show that, in the worst case scenario, the concentrations of phosphate

around the wreck during the first three hours after opening the tanks would be one hundred times higher than the natural concentration and the concentrations of certain metals would very significantly exceed concentrations normally measured in the Channel. Twenty-four hours after the release, the increase in metals would be ten times lower. The concentration of phosphate would return to normal some ten days after the release. Near the coast, the maximum increase of metals and phosphate would remain one hundred times lower than around the wreck. A few months after the release, the increase in concentrations would be undetectable. It can therefore be concluded that these high concentrations of metals and phosphates would be short-lived and very localised.

Research conducted by Cedre

Upon request from the committee of experts, Cedre carried out documentary research on the toxicity of the impurities contained in the acid, modelled the behaviour of the product for several release scenarios and conducted studies on the dilution of the impurities. Cedre also conducted various experiments: in the laboratory with a few millilitres of phosphoric acid, in the flume tank with 1 litre of acid and in the outdoor deep-water basin and artificial beach with 60 litres of acid.

L'intervention du Cedre dans le cadre de la pollution au Liban

Christophe Rousseau, Cedre



© MOE

Les bombardements aériens israéliens sur la centrale électrique de Jieh (30 km au sud de Beyrouth), les 13 et 15 juillet 2006, provoquent la destruction de plusieurs cuves de stockage d'hydrocarbures. Il en résulte un incendie très important et le déversement dans la mer toute proche d'une quantité importante d'un hydrocarbure qui s'apparente à un IFO 150 (Intermediate Fuel Oil, 150 cSt à 50°C). Les estimations initiales libanaises d'un déversement de 15 000 tonnes seront ensuite revues à la baisse par les experts qui s'entendent sur un déversement évalué à 5 000 tonnes.

Quelques dizaines de tonnes coulent sur le fond, devant le stockage pétrolier. Le reste, poussé par le vent et le courant,

dérive vers le Nord, polluant le littoral, à des degrés divers, sur environ 150 km. La côte libanaise orientée au sud-ouest est la plus touchée. Début août, 7 km de côte syrienne sont touchés. Les analyses montreront qu'il s'agit d'hydrocarbures en provenance de Jieh mais également, pour une part, d'origine inconnue.

Fin juillet, les autorités libanaises font appel à l'aide internationale :

- au niveau régional à travers le Rempec (Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle) qui transmettra la demande aux états borduriers de la Méditerranée faisant partie de la Convention de Barcelone ;
- au niveau européen en s'adressant à la Commission Européenne qui transmettra aux états membres ;
- au niveau international via l'Organisation Maritime Internationale (OMI) et d'autres organisations onusiennes telles que le Programme des Nations-Unis pour l'Environnement (PNUE).

Le Cedre est impliqué dès le début de cet accident au côté du Rempec et assure de nombreuses actions d'assistance et de conseil à distance portant principalement sur :

- la recherche, l'analyse, la synthèse et la fourniture des informations souhaitées par l'ensemble des partenaires de l'intervention ;
- le suivi de la dérive des nappes en mer et l'évaluation des impacts environnementaux et de leurs conséquences (conseil sur l'opportunité d'une inter-

diction de pêche, par exemple) ;

- l'élaboration du plan d'action pour l'assistance internationale. Le Cedre assure en particulier le secrétariat du groupe d'experts chargé par le Rempec de rédiger ce plan ;
- la présentation pour validation, à la conférence organisée à Athènes le 17 août 2006 par le PNUE et l'OMI, de ce plan d'action par le Directeur du Cedre ;
- l'analyse d'échantillons de fuel dans nos laboratoires.



© Cedre

La marina Mövenpick

De nombreuses actions d'assistance seront mises en œuvre par la Commission Européenne à travers le MIC (*Monitoring and Information Centre*) et par l'OMI à travers le Rempec par l'envoi d'experts et de matériels sur le terrain.

A l'arrêt des opérations militaires, le gouvernement français décide de matérialiser son aide au Liban par l'envoi d'une équipe d'intervention (voir article suivant) et par la mise à disposition de personnels du Cedre sur financement du ministère de l'Écologie et du Développement durable.



© Cedre

Le site de Byblos

Cette assistance sur place est apportée, au nom du Rempec, auprès du ministère de l'environnement (MoE) libanais. Elle se traduit par la présence permanente d'un expert (voire momentanément deux, lors de recouvrements), à partir du 21 août (première mission à Beyrouth d'un membre de l'équipe de direction pour la mise en place de l'assistance) jusqu'au 19 octobre 2006. Au total, cinq agents du *Cedre* se succèdent sur le terrain.



Chantier de récupération à Raoudi Dalieh (Fishermen's wharf)

Cette assistance répond à deux objectifs. D'une part, une action de coordination locale de l'aide internationale par une présence permanente au comité de coordination des opérations, l'OSOCC (*Oil Spill Operations and Coordination Centre*) – MoE, en liaison avec le représentant de l'UNEP - OCHA (*United Nations Environment Programme – Office for the Co-ordination of Humanitarian Affairs*) puis celui du Rempec - OMI, se traduisant par :

- la définition des priorités de lutte et des besoins en équipements ;
- des réponses à des sollicitations et des offres étrangères, publiques et privées ;
- l'accueil de délégations étrangères (y compris de la France) ;
- la mise à jour des versions du plan national d'action ;
- l'intérim momentané du représentant UNEP – OCHA.

D'autre part, une assistance technique portant, en particulier, sur :

- la participation à toutes les réunions de l'OSOCC et l'animation de ce comité ;
- l'élaboration de recommandations en matière de gestion de crise et d'intervention (sécurité - santé, fermeture



© Cedre

Du ramasseur d'hydrocarbure au pêcheur

des plages, environnement, ramassage grossier et nettoyage, gestion des déchets...) pour l'ensemble des phases de la lutte ;

- la reconnaissance de la pollution tout au long du littoral (aérienne, par mer, et surtout terrestre) pour une évaluation précise de son impact ;
- la rédaction de rapports d'observation pour l'ensemble du littoral pollué (avec recommandations en termes d'intervention et préconisations techniques et environnementales adaptées à chaque site visité) ;
- la participation à la recherche de financements des opérations de lutte par la réalisation de cotations financières prévisionnelles pour le nettoyage de secteurs géographiques dans le cadre d'offres potentielles émanant d'organismes et de pays étrangers ;
- la rédaction de rapports de synthèse périodiques et la mise à jour régulière des plans d'action nationaux et internationaux ;
- le suivi sur site, et parfois l'encadrement de chantiers ;
- la création et le maintien d'un réseau local de contacts parmi les administrations et intervenants locaux, ainsi que l'accueil voire l'encadrement de délégations étrangères ;
- la coordination des intervenants locaux parfois délicate à réaliser dans le cadre d'une absence de plan national de lutte fixant des responsabilités claires.

Ces activités se sont traduites par de très nombreuses missions sur le terrain dans des conditions difficiles compte tenu des destructions dues à la guerre. Au début

de la mission les difficultés rencontrées étaient également liées au manque de disponibilité des interlocuteurs et des décideurs locaux, à la grande faiblesse des moyens logistiques (notamment en termes de moyens de transport, de moyens de communication à partir du ministère, et également de moyens financiers) mis à disposition pour remplir l'ensemble des actions et missions préalablement évoquées.



© Cedre

Sites de Barlusnan Raïs et Saadigat

Malgré la complexité de la situation il faut signaler la très bonne intégration du *Cedre* au sein de l'OSOCC et du MoE (avec les partenaires libanais, de l'UNEP, du Rempec...), le soutien très actif du Rempec à partir de Malte et enfin la bonne collaboration au sein de la délégation française. ■



© Cedre

Opération de ramassage

Mission antipollution au Liban

Capitaine de Frégate Christian Nédélec, président de la Commission d'Etudes Pratiques de lutte antipollution de la Marine (CEPPOL)

En réponse à la demande d'assistance lancée par la communauté internationale le 21 juillet 2006, l'Etat français fait établir par la Marine nationale et le CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales du Ministère des Transports) une liste de matériel antipollution des stocks français susceptible d'être dépêché vers le Liban. Une réunion interministérielle organisée au Secrétariat Général de la Mer entérine la mise à disposition du matériel et l'envoi de spécialistes chargés de former les responsables libanais aux diverses techniques de lutte à terre. Le détachement français, composé d'un officier et de six officiers marins de la Marine nationale et de deux représentants du ministère des Transports, dont le mandat initial est de 15 jours, restera finalement au Liban du 27 août au 22 septembre 2006.



Site de Byblos

Les premiers jours sont consacrés à la reconnaissance de la pollution par voie terrestre avec les délégations suédoises, danoises et allemandes, par voie maritime, à bord d'une embarcation de la Marine libanaise et enfin par voie aérienne le 29 août, grâce à un vol d'hélicoptère organisé par le *Monitoring and Information Centre* (MIC) de la Commission Européenne. Le même jour, le matériel, arrivé par bateau, est stocké dans l'enceinte de la base navale de Beyrouth.

Appuyée par l'Ambassade de France, la délégation va rapidement proposer un plan d'action, qui sera accepté par les autorités libanaises. Trois chantiers vont ainsi être ouverts :

- Sur le site de Remleh al Baïda. C'est la grande plage publique de Beyrouth, mesurant 1 600 mètres de long pour une largeur moyenne de 90 mètres. Une couche noirâtre d'hydrocarbures la recouvre sur environ 35 mètres de large. Toute la plage est jonchée de débris et de bois flottés. Des sondages empiriques montrent des stratifications de pollution jusqu'à 40 cm de profondeur. Avec l'aide d'ONG et de la Marine libanaise les macro-déchets seront retirés, le sable pollué décaissé afin de mettre en œuvre la technique du surf-washing ;
- Sur le petit port de pêche de Minet Ras Beirut (Fishermen's wharf). Cette calanque, de 100 mètres sur 30, abrite des barques de pêche. Cent à deux cent mètres cubes d'hydrocarbures y sont piégés sur lesquels flottent des monceaux d'immondices et de macro-déchets. Outre les difficultés liées à la géographie du site et au cruel manque de soutien logistique, la présence de grandes quantités de macro-déchets sera particulièrement pénalisante pour mener à bien les opérations de récupération des hydrocarbures flottants. Un système de dragage de type sablière sera mis en place pour ramasser les macro-déchets et une cage de rétention, confectionnée par la Marine libanaise installée en protection du récupérateur. Plus de 90 m³ d'hydrocarbures seront ainsi récupérés.
- Sur le site de Byblos (Jbeil). Fortement pollué, l'intérieur du port avait été grossièrement dégagé par les autorités libanaises au mois d'août. Un important

travail de restauration reste à réaliser à l'intérieur et à l'extérieur du port (mur antique pollué, enrochements entièrement recouverts d'hydrocarbures).

Sans en être responsable, la délégation sera également chargée de superviser les opérations de nettoyage de la marina du complexe privé Mövenpick.

A partir du 10 septembre, le blocus maritime du Liban étant levé, la Marine libanaise reprend ses activités, privant la délégation d'un précieux soutien, notamment en terme d'encadrement.

La mission du détachement a permis de lancer les chantiers lourds que réclamait la restauration du littoral libanais et de former aux techniques de lutte antipollution de nombreux civils et militaires libanais. A la date de départ de la délégation française, les trois chantiers ouverts avaient fait l'objet d'un transfert de responsabilité vers des acteurs locaux, organisations non gouvernementales pour Ramlet El Baïda, entreprises privées pour le site de Fishermen's wharf, ou étaient considérés achevés par les autorités locales dans le cas de Byblos.

Totalement soutenue par l'Ambassade de France, la délégation a pu travailler dans un réel climat de confiance avec tous les intervenants publics et privés et ce malgré les nombreux impondérables et difficultés rencontrées. ■



Port de pêche de Minet Ras Beirut (Fishermen's wharf)

Le projet SIMBAR (simulation de barrages flottants)

Emmanuel de Nanteuil, Cedre

Les barrages flottants sont, sinon le principal, au moins l'un des équipements les plus répandus pour lutter contre des pollutions par déversement d'hydrocarbures en mer ou en eaux intérieures. Basés sur le principe d'un confinement de la pollution flottante à la surface du plan d'eau, ils sont utilisés aussi bien en protections fixes (en empêchant l'hydrocarbure de pénétrer et d'impacter certains sites), qu'en mode dynamique pour aider à la récupération du pétrole en mer (en étant remorqués autour des nappes de façon à les confiner et les épaissir avant qu'elles ne soient récupérées par des outils et des pompes spécifiques).

En dépit de leur usage très répandu, les barrages flottants sont loin d'être totalement efficaces et présentent des failles de multiples natures. D'une façon générale, et en plus des contraintes inhérentes à l'intervention et au matériel lui-même (sécurité, difficultés de mise en place, qualités intrinsèques du barrage, dégradations subies...), divers mécanismes mènent à une perte d'efficacité en conditions réelles de houle et de courant. Certains de ces mécanismes, comme le phénomène d'entraînement du polluant sous le barrage lorsque celui-ci est placé dans un courant trop important, relèvent purement de lois physiques et sont donc indépendants de la qualité du matériel lui-même. L'apparition de ces défauts de fonctionnement est toutefois naturellement fonction des conditions environnementales et de la nature et des propriétés du polluant.

L'hydrodynamique des barrages flottants est ainsi caractérisée par des phénomènes complexes, dont la connaissance permet d'en définir plus précisément les limites d'utilisation et les voies d'amélioration potentielles. Le besoin d'une meilleure compréhension de ces phénomènes a

conduit les scientifiques à étudier l'écoulement autour de ces barrages d'un point de vue théorique, notamment à la fin des années 70 et au début des années 80. Si la plupart de ces études ont permis d'identifier clairement les phénomènes préjudiciables à l'efficacité des barrages et d'en proposer diverses explications (notamment en ce qui concerne le phénomène d'entraînement), la complexité du problème à résoudre n'a jamais permis de développer de modèle complet de simulation fiable, intégrant à la fois les aspects mécaniques (efforts et formes prises par le barrage) et les aspects fluides (flottaison, retenue du polluant par le barrage).

De fait, et par manque de capacité de simulation, le développement de modèles commerciaux de barrages flottants par les fabricants s'est appuyé davantage, jusqu'à présent, sur une démarche empirique, en ajustant les paramètres et en corrigeant sur le matériel des défauts identifiés par l'expérience des utilisateurs, plutôt que sur une véritable action de recherche et développement. Par manque d'une telle démarche théorique systématique, de nombreuses questions concernant les barrages flottants restaient donc en suspens. On peut par exemple citer l'influence de certains paramètres dimensionnels des barrages sur leur efficacité à retenir des hydrocarbures (par exemple le rapport du diamètre du boudin sur la longueur de jupe, la pression de gonflage optimale, le rapport de la flottaison sur le lest...), ou encore l'influence du profil du barrage (forme et angle de la jupe, profil longitudinal) sur son efficacité et sur les efforts auxquels il est soumis.

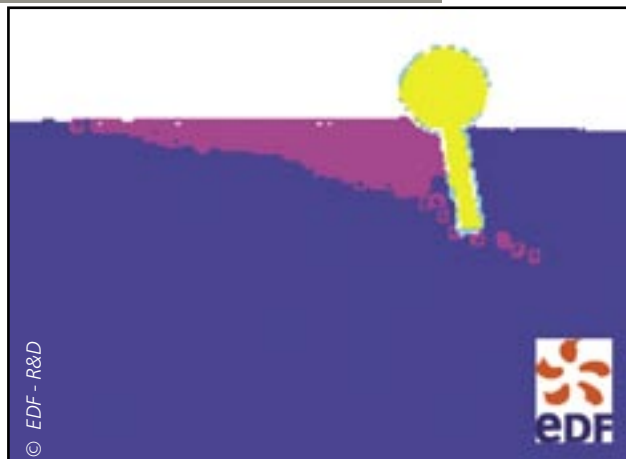
C'est pour tenter d'apporter des réponses à ce type de questions que le projet SIMBAR (simulation de barrages flottants) a été labellisé par le RITMER (Réseau de recherche et d'innovations technologiques



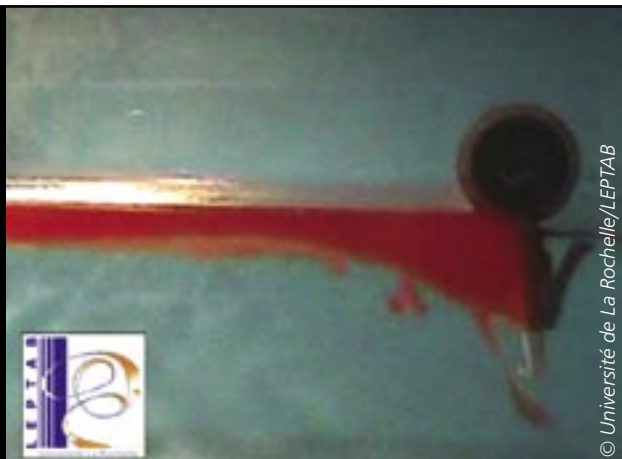
Visualisation d'une fuite sous un barrage dans le polludrome du Cedre

sur les pollutions marines accidentelles) en 2004, et soutenu par le Ministère de la Recherche. Piloté par l'EIGSI (Ecole d'Ingénieurs en Génie des Systèmes Industriels de La Rochelle), il bénéficie du concours, de l'expertise, et des moyens de calculs ou d'essais du LNHE (Laboratoire National d'Hydraulique et d'Electricité d'EDF), du LEPTAB (Laboratoire d'Etude des Phénomènes de Transfert Appliqués au Bâtiment de l'Université de la Rochelle), du CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales) et du Cedre.

L'objectif visé par le projet SIMBAR est une modélisation complète du fonctionnement d'un barrage flottant antipollution en eaux côtières ou abritées, intégrant à la fois les aspects mécaniques (efforts et formes prises par le barrage) et les aspects fluides (flottaison, retenue du polluant par le barrage). La modélisation mécanique est entreprise par l'EIGSI, à partir de modèles de calcul par éléments finis. La modélisation fluide s'appuie, d'une part, sur un logiciel de mécanique des fluides lagrangienne développé par le LNHE et, d'autre part, sur des essais en bassin à échelle réduite menés à l'Université de La Rochelle. Les phases finales du projet incluent une dissémination et des contacts avec des industriels fabricants de barrages flottants, afin de les intéresser aux résultats de l'étude.



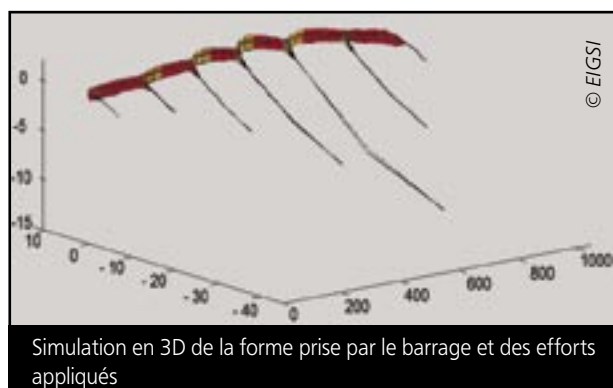
Simulation d'une fuite sous le barrage par calcul numérique (à gauche) et essai sur modèle (à droite)



© Université de La Rochelle/LEPTAB

Entamé en mars 2004, le projet a atteint, en juin 2006, son terme et la majorité de ses objectifs. A l'issue de son déroulement, des résultats probants ont pu être atteints, autorisant la validation des modèles de calcul développés.

En ce qui concerne le comportement mécanique du barrage, l'EIGSI a abouti à une modélisation numérique permettant de prévoir la configuration tri-dimensionnelle prise par le barrage et de calculer les efforts externes qui lui sont appliqués, ainsi que la répartition des efforts internes. Des résultats de cette nature apportent des éléments concrets sur des voies d'optimisation des barrages et de leur utilisation, en permettant par exemple de prévoir l'influence sur le barrage de sa pression de gonflage, du positionnement de ses points d'ancrage, de la rigidité de son matériau constitutif, ou encore de l'influence d'un profil de jupe variable.



© EIGSI

Un cas de validation du modèle, constituant également un exemple de son utilisation pour l'optimisation de plans de pose, a été mis en œuvre en appliquant le code de calcul à une simulation de la protection de l'Elorn par un barrage flottant de grande longueur, selon la disposition prévue par le plan Polmar-Terre.

En ce qui concerne le comportement hydrodynamique du barrage, le LNHE a progressivement mis en place et perfectionné son modèle de simulation, jusqu'à l'obtention d'un outil opérationnel. Celui-ci permet aujourd'hui de simuler l'écoulement d'une nappe d'hydrocarbures de densité et de viscosité données, émulsionnée ou non, autour d'un barrage qui flotte librement et en conditions de houle. Ceci constitue, du point de vue de la mécanique des fluides, un problème très complexe dont la résolution, en termes d'études théoriques sur les barrages flottants, relève de l'état de l'art. L'application du code de calcul à une simulation à échelle 1 des essais réalisés sur maquette par l'Université de La Rochelle, a mis en évidence une corrélation correcte du calcul et de la réalité, permettant de valider le modèle numérique. De la même façon que sur l'aspect mécanique, ce nouvel outil permet, dès lors, au travers de la simulation de nombreux cas, d'apporter des éléments concrets sur des voies d'optimisation des barrages et de leur utilisation. A titre d'exemple, certains résultats ont permis de montrer que, si l'inclinaison positive ou négative de la jupe d'un barrage n'avait pas une grande influence sur la fuite de polluant en conditions statiques, elle influait pourtant largement, en conditions de

clapot, sur son comportement flottant, lequel pouvait par contre, dans l'un ou l'autre cas, générer ou non d'importantes fuites. Dans un avenir proche, de nouveaux moyens informatiques disponibles au LNHE vont permettre d'améliorer les temps de calcul nécessaires à l'obtention de simulations, aspect qui constitue proba-

blement à ce jour le principal point faible opérationnel du modèle.

Au sein du projet, le *Cedre* a été principalement impliqué dans les premières phases, en fournissant notamment aux participants une analyse des besoins et en sélectionnant les paramètres d'entrée pour les simulations. Ce travail a été mené, d'une part, en s'appuyant sur une recherche et une analyse d'études précédemment existantes, et, d'autre part, en réalisant des essais préliminaires au polludrome. A l'issue de ces phases initiales, le *Cedre* a poursuivi un travail d'évaluation en continu, de veille technologique sur la thématique des barrages flottants, et de soutien aux partenaires sur la globalité du projet (bibliographie, expertise, essais au laboratoire visant à fournir des données pour les simulations...). Au cours des dernières phases, le travail du *Cedre* a été principalement orienté vers la mise en place de contacts avec des industriels et fabricants de barrages pour valoriser les résultats du projet, notamment au travers du soutien à la préparation de deux ateliers organisés, à l'initiative de l'EIGSI, à La Rochelle, réunissant opérationnels, industriels et chercheurs.

Le projet SIMBAR a également donné lieu à plusieurs publications, à partir des résultats atteints. Ces publications, ainsi que de nombreux exemples de résultats et d'illustrations issus du projet, sont disponibles en ligne sur le site mis en place par l'EIGSI : <http://simbar.eigsi.fr>.

D'autre part, à l'issue du projet SIMBAR, et compte tenu des résultats obtenus, un nouveau projet visant à valoriser ces résultats par un logiciel de calcul en 3D de barrages flottants, a été proposé à l'ANR (Agence Nationale pour la Recherche) sous le nom de BAR3D. Accepté en septembre 2006, il vient de débuter. ■

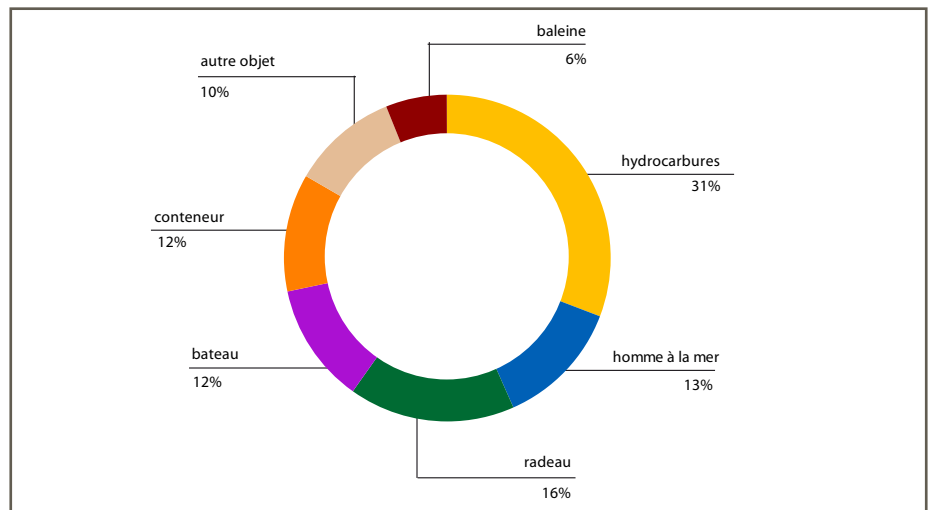
Statistiques de demandes de calcul MOTHY

Pierre Daniel, Météo-France - Division Marine et Océanographie, Direction de la Prévision.

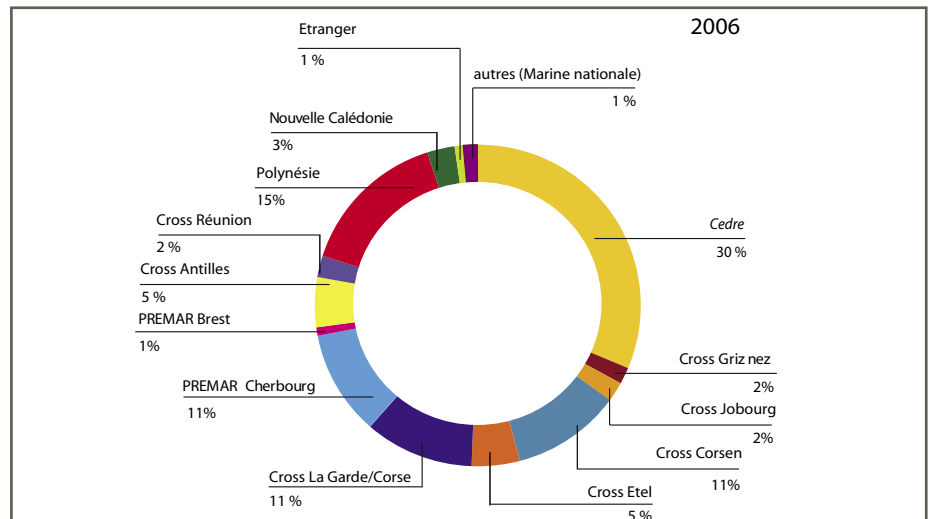
En cas de pollution marine accidentelle, le *Cedre* et Météo-France, dans le cadre de leurs missions de service public, fournissent une assistance aux autorités chargées de la lutte en mer. Météo-France a développé et mis en place un système de prévision de dérive des polluants : le système MOTHY (Modèle Océanique de Transport d'Hydrocarbures). Ce système, opérationnel depuis février 1994, peut être activé 24h/24 par un prévisionniste marine au Centre National de Prévisions de Météo-France à Toulouse. Son utilisation intensive a véritablement démarré avec l'accident de l'*Erika*. Actuellement, le système est activé plus de 300 fois par an pour des cas réels de dérives 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 couvre, conformément aux missions d'Etat de l'établissement et aux engagements internationaux de la France, une grande partie des mers du globe : un quart des demandes, par exemple, émane des DOM/TOM.

Afin d'assurer une fiabilité optimale, le *Cedre* et Météo-France ont mis en place une collaboration technique formalisée par une convention cadre signée le 30 juin 1996. Cela permet au *Cedre* de disposer, dans les plus brefs délais, des prévisions météorologiques sur la zone touchée et des cartes de dérive de nappes d'hydrocarbures. En retour, le *Cedre*, par ses expérimentations et interventions sur pollutions réelles, contribue à l'amélioration et à la validation du modèle.

Depuis mars 1998, une version permet de prévoir également la dérive des objets flottants. Les conteneurs dérivant en mer constituent un réel danger pour la navigation. Les autorités maritimes souhaitent donc être en mesure de signaler leur posi-



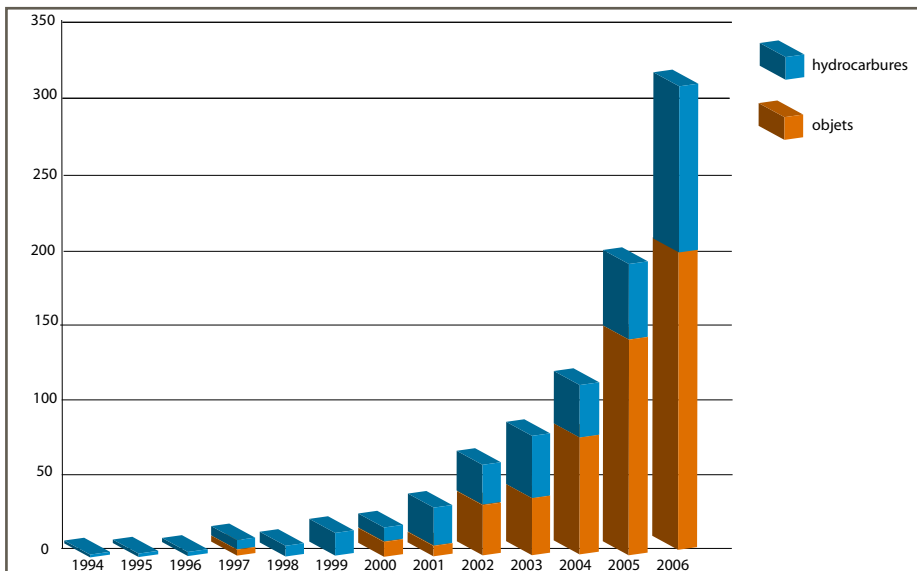
Typologie des produits ou objets recherchés pour lesquels le système MOTHY a été activé en 2006



Origine des demandes de soutien météo-océanique en cas d'accident maritime, avec demande de prévision de dérive réalisée avec le système MOTHY

tion aux navigateurs ou de les récupérer. En cas de perte de conteneurs, le calcul de la trajectoire de la dérive permet de localiser la zone de danger pour la navigation maritime et de rechercher des conteneurs perdus. Les conteneurs ne représentent plus maintenant qu'une faible partie des demandes de dérives d'objet. La princi-

pale utilisation concerne l'assistance aux naufragés et les dérives d'homme à la mer ou de radeaux. Ce sont les CROSS (Centres Régionaux Opérationnels de Surveillance et de Sauvetage) de la Direction des Affaires Maritimes qui sont les principaux utilisateurs de ces prévisions de dérive.



Nombre de lancements du modèle MOTHY depuis 1994. En bleu, les lancements du modèle de prévision de dérive d'hydrocarbures et produits polluants ; en brique, les lancements du modèle de dérive d'objets, hors accidents majeurs (*Erika, Ievoli-Sun, Prestige, Tricolor...*).

LE NAUFRAGE DE L'ÉRIKA

Le naufrage de l'*Erika* survenu le 12 décembre 1999, a été à l'origine d'une pollution catastrophique. Les trajectoires des polluants échappés du pétrolier au moment du naufrage ont été régulièrement prévues par Météo-France pendant leur dérive, à partir des positions des nappes de pétrole qui avaient pu être repérées. La fiabilité des prévisions du modèle de Météo-France a été pleinement démontrée. Dès le 12 décembre, ce modèle proposait un scénario qui devait se révéler rapidement plus réaliste que ceux des modèles anglais et américains. À la différence de ces deux derniers, MOTHY annonçait, en effet, aux échéances éloignées, que le polluant resterait longtemps en mer. Les autorités ont été prévenues de ce fait essentiel pour la planification des moyens de lutte, par exemple le recours à des navires étrangers qui auront le temps de rejoindre la zone, mais aussi pour la préparation de moyens à terre.

Du 12 au 23 décembre, les repérages en mer ont confirmé avec une précision assez remarquable les prévisions de dérive des jours précédents. Ainsi, le 18 décembre, Météo-France a mouillé une bouée dérivante dans les nappes repérées par le PC Polmar et dont le *Cedre* lui avait demandé de prévoir la dérive. Cette bouée devait échouer à l'échéance prévue – le 25 décembre – et à l'endroit annoncé – Noirmoutier. Dans la nuit du 24 au 25 décembre, le pétrole

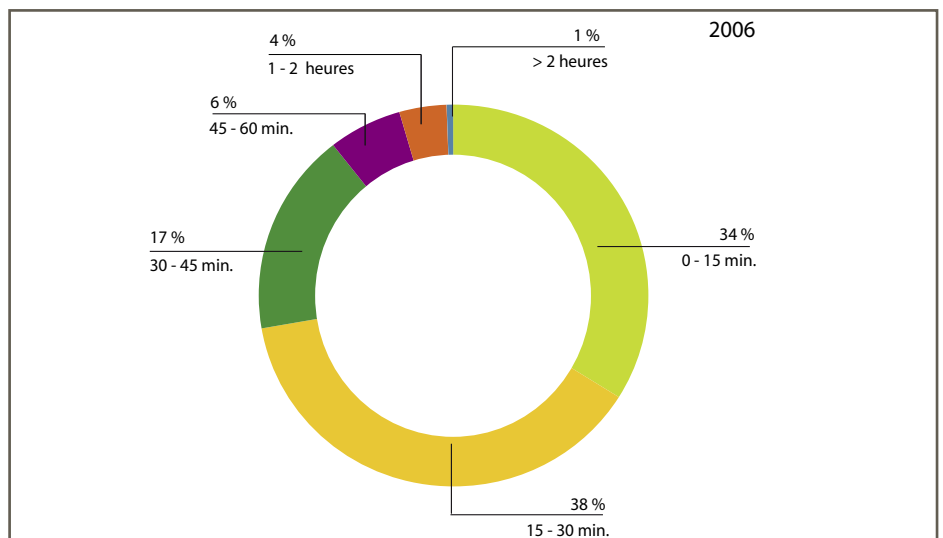
a atteint les côtes sud de Belle-Île puis, sensiblement plus à l'ouest, les côtes du Finistère et du Morbihan. Avec pratiquement deux jours de préavis, Météo-France avait annoncé qu'une partie des polluants serait rabattue vers le sud de l'estuaire de la Loire et la côte vendéenne. C'est ce scénario qui s'est effectivement concrétisé. En revanche, il n'a pas été possible de prévoir l'impact, sur les côtes du Finistère et du Morbihan, de nappes dont l'existence n'avait pas été repérée auparavant. Il est désormais reconnu qu'une partie du fioul avait échappé aux observations du fait de conditions météorologiques exécrables

et que très probablement une partie de la cargaison avait fui, et cela peut-être même avant la cassure du navire.

Plusieurs hypothèses ont été étudiées avec le modèle MOTHY (fuites du pétrolier avant le naufrage, fuites d'une ou des épaves) ; ces hypothèses fournissent des éléments d'explication cohérents avec les observations. L'enquête du Bureau d'Enquêtes Accidents Mer (BEA Mer) et le résultat du pompage tendraient à privilégier l'hypothèse de fuites à partir des épaves.

LE RÔLE DE MÉTÉO-FRANCE DANS LE DISPOSITIF POLMAR

Une nouvelle instruction Polmar est parue au Journal Officiel du 4 avril 2002, désignant Météo-France comme l'un des acteurs de la lutte contre la pollution accidentelle du milieu marin. En temps de crise Polmar, la première mission de Météo-France est de fournir des observations et des prévisions météorologiques et océaniques pour contribuer à la sécurité et à l'efficacité des moyens de lutte, maritimes, aériens et terrestres. La seconde est d'élaborer des prévisions de dérive à partir des observations des nappes en mer pour anticiper les pollutions et aider à organiser la lutte. Les prévisions de dérive sont actualisées aussi souvent que nécessaire à la demande du *Cedre*. L'année 2002 a malheureusement montré une fois de plus toute l'actualité et la nécessité de cette instruction avec les naufrages du *Tricolor* et du *Prestige*.



Délai entre l'heure de réception de la demande et l'heure d'envoi des résultats. Certaines demandes, classées comme non urgentes par le demandeur, sont traitées avec une moindre priorité. En revanche, les urgences sont traitées avec un délai moyen inférieur à 30 minutes, condition nécessaire de succès notamment pour les opérations de recherche et sauvetage.

Lancements MOTHY en 2006 : 320



© Météo-France

Lancements MOTHY en 2006 : 320



© Météo-France

Localisation des accidents pour lesquels le système MOTHY a été mis en œuvre en 2006.
En haut : sur le globe ; En bas : autour des côtes françaises.

LE NAUFRAGE DU PRESTIGE

Le 13 novembre en fin de journée, lorsque le *Cedre* alerte Météo-France à propos du *Prestige*, les prévisionnistes de Météo-France sont déjà sur le qui-vive car le Centre de coordination de sauvetage en mer de Madrid a demandé une prévision de dérive pour un pétrolier en détresse. MOTHY, le modèle de dérive, est lancé et le premier d'une longue série de bulletins d'assistance est émis. Le pétrolier *Prestige* se brise le 19 novembre au large de la Galice. Il en souillera massivement les côtes. Les moyens de

Météo-France ont aussi été rendus actifs au profit des autorités espagnoles, portugaises et marocaines, conformément aux dispositions du Système d'Intervention d'Urgence en cas de Pollution Marine (SIUPM). Les moyens français, coordonnés par la Préfecture Maritime de l'Atlantique, ont participé dès le début à la lutte antipollution, dans le cadre du plan Biscaye de soutien bilatéral France-Espagne, puis du plan Polmar-mer qui a été déclenché lorsque des nappes dispersées se sont rapprochées des côtes françaises. Un comité technique regrou-

pant des experts de Météo-France, du SHOM, de l'Ifremer, de la Marine nationale et animé par le *Cedre*, est mis en place à l'initiative du Secrétariat Général de la Mer. Il est chargé de fournir quotidiennement au Préfet Maritime de l'Atlantique des éléments cohérents et pertinents sur la dérive des nappes. Les prévisions de MOTHY ont notamment permis d'optimiser les efforts de récupération en mer. De nombreuses prévisions de dérive, des assistances météorologiques sur la zone des épaves (notamment pour l'*Atalante* et le *Nautile* de l'Ifremer) et dans le golfe de Gascogne, des études spéciales (analyses sur observations antérieures, prévisions d'ensemble à longue échéance) sont ensuite réalisées jusqu'en juillet 2003.

UN SYSTÈME EN ÉVOLUTION CONSTANTE

Météo-France participe depuis 2002 au groupement d'intérêt public Mercator Océan, créé avec cinq autres organismes français (Cnes, CNRS, Ifremer, IRD et SHOM) pour développer et mettre en place un système opérationnel d'analyse et de prévision des courants dans l'océan mondial. Mercator Océan s'affirme comme le futur opérateur européen en charge de l'océan global, dans le contexte de l'initiative GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*) de la Commission Européenne et de l'ESA (Agence Spatiale Européenne). Des travaux sont en cours pour intégrer les prévisions de courants de ce système dans le modèle MOTHY qui bénéficiera ainsi de l'état de l'art de la prévision océanique.

Une collaboration avec le Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (LEGOS) du CNRS a permis d'améliorer le calcul des courants de marée dans le modèle MOTHY.

Une collaboration avec le service des Gardes-Côtes américain et le Service Météorologique norvégien a permis de déterminer, avec plus de précisions, le comportement de différents types d'objets flottants. L'intégration de ces travaux dans le système MOTHY permet de réduire la zone de recherche et donc de rendre plus efficace l'assistance aux naufragés.

Enfin, le *Cedre* a travaillé sur la présentation des cartes et l'intégration des prévisions dans son Système d'Information Géographique, rendant ainsi le système plus convivial et plus efficace. ■

Dossier pédagogique « Mieux comprendre les marées noires »

On lutte mieux contre ce que l'on comprend mieux. C'est dans ce cadre, que le *Cedre*, en partenariat avec Total, a conçu une série de documents qui fait le point objectivement et précisément, sur l'histoire de marées noires et sur les connaissances actuelles dans le domaine de la lutte contre ces pollutions. Destiné principalement aux 12-18 ans, ce dossier pédagogique, sans équivalent ailleurs, comprend :

- un dossier papier destiné aux enseignants fournissant la matière nécessaire à des enseignements de lycées et collèges concernant les sciences de la vie et de la terre, la chimie, la géographie, l'économie ;
- une série de posters illustrant les grandes marées noires qui ont marqué l'histoire ;
- un site Internet qui rassemble des textes explicatifs, des animations, des schémas, des vidéos et des quizz.

Rendez-vous sur www.marees-noires.com.

Une version anglaise de ce site sera disponible courant 2007 sur www.black-tides.com.



Formations 2007

STAGES 2007	DUREE	DATES	PUBLIC
Formation d'Etat-Major à la gestion de crise – Session 1	4 jours	12-15/03	Marine nationale, acteurs du transport maritime, industries pétrolières
Formation à l'observation aérienne des pollutions en mer Session 1	3 jours	26-28/03	Personnels volants (Marine nationale, douanes...)
Formation à la lutte contre les pollutions par hydrocarbures en zone littorale – Session 1	4,5 jours	23-27/04	Industrie pétrolière, ports, administrations, collectivités locales, SDIS, intervenants
Formation à la lutte contre les pollutions par hydrocarbures en zone littorale – Session 2	4,5 jours	21-25/05	Industries pétrolières, administrations, collectivités locales, SDIS, intervenants
INFOPOL – Séminaire international d'initiation à la lutte antipollution	11 jours	11-21/06	Responsables opérationnels de pays étrangers
Formation à la lutte contre les pollutions par hydrocarbures en eaux intérieures	4,5 jours	25-29/06	Industrie pétrolière, ports, administrations, collectivités locales, SDIS, intervenants
Formation à la lutte contre les pollutions par hydrocarbures en zone littorale – Session 3	4,5 jours	10-14/09	Industrie pétrolière, ports, administrations, collectivités locales, SDIS, intervenants
Formation à la lutte contre les pollutions par hydrocarbures en zone littorale – Session 4	4,5 jours	17-21/09	Industrie pétrolière, ports, administrations, collectivités locales, SDIS, intervenants
Formation d'Etat-Major à la gestion de crise – Session 2	4 jours	24-27/09	Marine nationale, acteurs du transport maritime...
Formation à l'observation aérienne des pollutions en mer Session 2	3 jours	15-17/10	Personnels volants (Marine nationale, douanes...)
Formation à la lutte contre les pollutions par produits chimiques	3 jours	12-14/11	Industries chimiques, ports, administrations, Marine nationale, SDIS
Rôle des acteurs du transport maritime en cas de pollution	2 jours	27-28/11	Marine nationale, acteurs du transport maritime...

Publications

Guides opérationnels



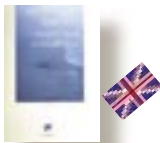
Mieux comprendre les marées noires
2006, 118 p.



Reconnaissance de sites pollués par les hydrocarbures - 2000, 31 p.



Traitement aux dispersants des nappes de pétrole en mer - Traitement par voie aérienne et par bateau - 2005, 54 p.



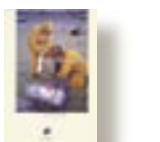
L'observation aérienne des pollutions pétrolières en mer - 2004, 60 p.



Gestion des matériaux pollués et polluants issus d'une marée noire - 2004, 64 p.



Les huiles végétales déversées en mer
2004, 35 p.



Le suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux - 2001, 37 p.



Conteneurs et colis perdus en mer
2000, 82 p.



Le décideur face à une pollution accidentelle des eaux - 2001, 41 p.



La lutte contre les pollutions marines accidentelles : aspects opérationnels et techniques - 1995, 23 p.



Manuel pratique d'utilisation des produits absorbants flottants - 1991, 40 p.

CD-ROM



Les journées d'information du Cedre - Ensemble des conférences présentées aux « journées d'information du Cedre » depuis 1995.



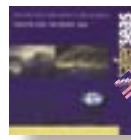
Archives du Prestige : naufrage d'un pétrolier au large du cap Finistère (Galice), le 13 novembre 2002, documentation des opérations de lutte, archives de pollution, Cedre - septembre 2004, version 1.1.



Archives du Ievoli Sun : naufrage d'un chimiquier en Manche le 31 octobre 2000, documentation des opérations de lutte, archives de pollution, Cedre - décembre 2002, version 1.0.



Archives Erika : documentation des opérations Polmar - février 2002, version 1.0.



Les leçons techniques de l'Erika et autres accidents - Actes de colloque - Brest, 13 - 16 mars 2002.



Echange d'expérience sur la lutte en mer en cas d'accident - Actes des colloques : « Du Nakhodka à l'Erika » - Brest, juillet 2000, et « Mieux se préparer aux déversements d'hydrocarbures et de produits chimiques » - Tokyo, octobre 2001.

Guides d'intervention chimique



Sont déjà parus :
Styrène, 2004, 62 p. - **Chlorure de Vinyle**, 2004, 50 p. - **Benzène**, 2004, 56 p. - **1,2 Dichloroéthane**, 2005, 60 p. - **Hydroxyde de sodium en solution à 50 %** - 2005, 55 p. **Acide sulfurique**, **Acrylate d'éthyle**, **Ammoniac**



En préparation :
Xylènes, **Diméthylsulfure**.

A paraître



La lutte contre les pollutions portuaires de faible ampleur - 2006, 52 p.

Contact : service information - documentation - Tél : 02 98 33 67 45 (ou 44).
Descriptifs détaillés sur www.cedre.fr, rubrique publications

Numéro d'urgence
Conseil et assistance 24h/24

Emergency hotline
Advisory services - 24/7

+ 33 (0)2 98 33 10 10



Le *Cedre* est implanté sur la zone portuaire de Brest, rue Alain Colas, à proximité d'Océanopolis, à 15 mn de l'aéroport international de Brest-Guipavas et 10 mn de la gare S.N.C.F. de Brest.

Cedre is located on Brest's port, rue Alain Colas, close to Oceanopolis, 15 min from the Brest-Guipavas international airport and 10 min from Brest's railway station.



La délégation du *Cedre* pour la Méditerranée est installée sur la base IFREMER Méditerranée à Toulon.
Cedre's delegation for the Mediterranean Sea is located on the IFREMER Mediterranean base, in Toulon.
Zone Portuaire de Brégaillon - BP 330
83507 La Seyne/Mer CEDEX
Tél. + 33 (0) 4 94 30 48 78 / 87 - Fax. + 33 (0) 4 94 30 44 15



La délégation du *Cedre* aux Caraïbes est installée sur la Base Navale de Fort Saint-Louis en Martinique.
Cedre's delegation for the Caribbean is located on the Naval base of Fort Saint-Louis in Martinique.
Base Navale, Fort Saint-Louis
BP 619 - 97261 Fort-de-France CEDEX - Martinique
Tél. 5 96 596 59 87 83 - Fax. 5 96 596 59 87 83



715, rue Alain Colas - CS 41836 - F 29218 BREST CEDEX 2
Tél. +33 (0)2 98 33 10 10 - Fax +33 (0)2 98 44 91 38
Courriel : contact@cedre.fr - Internet : <http://www.cedre.fr>

