

Bulletin d'information du *Cedre*

Inauguration XX^e anniversaire du Cedre



Spécial accident de l'Erika



Note de la rédaction

L'emménagement du Cedre dans ses nouvelles installations en mai 1999, puis la pollution de l'Erika, en décembre 1999, ne nous ont pas permis de maintenir la publication du Bulletin d'Information du Cedre à son rythme habituel. Ce numéro, plus volumineux que la norme, couvre la période allant de janvier 1999 à juillet 2000.

ÉDITORIAL

Monsieur le vice-amiral d'escadre Yves Naquet-Radiguet 3
Préfet maritime de l'Atlantique

DOSSIER

Inauguration - XX^e anniversaire du Cedre 4
Christophe Rousseau - Cedre

SPÉCIAL

Accident de l'Erika, Golfe de Gascogne, 12 décembre 1999 10
Claudine Tiercelin, Michel Marchand, Christophe Rousseau - Cedre

ÉTUDES

La dispersion vers de nouvelles limites 20
François Xavier Merlin, Julien Guyomarch - Cedre

INTERVENTIONS

Opération Peter Sif 22
Capitaine de Vaisseau Didier Fauvel -
Division logistique Préfecture maritime de l'Atlantique

ACTUALITÉ

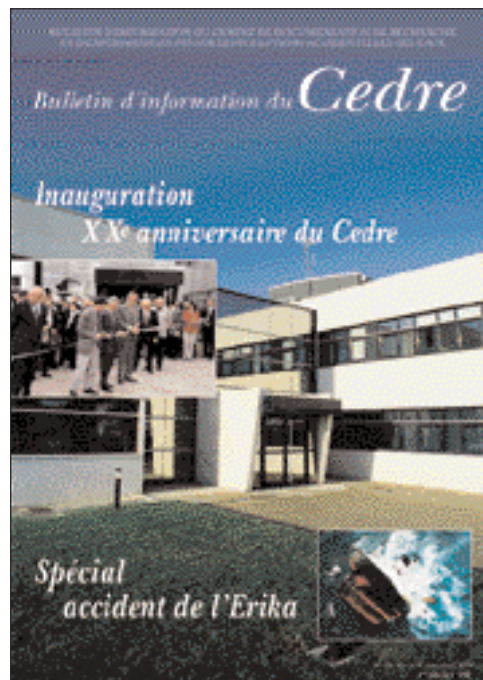
Pollutions estivales 24
Alain Febvre - délégué du Cedre pour la Méditerranée

INTERNATIONAL

Singapour : révision du plan d'intervention contre
les pollutions chimiques 26
Fanch Cabioc'h - Cedre

INFORMATION

Publications du Cedre 27
Guide "conteneurs et colis perdus en mer" 27
Les nouveaux membres de l'équipe du Cedre 27



Photos de couverture :

Le bâtiment du Cedre - L'inauguration du Cedre
Le naufrage de l'Erika

Bulletin d'Information du Cedre

Environnement et techniques de lutte
antipollution

N° 13 - 1^{er} et 2^e Semestres 1999
1^{er} Semestre 2000

Publication semestrielle du Cedre

Rue Alain Colas

BP 20413 - F29604 BREST CEDEX

Tél. + (33) (0) 2 98 33 10 10

Fax. + (33) (0) 2 98 44 91 38

E-mail : cedre@ifremer.fr

Site Internet :

<http://www.ifremer.fr/cedre>

Directeur de la publication : Michel
Girin

Rédacteur en chef : Christophe Rous-
seau

Crédit photographique :

Cedre : couverture (sauf Erika), pp 5 ; 6 ;
7 ; 8 ; 9 ; 12 ; 13 ; 15 (sauf navires) ; 16 ;
18 ; 20 ; 21 ; 24 ; 25 ; 26 ; 27

Marine nationale : couverture (Erika) ;
pp 3 ; 11 ; 14 ; 15 (navires) ; 22 ; 23

Magnum Photos - Jean Gaumy : p 10

Ifremer - O. Barbaroux : p 18

SDSIS 44, Nord-Loire : p 19

Infographie : Cedre : pp 13 ; 20 ; 21

TotalFina : p 17 - Marine nationale : p 23

Photogravure, impression : ICA Société
Nouvelle

Ont collaboré à ce numéro :
Arnaud Bonté, Annie Tygréat

ISSN : 1247-603X

Dépôt légal : 2^e semestre 2000



Vice-amiral d'escadre Yves Naquet-Radiguet, Préfet maritime de l'Atlantique

Le 12 décembre 1999, je me suis trouvé devant la lourde décision d'activer immédiatement un plan Polmar-mer qui n'avait servi qu'en exercice depuis 1980 ou d'attendre que l'importance et l'évolution de la pollution puissent être précisées. J'ai alors sollicité l'avis du Cedre, qui avait rejoint le PC Polmar depuis le matin, aussitôt informé du naufrage de l'Erika, comme le prévoient les textes. L'avis a été clair et circonstancié, basé sur l'exemple d'un autre accident dans des circonstances similaires. Les événements ont confirmé sa pertinence.

Au cours des semaines, puis des mois, dans des circonstances souvent difficiles, le Cedre a constamment assuré auprès de mon état-major la mission de conseil technique qui est la sienne, apportant à nos décisions l'éclairage d'une connaissance unique des pollutions marines accidentelles et de la lutte contre elles. Son expertise et celle de l'outil spécialisé de la Marine nationale, la Commission d'Etudes Pratiques antipollution (CEPPOL), se sont révélées essentielles pour mener, contre l'avis des experts du FIPOL, une lutte en mer déterminée, sur un produit particulièrement difficile à récupérer, dans des conditions qui n'avaient encore jamais été affrontées. Je ne doute pas que les attaques dont le Cedre a été l'objet laisseront, avec le temps, la place à une reconnaissance sans ambiguïté de son travail et de sa compétence. Quand ce qui a été fait sera analysé à froid, il apparaîtra que l'Erika a ouvert la voie vers de nouveaux développements de la lutte en mer. Le public exige déjà que nous fassions mieux et nous devons travailler à y parvenir. Ceci doit être notre objectif : je suis convaincu que nous pouvons l'atteindre.

*Vice-amiral d'escadre Yves Naquet-Radiguet,
Préfet maritime de l'Atlantique*



Inauguration, XX^e anniversaire du Cedre

Christophe Rousseau, Cedre

Le 28 juin 1999, le Cedre fêtait le 20^e anniversaire de sa création et inaugurait ses nouveaux locaux. Cette cérémonie représentait l'aboutissement du projet de développement lancé au début des années 90 par M. Guellec et Mme Melguen, alors président et directeur du Cedre.

M. Maille, président du Cedre, de la Communauté Urbaine de Brest et du Conseil Général du Finistère, a procédé à l'inauguration des nouvelles installations. Pour couper le traditionnel ruban il fut aidé par M. Roy, représentant Mme la ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, M. Guellec, vice-président du Conseil Régional et M. Jagoret, 1^{er} président du Cedre. M. Roncière, Secrétaire Général de la Mer, le vice-amiral d'escadre Naquet-Radiguet, préfet maritime de l'Atlantique, M. Valleix, sous-préfet de Brest, une importante délégation du ministère de la Défense, les membres du conseil d'administration et de nombreuses autres personnalités étaient également présents.

A l'issue de la cérémonie, les invités ont pu visiter l'ensemble des nouvelles installations qui ont été financées en totalité au travers du contrat de plan Etat-Région (Union Européenne, Etat, Région Bretagne, Conseil Général du Finistère, Communauté Urbaine de Brest) et assister sur le plateau technique à diverses démonstrations de mise en oeuvre d'équipement réalisées par les pompiers de la Communauté Urbaine de Brest et les fabricants français de matériel de lutte contre les pollutions.

Lors des discours prononcés par M. Girin, directeur du Cedre, M. Guellec, M. Maille, M. Roncière et M. Roy, l'histoire du Cedre, son rôle, ses missions et l'attachement des ministères de tutelle à notre institution furent largement évoqués.

Les participants furent finalement invités à célébrer cet anniversaire et cette inauguration autour d'un verre de l'amitié.

L'intérêt du développement du Cedre et l'utilité des nouveaux moyens financés par l'Etat et les collectivités territoriales ont été démontrés dès l'achèvement du contrat de plan Etat-Région par l'accident de l'Erika, qui a mobilisé tous les moyens de l'association.

HISTORIQUE ET ÉVOLUTION DES MOYENS

Logé dans un premier temps dans l'ancien quartier des Affaires Maritimes de Brest, le *Cedre* s'est ensuite installé sur le campus du centre de Brest de l'Ifremer, à l'époque CNEXO, au début de l'année 1981.

L'implantation du *Cedre* dans la zone portuaire de Brest n'est pas une nouveauté, c'est plutôt un retour aux sources. En effet, dès 1980, nous utilisons une ancienne fosse de stockage des déchets de *l'Amoco Cadiz* pour créer une plage artificielle nécessaire à nos travaux d'expérimentations de diverses techniques de nettoyage du littoral. Ce plateau technique a grandi, étape par étape, au gré des besoins techniques et des financements (cf. bulletin du *Cedre* n° 3).

UN OUTIL PERFORMANT POUR L'AN 2000

L'objectif fixé par le conseil d'administration du *Cedre* de créer un outil de travail performant pour l'an 2000 est aujourd'hui atteint. Le *Cedre* dispose maintenant d'un plateau technique unique au monde, autorisant un travail en grandeur nature avec déversement effectif de polluant, en toute sécurité pour l'environnement, à l'intérieur d'un périmètre de 2,7 hectares. Ce plateau technique intègre une plage artificielle de 6 000 m², un bassin de 1 800 m² d'une profondeur de 2,5 mètres, un hangar de stockage, un hall d'expérimentations avec un anneau de vieillissement d'hydrocarbures en ambiance contrôlée (polludrome). Le bâtiment inauguré le 28 juin 1999, comprend, sur une surface de 1 900 m², un ensemble de bureaux, une salle de documentation, des locaux de formation, un centre de réponse opérationnelle et des laboratoires. C'est ce nouveau bâtiment et ses fonctionnalités que nous allons vous présenter plus en détails.



La zone d'expérimentations du Cedre avant travaux



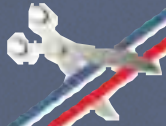
Bétonnage de la plage artificielle - 1994



Bassin profond : terrassement et pose de la membrane - 1994



Construction du bâtiment - 1999



SALLE DE CONFÉRENCES - SALLE DE SÉMINAIRES

Au rez-de-chaussée, et s'ouvrant sur le hall d'entrée, la salle de conférence de 123 m² est dotée d'une régie où sont rassemblés les équipements audiovisuels (magnétoscope, vidéo-projecteur, projecteur de diapositives, table de mixage, sono...). L'ensemble des fonctionnalités de cette salle (éclairage, occultation, vidéo...) est pilotable par le conférencier grâce à un écran tactile de commandes. Un bureau attendant dispose d'une large baie vitrée ouvrant sur la salle elle-même et peut ainsi se transformer immédiatement en cabine d'interprétation simultanée. Le matériel de traduction infrarouge a été précâblé. Depuis son inauguration, cette salle a déjà servi à de nombreuses reprises pour des réunions de travail, des stages de formation (stage Infopol, stage d'observation aérienne des pollutions, stage sur les pollutions littorales, stage d'état-major Marine nationale) et pour des réunions internationales, telles que la 33^e réunion des parties contractantes de l'Accord de Bonn et le comité technique consultatif de la coopérative pétrolière Oil Spill Response Ltd.

Au premier étage, une salle de séminaire de 78 m² est équipée de deux cloisons mobiles isophoniques qui permettent de la transformer rapidement en deux ou trois salles de réunion. Lors des stages de formation, cette salle modulable peut, dans la même journée, être utilisée en salle de cours le matin, en salle de restaurant pour le déjeuner (un office attendant permettant à un traiteur de travailler dans de bonnes conditions) et en trois PC de crise l'après-midi pour un exercice d'état-major.





DOCUMENTATION

Sur une centaine de m², la documentation rassemble 4 000 ouvrages spécialisés et 75 revues nationales et internationales. Le *Cedre* est abonné à 2 serveurs de banques de données qui permettent aux documentalistes d'effectuer des recherches en ligne et d'obtenir des informations à jour qui sont complétées, si nécessaire, par l'interrogation d'Internet.

A cet espace, ouvert à la consultation, est associée une documentation réservée dans laquelle l'équipe permanente accède à la collection complète des 2 000 rapports d'études rédigés par les ingénieurs et techniciens du *Cedre* depuis sa création. Une salle d'archives vient compléter cet ensemble.

CENTRE DE REPOSE OPERATIONNELLE

Pour remplir sa mission d'assistance opérationnelle, le service "Intervention" dispose d'une salle spécialisée de 50 m² divisée en deux par une large porte coulissante.

Une partie est dédiée aux réponses téléphoniques. L'ingénieur d'astreinte y dispose d'un accès immédiat à la documentation papier d'urgence (guides, manuels), aux banques de données informatisées (plus de 100 000 produits sur CD-Rom), aux modèles prévisionnels de comportements de produits (dérive, dispersion...). Une collection de 700 cartes marines peut également y être consultée.

L'autre salle, dédiée à la réflexion et à l'élaboration des réponses complexes, dispose d'une grande table de réunion, d'un écran pour projection, d'une volumineuse documentation papier (plans Polmar, PSS eaux intérieures, plans privés, monographies sur les produits chimiques, cartes terrestres). C'est également une salle destinée au retour d'information (accès à une quarantaine de chaînes de télévision par satellite, magnétoscope...).





LABORATOIRES

Au rez-de-chaussée et à proximité du hall d'expérimentations, le service "Recherche et Développement" dispose de 160 m² de laboratoires. Cette surface est partagée en locaux fonctionnels :

- une entrée spacieuse destinée à recevoir et stocker temporairement les échantillons dans l'attente de leur traitement ;
- une petite salle réservée à l'analyse granulométrique des échantillons de sédiments, activité salissante et poussiéreuse qu'il convenait d'isoler quelque peu ;
- un local dédié à la préparation des échantillons avant l'analyse proprement dite (extraction des sédiments pollués), ainsi qu'aux opérations effectuées sous reflux (mesure des teneurs en eau des émulsions) ou à des distillations et étêtages de pétroles ; à cet effet, ce local est doté de 2 hottes d'extraction ;
- la pièce principale (70 m²), cœur du laboratoire, elle-même divisée en deux zones fonctionnelles distinctes, l'une d'analyse chimique proprement dite et l'autre de tests sur les produits de lutte :
 - la première zone est dotée d'équipements d'analyse par spectrophotométrie (visible et ultraviolet), par pHmétrie, par chromatographie liquide haute performance et chromatographie en phase gazeuse. Elle dispose également d'une hotte d'extraction où sont pratiqués les fractionnements sur colonne ;
 - la zone de tests regroupe des équipements de base : une hotte d'extraction, les balances courantes et de précision (cette dernière est isolée dans une petite annexe), le viscosimètre avec son cryothermostat et les équipements plus spécifiques, notamment les montages servant aux



contrôles des produits de lutte (ex : tests d'efficacité pour les produits dispersants, absorbants) et à la mesure du point d'éclair. Une cabine climatisée permettant la réalisation des tests et mesures à température contrôlée vient compléter l'ensemble.

Enfin des locaux utilitaires :

- une laverie pour nettoyer et préparer la verrerie de laboratoire, pièce pourvue d'une hotte d'extraction, d'une étuve et d'un four ;
- un local de stockage pour le matériel et les échantillons de produits ;
- une pièce aérée pour le stockage des réactifs et produits chimiques ;
- une pièce prévue pour servir au développement d'activités annexes ne supportant pas la cohabitation avec la chimie : écotoxicologie (ex. mesures de toxicité au "microtox") ou microbiologie.



Ces nouveaux locaux fonctionnels, clairs et spacieux, fournissent des conditions de travail bien adaptées aux missions principales de l'équipe :

- le soutien analytique aux programmes de recherche et développement tels que les études sur le comportement des polluants (en complément naturel du canal d'essai "polludrome" dont s'est doté le Cedre) et les évaluations des techniques de lutte et de leur impact ;
- le contrôle et l'agrément des produits de lutte (dispersants, absorbants...);
- et bien entendu, en cas de pollution, la réalisation de diverses analyses, notamment sur le polluant, pour mieux apprécier la pertinence et le bien-fondé des options de lutte qui sont recommandées (choix et modes de mise en oeuvre des techniques proposées, recherche des produits les plus appropriés).

ABSTRACT

On June 28, 1999, Cedre celebrated its 20th anniversary and inaugurated its new premises. This event represented the outcome of the expansion scheme launched at the beginning of the nineties by Mr Guellec and Mrs Melguen, respectively President and Director of Cedre at the time. The objective of creating a high performance tool for year 2000, set by the Board of Directors of Cedre, is now achieved.

Cedre's technical facilities, which are unique in the world, make it possible to create a real oil spill, in actual scale and environmentally safe conditions within a 6.67 acres area.

The main conference room welcomes training sessions, international meetings and seminars, as was already the case for a Bonn Agreement parties' meeting and a Technical Committee of

OSRL Ltd. On the first floor, an additional conference room, which can be divided in 3 smaller ones, allows to work in groups. In the operational response rooms, the engineer on duty has immediate access to paper emergency documentation, computerised databases (more than 10,000 products on CD-ROM), drift and weathering models.

The documentation contains 4,000 specialised books and 75 national and international reviews, together with the 2,000 reports and works written by Cedre's staff since its creation.

The laboratories, spacious and functional, are used for the storage and the analysis of sediment, water and pollutant samples, together with response products approval tests.

Accident de l'Erika, Golfe de Gascogne (Sud-Bretagne), 12 décembre 1999

Claudine Tiercelin, Michel Marchand, Christophe Rousseau, Cedre



Le 11 décembre 1999, le pétrolier maltais *Erika*, chargé de 31 000 tonnes de fuel lourd n°2, en route de Dunkerque (France) à Livourne (Italie), est pris dans des conditions météorologiques très défavorables (vent d'Ouest force 8 à 9, creux de 6 m). Après avoir lancé un message d'alerte, puis procédé à des transferts de cuve à cuve, le capitaine informe les autorités qu'il maîtrise la situation et fait route vers Donges à vitesse réduite. Le 12 décembre, à 6h05 du matin, il lance un SOS : son navire est en train de se casser en deux. L'équipage est évacué sain et sauf par des hélicoptères de la Marine nationale aidés par des renforts de la Royal Navy pendant que le navire se casse en deux à 8h15 (heure locale) dans les eaux internationales, à une trentaine de milles au sud de la pointe de Penmarc'h (Pointe sud du Finistère). La quantité déversée au moment du naufrage est alors estimée entre 7 000 et 10 000 tonnes.

La partie avant du navire sombre dans la nuit du 12 au 13 décembre à peu de distance du lieu de la cassure. La partie arrière, prise en remorque le 12 décembre à 14h15 par le remorqueur de haute mer *Abeille Flandre*, pour empêcher sa dérive vers Belle-Ile, coule le lendemain à 14h50. Les deux morceaux de l'épave, éloignés de 10 km l'un de l'autre, gisent à environ 120 mètres de profondeur.

Hélicoptère à bord

© Jean Gaumy / Magnum Photos

NAVIRE

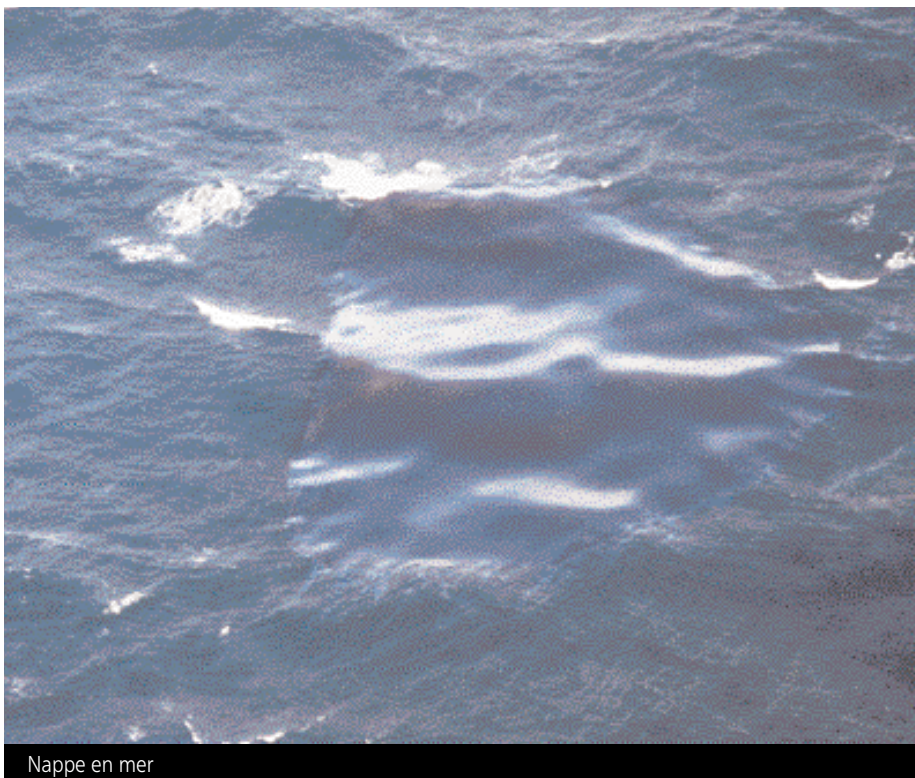
| | |
|---------------------------|---|
| Nom | ERIKA |
| Construction | KASADO DOCK Co Ltd, Japon, 1975 |
| Type | Pétrolier simple coque à ballasts séparés |
| Port en lourd | 37 283 tonnes |
| Citernes | 9 citernes cargaison - 4 ballasts |
| Longueur | 184 m |
| Tirant d'eau | 10,9 m |
| Moteur | Sulzer - 13 200 chevaux |
| Cargaison | 31 000 tonnes de fuel n°2 |
| Bunker | 280 tonnes |
| Diesel Marine | 132 tonnes |
| Pavillon | Maltais |
| Propriétaire | TEVERE SHIPPING (Malte) |
| Gérant | PANSHIP |
| Société de classification | RINA |
| P&I Club | Steamship Mutual Underwriting Association |
| Affrètement au voyage | TOTALFINA |

CIRCONSTANCES

Les premières observations aériennes des avions des Douanes et de la Marine nationale indiquent plusieurs nappes dérivant en mer, dont l'une, de 15 km de long, est estimée à 3 000 tonnes. Ces nappes se déplacent vers l'Est à une vitesse de l'ordre de 1,2 nœud. Dans les jours qui suivent, les observations aériennes mettent en évidence des chapelets de nappes formées de plaques épaisses (5 à 8 cm d'épaisseur) qui tendent à se fragmenter tout en continuant à dériver parallèlement à la côte. Le 16 décembre,

des petites nappes d'environ 100 m de diamètre se concentrent dans une zone de 25 km de long sur 5 km de large. A compter du 17 décembre, elles montrent une tendance à s'enfoncer de quelques centimètres sous l'eau.

Les premiers arrivages à la côte sont observés dans le Finistère sud le 23 décembre, soit 11 jours après l'accident. Des arrivages disséminés se poursuivent les jours suivants, atteignant les îles du Morbihan (Groix et Belle-Ile) le 25 décembre, et la Vendée, au nord de Noirmoutier, le 27 décembre. En raison



Nappe en mer

des conditions météorologiques très mauvaises (vents supérieurs à 100 km/h soufflant perpendiculairement à la côte) et de très forts coefficients de marée, la pollution est projetée très haut sur l'estran, atteignant le sommet de falaises hautes de plus de 10 mètres. Le 26 décembre, soit 14 jours après l'accident, l'île de Groix, face à Lorient, est très affectée et le gros de la pollution atteint la Loire-Atlantique au nord et au sud de la Loire. Une couche visqueuse de 5 à 30 cm d'épaisseur recouvre certaines zones du littoral sur plusieurs mètres de large.

ORGANISATION
DE LA LUTTE

Le plan Polmar-mer est déclenché le 12 décembre à 18h00 par le Préfet maritime de l'Atlantique. Dès le lendemain, la Marine nationale prépare deux bâtiments de soutien de haute-mer équipés pour la lutte antipollution, en vue d'une intervention dès que le temps le permettra et engage des discussions pour la mobilisation de moyens des pays membres de l'Accord de Bonn.

Le Biscaye Plan, convention d'assistance mutuelle franco-espagnole (signée le 7/12/99), est activé le 19 décembre à 16h00.

Les plans Polmar-terre de Vendée et de Charente-Maritime sont déclenchés dès le 22 décembre. Ces départements ne seront respectivement touchés par la pollution que les 27 et 31 décembre. Le plan Polmar-terre du département de Loire-Atlantique est déclenché le 23 décembre, 3 jours avant l'arrivée des nappes à la côte. Les plans Polmar-terre des départe-

Un bureau régional de demandes d'indemnisation commun au FIPOL et à l'assureur du navire est ouvert à Lorient dès le début des arrivages à la côte. Un montant d'environ 76 millions de FF (11,4 millions d'€) est prévu pour l'indemnisation des victimes auprès de l'assureur-responsabilité du propriétaire du navire. Des indemnités complémentaires pouvant atteindre 1,119 milliard de FF (168 millions d'€) seront disponibles auprès du FIPOL, soit donc un total de 1,195 milliard de FF (179 millions d'€).

tements du Finistère (touché le 23 décembre) et du Morbihan (touché le 24 décembre) sont déclenchés le 24 décembre. Au total, cinq départements déclenchent les plans Polmar-terre.

CARACTÉRISTIQUES ET COMPORTEMENT DU PRODUIT

Bulletin d'analyse du fuel n°2 de l'Erika

| | |
|--------------------|---|
| Densité | 1.0025 |
| Point d'écoulement | 3°C |
| Viscosité | 38 cSt (100°C) 555 cSt (50°C) 20 000 cSt (10°C) |
| Soufre | 2,28 % |
| Vanadium | 82,7 ppm |
| Nickel | 45 ppm |
| Asphaltènes | 3,78 % |

Source : TotalFina

Le produit pétrolier transporté par l'Erika est un fuel lourd, produit utilisé pour deux types d'application : la combustion industrielle (centrales thermiques, fours, cimenteries...) et l'alimentation des navires propulsés par des moteurs diesel lents et de grosse puissance. C'est un mélange de 10 % de fluxant léger, 30 % de fluxant lourd et 60 % de produits de distillation sous vide. Ce fuel a une densité très proche de celle de l'eau de mer. Transporté réchauffé, il présente à température ambiante une viscosité élevée (20 000 cSt à 10°C). Il n'est donc pas dispersible chimiquement : la lutte en mer par épandage de dispersants, que ce soit par avion ou depuis des navires, était donc exclue.

Le jour même du naufrage, le Cedre obtient de la raffinerie TotalFina de Dunkerque environ 100 kg du fuel n°2 qui a été chargé sur le pétrolier Erika. Après sa mise en place dans l'anneau d'expérimentation (polludrome) du Cedre, le 13 décembre, il apparaît que le produit n'a aucune tendance à se disperser naturellement dans l'eau, reste flottant et se fragmente peu. Sa viscosité monte dans la journée à 70 000 cSt, tandis qu'il forme une émulsion atteignant 30 % d'eau. L'émulsion atteint 50 % d'eau (viscosité : 350 000 cSt) en deux jours et se stabilise à ce niveau. En mer, le produit s'est également émulsionné mais les teneurs en eau sont restées aux alentours de 30 %.

Les analyses effectuées sur des échantillons prélevés sur la côte montrent des teneurs en eau voisines de 50 %.

La formation d'émulsion augmente le volume de produit polluant dérivant en mer et en même temps le rend de plus en plus collant. Ceci permet de confirmer à la Marine nationale que le fuel lourd de l'Erika sera difficilement récupérable et ne pourra être pompé que sous réserve d'être additionné d'eau. C'est ce qui est fait et les opérations de lutte en mer permettent de récupérer plus de 1 200 m³ de produit émulsionné.

Une analyse complète de la composition chimique du produit a été réalisée par l'Institut Français du Pétrole (IFP), ainsi que par d'autres laboratoires : le LASEM (Laboratoire Analyses Surveillance Expertise de la Marine nationale), le Cedre, le MNHN (Muséum National d'Histoire Naturelle), l'IFREMER, l'Université de Bordeaux.

Composition chimique du fuel de l'Erika

| | |
|---------------------------|-----------|
| Hydrocarbures saturés | 22 - 30 % |
| Hydrocarbures aromatiques | 42 - 50 % |
| Résines et asphaltènes | 21 - 36 % |

Les résultats des fractionnements dépendent des protocoles opératoires. Selon la nature et la polarité des solvants utilisés, les coupures entre les familles peuvent être sensiblement différentes, ce qui modifie leurs proportions relatives. Nous retiendrons que le produit transporté par l'Erika contient de l'ordre de 25 % de produits lourds (résines et asphaltènes) et près de 50 % d'hydrocarbures aromatiques. Les hydrocarbures aromatiques regroupent les composés pétroliers qui présentent un certain potentiel toxique, soit sous forme d'une toxicité directe

(intoxication), soit par un effet mutagène ou cancérogène. L'incidence de ce potentiel toxique sur le milieu vivant dépend des conditions d'exposition (solubilité des composés, durée d'exposition) ou des possibilités de transfert dans la chaîne alimentaire.

ÉVOLUTION DU PRODUIT

L'évaporation dépend en premier lieu de la nature du produit déversé, mais également des conditions extérieures. Elle peut être très importante pour certains pétroles bruts légers (30 à 40 % lors de la pollution de l'Amoco Cadiz). Les produits lourds, comme celui de l'Erika, sont beaucoup moins influencés par le processus d'évaporation, qui touche moins de 10 % de leur masse.

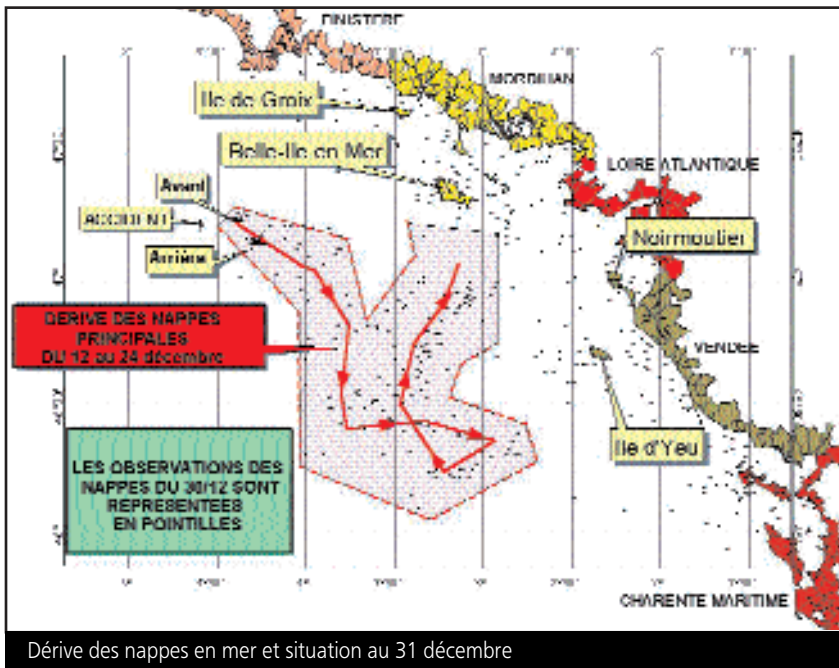
Les fuels lourds sont donnés comme insolubles dans l'eau. Toutefois, le fuel lourd de l'Erika contenait des fractions monoaromatiques (6,6 %) et diaromatiques (5,9 %) qui présentent une certaine solubilité dans l'eau. La contamination de l'eau de mer peut résulter également d'une fragmentation du produit sous l'action des vagues et de la turbulence de l'eau, provoquant la production de gouttelettes et de boulettes d'hydrocarbures de tailles variées, capables de dériver selon les mouvements des masses d'eau. A l'appui de cette hypothèse, il faut souligner que de nombreux petits fragments de pétrole se sont retrouvés régulièrement échoués sur les plages. Le fait d'avoir affaire à un produit pétrolier caractérisé comme insoluble n'exclut pas une possible contamination de la masse d'eau.

PRÉVISIONS DE DÉRIVE DES NAPPES ET OBSERVATIONS

Dès le 12 décembre, le Préfet maritime de l'Atlantique lance un programme quotidien de vols de surveillance par les avions spécialisés des Douanes (avions Polmar I et II) et des avions de la Marine nationale. Par ailleurs, plusieurs modèles prévisionnels de dérive de nappes en mer sont activés. En tout premier lieu, le modèle MOTHY, développé par Météo-France dans le cadre d'une collaboration avec le Cedre menée ces quatre dernières années à l'initiative du Secrétariat Général de la Mer. Le modèle avait pu être



Vieillessement du fuel dans le polludrome



Dérive des nappes en mer et situation au 31 décembre

testé en Manche sur des pollutions expérimentales ou réelles, mais pas encore dans le golfe de Gascogne. Le second modèle est le modèle britannique OSIS, modèle commercial disponible en Europe, développé à partir d'un projet financé par la Communauté Européenne, dont le *Cedre* a acquis une licence et qui a été testé en Manche sur des pollutions expérimentales et accidentelles. Le troisième modèle est le modèle américain OILMAP, dont la coopérative pétrolière de lutte antipollution Oil Spill Response Ltd (OSRL) possède une licence et que Total-Fina, membre de cette coopérative, a fait mettre en œuvre.

Les prévisions de ces différents modèles le jour de l'accident ont de quoi inquiéter. Les nappes doivent avoir dépassé l'île d'Yeu (Vendée) le 17 décembre pour le modèle américain OILMAP. Elles s'approchent de l'île le même jour selon le modèle britannique OSIS. Par contre, selon le modèle MOTHY de Météo-France, les nappes restent encore loin au large ; cette dernière prévision de dérive se montre la plus proche des observations aériennes.

Dès le 14 décembre, il apparaît clairement que la prévision de Météo-France est de loin la meilleure. Une cellule de crise s'installe au centre de prévisions marines de Météo-France à Toulouse, pour chaque jour recalculer les prévisions de dérive, au vu des résultats des obser-

vations aériennes. Recalage après recalage, les prévisions de Météo-France sont de plus en plus systématiquement vérifiées. Relayées vers les autorités terrestres par la Préfecture maritime et le *Cedre*, elles deviennent tout naturellement l'information de référence.

OBSERVATIONS

Les satellites ont peu de chance de repérer les nappes de l'*Erika*. Ceux qui "voient" jour et nuit (ex : Radarsat, ERS) avec leurs radars capables de repérer la différence de rugosité de surface de l'eau provoquée par une nappe d'huile, perdent cette capacité quand la mer est trop calme ou, comme ce fût le cas ici, trop forte. Ceux qui "voient" dans le spectre visible et l'infrarouge (ex : SPOT) sont aveugles la nuit et par temps nuageux. Ils ne peuvent disposer que de rares créneaux de ciel dégagé et sont gênés par la houle qui déferle sur les nappes. Les uns et les autres, en orbite polaire, ne passent sur la zone qu'un jour sur dix. De fait, aucune image satellitale exploitable ne peut être obtenue, contrairement à ce qui s'était passé en 1996 lors de la marée noire du *Sea Empress* au Pays de Galles.

Tout le travail d'observation repose donc sur les avions des Douanes ou de l'Aéronavale, dans des conditions météorologiques difficiles pour les hommes et le matériel.

LIMITES DE LA PRÉVISION

Aussi soignées soient-elles, les prévisions ne sont pas une information absolue. La position des nappes et le modèle de dérive sont toujours sujets à incertitudes. La position des nappes, 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, au fil de leur dérive et de leur désagrégation. Le modèle de dérive intègre, de plus, une incertitude à l'approche du littoral, où les phénomènes de vents et de courants locaux apportent, comme toujours, des interférences difficilement prévisibles.

Dès le 15 décembre, un vol est spécifiquement consacré à la recherche de plaques de fuel en avant du front des nappes. Ce vol et les observations ultérieures ne montrent rien. 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. Elle peut provenir soit du navire avant sa cassure, soit des épaves.

L'essentiel de la pollution est bien arrivé, du 24 au 27 décembre, dans la zone indiquée par la prévision de dérive. Mais des nappes moins importantes, qui ont touché le littoral du Morbihan à l'ouest de Belle-Ile, ont aussi échappé aux observations aériennes et n'ont pas pu être prises en compte dans les prévisions de dérive. C'est seulement le 30 décembre, quand la houle soulevée par la tempête s'est enfin calmée, qu'il est possible au Préfet maritime de mettre simultanément en œuvre 4 avions pour un inventaire complet au large des côtes touchées. Cet inventaire met en évidence des centaines de plaques (1 à 5 m de diamètre) et de galettes (moins de 1 m) et une multitude de lignes de boulettes. Ce qui n'était pas arrivé à terre était bien là, ni coulé, ni disparu, mais désagrégé en une multitude de petites unités invisibles par mer forte.

Il est encore trop tôt pour tirer un bilan complet de ce qui a été vu et prévu, afin



Opération de lutte en mer - Ailette (Marine nationale)

de faire progresser le savoir-faire et les procédures. Mais plusieurs axes de réflexion sont déjà ouverts :

- sur les capteurs embarqués à bord des avions et satellites : face à un produit faisant très peu d'effet "mer d'huile", par forte houle, les capteurs infrarouges des avions se sont montrés plus efficaces que les capteurs radars aéroportés et satellitaires ;
- sur le repérage des nappes et plaques cheminant à demi-submergées, sous quelques centimètres à quelques mètres d'eau ;
- sur le perfectionnement de la prévision aux approches du littoral, où le besoin de performance est le plus élevé alors que les phénomènes perturbateurs se multiplient ;
- sur les moyens d'accélérer la communication d'une information fiable, claire et complète entre les observateurs, les analystes, les prévisionnistes, les décideurs, les médias et le public.

LUTTE EN MER

Le fuel de l'*Erika* n'étant pas dispersible, l'unique option de lutte au large est le confinement et la récupération. Tenter d'agglomérer le polluant, de le rendre plus consistant pour le ramasser avec des chaluts de surface, accumule une multitude de problèmes techniques très difficiles à gérer en haute mer, depuis le transport et l'épandage des produits agglomérants nécessaires jusqu'aux opérations de chalutage et surtout de remontée à bord. C'est donc le pompage qui est retenu. Un pompage difficile du fait de la viscosité du produit et des mauvaises conditions de mer, mais "facilité" en même temps par l'épaisseur des nappes.

L'accident du pétrolier *Sea Empress* au pays de Galles, en 1996, avait déjà montré qu'en Europe les accords d'assistance mutuelle pouvaient permettre d'amener sur le site d'un déversement majeur et de faire travailler ensemble plusieurs navires de pays voisins. Après l'accident de l'*Erika*, la décision est prise par la Marine nationale d'engager une lutte au

large avec les deux navires français disponibles *Alcyon* et *Ailette*, un navire hollandais *Arca*, un allemand *Neuwerk*, un britannique *British Shield* et deux espagnols *Ibaizadal II* et *Alonso de Chaves*. Ces deux derniers ne sont malheureusement pas encore équipés du matériel de récupération dont ils doivent être pourvus.

Par une mer très formée, le 15 décembre, le bâtiment de la Marine nationale *Ailette* tente une mise en œuvre du récupérateur TRANSREC, sans succès. D'autres essais de pompage, menés le 16 décembre, conduisent finalement à renoncer au récupérateur TRANSREC au profit du récupérateur FOILEX. Les conditions de mer très difficiles forcent à reporter les tentatives de lutte, des dommages matériels étant survenus le 18 décembre. Un bitumier est mis à la disposition de la Marine nationale par la société TotalFina pour la récupération du produit pompé. Le 20 décembre, 60 m³ de fuel sont récupérés, ce qui confirme la faisabilité de l'opération. Le 21 décembre, le volume récupéré en mer est de 500 m³. Le 22 décembre, malgré les conditions météorologiques fortement dégradées, il est proche de 1 000 m³. A l'arrêt des opérations, le 23 décembre, la quantité d'émulsion récupérée en mer atteint 1 200 m³. Le 30 décembre, les conditions météorologiques favorables



Le Neuwerk



Le British Shield

permettent de petites opérations de pompage par l'*Elan* (dispositif DACAMA et pompe FOILEX) et de chalutage par des bateaux de pêche (8 m³ récupérés) au large de la Vendée. Dans des conditions de mer particulièrement difficiles, la lutte en mer a permis d'extraire 1 200 tonnes de fuel, sauvant des milliers d'oiseaux de mer, épargnant au littoral un impact important et évitant aux opérations à terre les efforts et le coût du ramassage et de l'élimination de 11 000 à 12 000 tonnes d'algues, sables, galets et débris souillés.

A partir du 16 février, un dispositif de recherche de nappes d'hydrocarbures navigant entre deux eaux ou posées sur le fond de la mer est mis en place au voisinage de l'épave et à proximité des côtes. Une équipe de plongeurs démineurs procède à des observations sous-marines le long des côtes de Loire-Atlantique et du Morbihan. A partir du 21 février, deux navires d'IFREMER équipés de dragues investiguent la ligne bathymétrique des 10 m. Un navire hydrographique de la Marine nationale procède quant à lui à des recherches sur la ligne des 50 m, équipé d'un gréement traîné de la surface jusqu'au fond pour tenter de repérer des nappes sous la surface. Aucun des moyens mis en œuvre n'a pu détecter quoi que ce soit dans la masse d'eau.



L'Alonso de Chaves



L'Arca



Arrivage massif en Loire-Atlantique

LUTTE A TERRE

En prévision de l'arrivée des nappes à terre, des barrages sont déployés sur la majorité des sites sensibles tout au long du littoral menacé. Ces matériels proviennent des stocks Polmar et de la coopérative pétrolière FOST, mobilisée par la société TotalFina. Des chantiers de nettoyage grossier des plages, des rochers et des enrochements sont mis en place dès l'arrivée des nappes à la côte. Plus de 5 000 professionnels et volontaires vont travailler sur le littoral dans des conditions souvent très difficiles. Une fois le nettoyage grossier achevé, la phase de nettoyage fin peut débuter. Malheureusement, en de nombreux endroits, de nouveaux arrivages à la côte anéantissent le travail déjà réalisé. D'autre part, en particulier en Loire-Atlantique et en Vendée, les conditions météorologiques très mauvaises liées à de forts coefficients de marée provoquent l'enfouissement des nappes d'hydrocarbures sous plusieurs dizaines de centimètres de sable, entraînant la formation de mille-feuilles soumis ultérieurement à des phases d'érosion et d'engraissement selon la période de la marée. De nombreux essais de produits et de matériels sont effectués. Peu d'entre eux se révèlent pleinement efficaces, en raison de la très grande viscosité du fuel, et le ramassage manuel s'avère être la seule solution dans un premier temps. Pour les enrochements, la technique du lavage

aux nettoyeurs haute-pression couplée à une récupération des effluents par absorption est retenue. Sur les plages, les machines de criblage permettent de récupérer les galettes et les boulettes déposées en surface.

Divers outils et techniques, nouveaux ou améliorés, sont testés avec succès et l'information est diffusée par le *Cedre* auprès



Nettoyage d'enrochements au nettoyeur haute-pression



Pose de filets pour la récupération des effluents de nettoyage

des différents PC Opérationnels, dont notamment :

- la récupération d'éclaboussures de pétrole sur film d'hivernage en polypropylène non tissé, lors de lavage par jet haute pression d'enrochements hétérogènes ;
- la filtration d'effluents de lavage de rochers et de lavage naturel de galets en bas de plage par des filets à civelles et filets de chantiers de construction ;
- l'alternance de labourage (ou de hersage profond) et de passage de cribleuse pour la récupération de boulettes de polluant enfouies jusqu'à 25-30 cm dans les plages ;
- le labourage de plages en zone de balancement des marées pour permettre la reprise par la mer de boulettes de fuel enfouies et leur dépose ultérieure en haut de plage.

DÉCHETS

Comme dans toute grande pollution, le stockage, le transport et l'élimination des déchets (algues, sables, galets, débris souillés) deviennent rapidement un sérieux problème. De nombreux stockages provisoires sont improvisés en haut de plage dès le début des opérations. Une vingtaine de stockages intermédiaires est ensuite créée pour regrouper les déchets sur un secteur. TotalFina annonce rapidement qu'il prendra en charge cet aspect de la lutte. Les 1 200 tonnes de pétrole émulsionné récupérées en mer sont accueillies, puis traitées, au sein de la raffinerie Elf de Donges. Cette même raffinerie consti-

tue ensuite le premier stockage lourd des déchets collectés. Cinquante-cinq mille tonnes de capacités sont ainsi créées. Pour le Sud-Loire, un stockage de 18 000 tonnes est établi à Frossay. Par la suite, 2 autres stockages lourds sont constitués à l'extérieur de la raffinerie de Donges : Arceau 1, d'une capacité totale de 70 000 tonnes puis Arceau 2, de 57 000 tonnes. En janvier, le rythme des transferts entre les stockages provisoires et les stockages lourds est de plus de 100 camions par jour ; en février/mars, d'une cinquantaine. Fin juillet 2000, les stockages intermédiaires sont tous vides et Arceau 2 a reçu plus de 50 000 tonnes de déchets. Au total, environ 200 000 tonnes de déchets ont été collectées en septembre 2000.

Pour le traitement, un cahier des charges est établi par TotalFina avec l'aide d'un

tie arrière par une profondeur de 128 mètres. Au mois de janvier, la température, élément déterminant de l'état des hydrocarbures, est mesurée à 9°C près du fond. Dans ces eaux, la température ne dépasse pas 12°C en été.

La partie avant repose entièrement retournée et droite sur le fond. Son état général externe est relativement bon. Les déformations qu'elle a subies paraissent superficielles, hormis dans la zone de fracture à l'arrière du tronçon. La partie arrière de l'épave repose sur sa quille. De nombreux débris de tôles ou d'équipements arrachés au pétrolier lors du naufrage jonchent le site. La structure externe de la coque et du pont s'avère globalement intacte, excepté dans la zone de fracture de la coque à l'avant du tronçon. Le château arrière paraît être en



Evacuation des déchets dans une crique en pied de falaise (inaccessible aux engins lourds) : les seaux sont vidés dans une benne qui sera ensuite grutée.

comité d'experts. La société Brézillon, choisie parmi 11 soumissionnaires, aura 2 ans pour traiter l'ensemble des déchets.

ÉTAT DES ÉPAVES

Le fond sur lequel gisent les épaves, à une trentaine de milles au sud de la pointe de Penmarc'h et à une cinquantaine de milles à l'ouest de Belle-Ile, est une vaste étendue de sable vaseux. Sur site, les courants de marée sont modérés et ne dépassent pas 0,8 nœud. La partie avant repose par une profondeur de 114 mètres et la par-

assez bon état et s'élève à près de 30 mètres au-dessus du fond.

Une première mission de repérage des épaves a été effectuée par le chasseur de mines *Pégase* de la Marine nationale peu de temps après le naufrage. La position exacte des deux épaves a ainsi été précisée. Un PAP (Poisson Auto Propulsé = robot télé-opéré équipé d'une caméra) a ramené à cette occasion les premières images de la partie avant de l'épave. Les conditions de visibilité, ainsi que la dimension de l'épave par rapport au

champ de vision de cet engin, ont rendu très délicate l'interprétation de ces images. Un autre navire, le supply *Abeille-Supporter*, a pu mettre en œuvre son ROV (Remote Operated Vehicle = robot sous-marin télé-opéré) d'exploration *AbysSub* dans la soirée du 31 décembre sur le tronçon arrière de l'épave. Une première mission d'investigation s'est déroulée les 1^{er} et 2 janvier 2000, permettant de reconnaître formellement l'épave et montrant sa position sur le fond. Une investigation fine de l'épave a ensuite été menée par le *Marianos*, navire de recherche affrété par la société TotalFina, fournissant des éléments précis en vue de l'établissement de la méthode de neutralisation des hydrocarbures demeurant dans l'épave.

POMPAGE DU FUEL

La société TotalFina s'engage auprès de l'Etat français à neutraliser sous son contrôle le danger représenté par les hydrocarbures contenus dans les épaves de l'*Erika*. Un inventaire des principales méthodes permettant la neutralisation des hydrocarbures (soutes et cargaison), encore contenus dans les épaves est alors réalisé. L'analyse des différentes méthodes montre que le pompage de la cargaison et des soutes présente le plus d'avantages, en particulier du point de vue de la sécurité et de la protection de l'environnement lors de sa mise en œuvre.

La méthode générale du pompage ayant été retenue, différentes techniques de mise en œuvre de cette solution sont proposées par des sociétés spécialisées en intervention sous-marine. La technique retenue par TotalFina est validée par le comité de pilotage et le collège d'experts de l'Etat. Elle consiste à soutirer les hydrocarbures par différence de pression hydrostatique entre l'épave et un réservoir intermédiaire posé sur le fond et maintenu en dépression relative contrôlée. Immédiatement en sortie de l'épave et avant leur arrivée dans le réservoir intermédiaire, les hydrocarbures sont fluidifiés, afin de faciliter leur transfert, par mélange à un diluant (Ester Méthylique de Colza, EMC), sans danger pour l'environnement. Une fois dans le réservoir, le mélange hydrocarbure-diluant est envoyé de manière continue vers la surface au moyen d'une pompe à

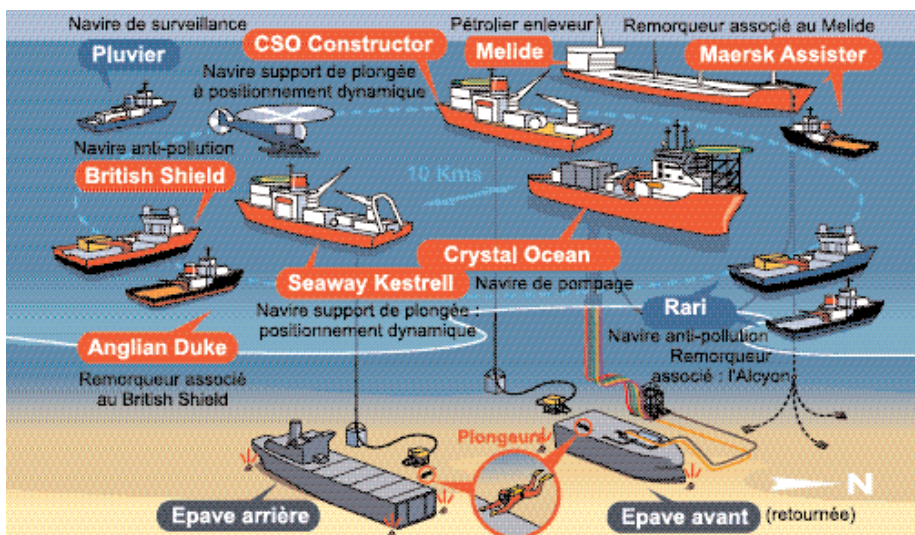
double vis. Une phase de nettoyage fin de l'épave, consistant à éliminer le maximum d'hydrocarbures résiduels retenus dans les épaves après la phase de pompage est prévue par injection d'Ester Méthylique de Colza.

Diverses sociétés d'intervention sous-marine ont proposé leurs offres de travaux à TotalFina. Après étude des dossiers, la société choisie pour mener l'intervention est le consortium franco-norvégien Coflexip/Stena Offshore/Stolt Offshore. La préparation des deux morceaux de l'épave, éloignés l'un de l'autre de 10 km, débute à la mi-mai par une phase de reconnaissance et la mise en place du chantier par l'entrepreneur. Les perçages de la coque et l'installation de modules de raccordement au dispositif de pompage sont lancés début juin. Ils sont effectués de manière télé-opérée avec des robots (ROV) ainsi que par des

plongeurs qui interviennent notamment sur les points difficilement accessibles. Cette phase a commencé par l'équipement de la partie avant de l'épave avant de s'engager sur la partie arrière, plus complexe en raison de l'encombrement du pont. Un peu plus de 10 000 tonnes de fuel lourd sont récupérées lors du pompage principal des épaves auxquelles s'ajoutent 1 200 tonnes lors du pompage de finition.

IMPACT SUR LES OISEAUX

La Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) a recensé plus de 63 000 oiseaux mazoutés, recueillis depuis le 15 décembre. Ils ont été acheminés vers 14 centres de soins en France, 1 en Angleterre, 10 en Belgique et 10 en Hollande. Cet impact direct sur les oiseaux marins est le plus important enregistré à ce jour lors d'une marée noire. Cinquante-huit espèces d'oi-



Positionnement des navires autour des épaves

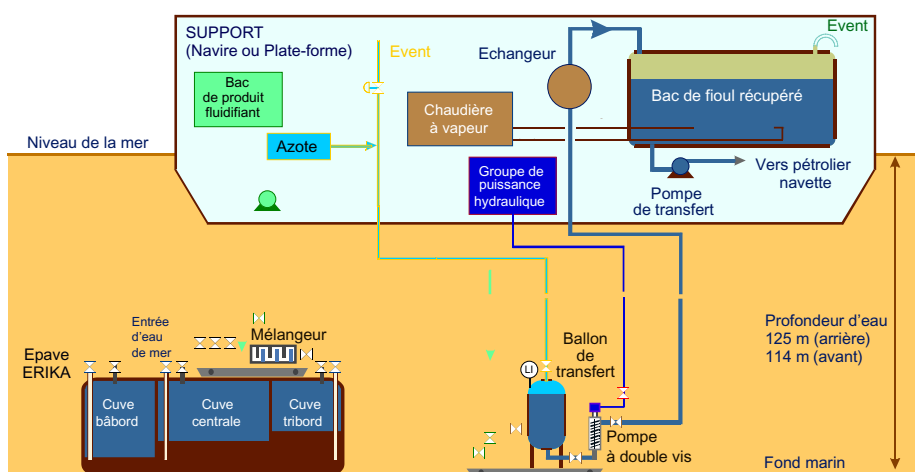


Schéma de principe du système de pompage

Illustrateur : Lorenzo Timon



Guillemot mazouté

seaux ont été récupérées dans les centres de soins, le guillemot de Troil représentant 82 % des victimes. Au 4 septembre 2 150 oiseaux ont été relâchés, 61 403 sont morts et 53 sont encore en réhabilitation. Les associations vont essayer de comptabiliser les cadavres d'oiseaux partis directement à l'incinération. Il restera ensuite à estimer le nombre d'oiseaux morts en mer et n'ayant pas atteint la côte pour tenter de connaître l'impact réel à court terme de la marée noire de l'*Erika* sur l'avifaune.

CONTAMINATION DES COQUILLAGES

Dès le 20 décembre, l'IFREMER effectue une série de prélèvements de coquillages sur les sites de production conchylicole, prélèvements destinés à constituer la base de référence de la contamination avant l'arrivée de la marée noire. Au cours du mois de janvier, l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) émet les recommandations suivantes :

- fermeture des zones de production ou de récolte de coquillages sur la base de critères visuels de contamination ;
- suivi de la contamination des coquillages, sur la base de l'analyse des 16 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) habituellement mesurés dans les coquillages, dans le cadre du Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin (RNO) ;

- fixation de la valeur guide (témoin de la contamination) à 500 µg/kg (total des 16 HAP) et de la valeur d'exclusion à un niveau compris entre 2 et 5 fois cette valeur guide. C'est le facteur 2, soit 1 000 µg/kg, qui a été retenu par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche pour fixer la valeur d'exclusion.

Parallèlement à ces recommandations, l'IFREMER met en place un réseau de suivi de la contamination des coquillages, en appui aux mesures administratives de gestion des zones de production prises dans les quatre départements concernés (environ 80 points de prélèvement). Les niveaux de contamination dépassent rarement la valeur guide de l'AFSSA de 0,5 ppm dans les coquillages du Finistère. Dans le département du Morbihan, les valeurs dans les coquillages sont parfois intermédiaires entre la valeur guide de 0,5 ppm et la valeur d'exclusion de 1 ppm (sauf exception sur le secteur fortement pollué de Belle-Ile). Les concentrations les plus élevées, qui dépassent la valeur d'exclusion de 1 ppm, sont relevées dans les coquillages de Loire-Atlantique et sur l'île de Noirmoutier (Vendée).

UN PROBLÈME PARTICULIER : LA SALICULTURE

La pollution de l'*Erika* a soulevé un problème non encore rencontré, du moins à cette échelle : celui d'une saliculture livrant un produit de terroir à Guérande et Noirmoutier. Cela a posé la question de la qualité d'eau acceptable pour l'alimentation des bassins à partir d'avril, condition pour une récolte de sel durant

l'année 2000. Les travaux menés pour déterminer la qualité du milieu ont montré que les niveaux de concentration dans l'eau des 16 HAP, polluants prioritaires, se situaient entre 5 et 20 ng/l avant le naufrage de l'*Erika*. La pollution de l'eau dans le secteur d'alimentation des bassins (heureusement protégé par des barrages en terre) se situe à des niveaux de 20 à plus de 300 ng/l. Les professionnels des marais salants de Guérande et du Mes renoncent à une récolte de sel cette année, pour respecter un principe de précaution à la fois sanitaire et environnemental. Ceux de Noirmoutier choisissent de produire.

PREMIÈRES CONCLUSIONS

Le volume pompé dans les épaves permet d'estimer entre 19 000 et 20 000 tonnes la quantité de fuel déversée. Les conditions météorologiques extrêmement sévères le jour de l'accident et durant les semaines qui ont suivi n'ont pas permis, en dehors d'un créneau météorologique favorable très court (quelques jours), de poursuivre les opérations de confinement et de récupération en mer. La dérive très longue des nappes en mer, leur fragmentation et l'insolubilité du fuel lourd ont entraîné une très large dispersion du produit. Les premières arrivées de nappes à la côte ont eu lieu 11 jours après l'accident. Au total, 450 km de côtes auront été pollués de manière discontinue en Finistère, Morbihan et Vendée, de manière quasi-continue en Loire-Atlantique entre le 23 décembre et le mois de février. Des remobilisations de nappes déposées à la côte ou sur le fond ont très probablement eu lieu.

La lutte à terre a mobilisé un fort potentiel humain pour procéder aux opérations de nettoyage du littoral qui pourront se poursuivre sur certains sites jusqu'au premier trimestre 2001. Le ramassage grossier, puis le nettoyage final (non terminé), sur un linéaire côtier extrêmement important, expliquent l'importance des déchets stockés, de l'ordre de 200 000 tonnes (septembre 2000). La dérive et la forte dispersion des nappes en mer sont à l'origine de la très forte mortalité des oiseaux.



Barrière filtrante construite pour éviter la contamination des étiers et des salines

ACTION DU CEDRE



Le PCA de La Baule activé

Dès l'annonce de l'accident, le 12 décembre, le *Cedre* se mobilise. Son P.C. est rapidement activé et la convention avec Météo-France mise en œuvre pour la prévision de dérive de nappes.

Plusieurs conseillers techniques sont ensuite mis à la disposition du Préfet maritime au sein du P.C. Polmar Mer puis dans chaque P.C. terrestre dès activation des plans départementaux. Le P.C. intervention du *Cedre* a alors pour tâche d'assister nos conseillers présents dans les P.C. Polmar, d'assurer l'interface entre la Marine et Météo-France et de rédiger les synthèses quotidiennes pour les autorités.

Dans la nuit du 12 au 13 décembre, TotalFina nous livre 100 l de fuel n°2 de l'*Erika*, en provenance de la raffinerie des Flandres. Le polludrome est mis en œuvre afin d'étudier le comportement et l'évolution du produit. Des informations précises sur des accidents similaires et les moyens de lutte utilisés sont recherchées par notre service documentation.

Des échanges d'informations et des recherches de soutiens sont engagés auprès de nos partenaires étrangers et de l'Union Européenne. Des discussions techniques sont également entamées avec les experts du FIPOL.

En matière d'assistance à terre, 8 à 12 agents du *Cedre* sont mobilisés en permanence dans les P.C. et sur le terrain. Des synthèses techniques sont quotidiennement rédigées par notre P.C. intervention. Pour répondre à la multitude de questions qui nous sont posées de toutes parts, la création d'un dossier spécial sur notre site internet apparaît rapidement d'une évidente nécessité, face à des consultations quotidiennes considérablement augmentées. Les expérimentations, tests et qualifications de produits et matériels au *Cedre* et sur le terrain se multiplient.

Mais nous devons également faire face à trois problèmes inévitables dans ce genre de situation :

- les demandes d'information émanant des autorités qui nécessitent des réponses plus rapides, plus fréquentes et plus personnalisées ;
- le déferlement médiatique, jusqu'à plus de 50 journalistes par jour. Qui d'autre que le *Cedre* pouvait répondre aux questions techniques ?
- enfin, l'avalanche des inventeurs, fournisseurs et industriels (plus de 600) qui tous exigent logiquement un traitement prioritaire et personnalisé. Pour faire face, nous faisons appel à l'aide de l'IFP, de l'IFREMER et de l'Union Européenne.

Une première analyse nous amène à deux constatations :

- le *Cedre* n'est pas à l'échelle géographique de cette pollution. Son effectif ne lui permet pas d'assurer sa mission auprès de tant de P.C. Polmar en même temps.
- le *Cedre* n'est pas à l'échelle médiatique de cette pollution. Le travail qu'il a fait depuis 20 ans et sa capacité de réponse dans l'urgence n'ont pas été à la hauteur de l'attente publique.

Ces évidences ne sont pas des surprises. Lors du colloque "20 ans après l'*Amoco-Cadiz*", qui s'est tenu à Brest en octobre 1998, le directeur du *Cedre* déclarait : "*Nous savons que le risque est permanent et que nous n'avons pas de réponse parfaite à tout. Quoi que nous fassions pour prévenir l'accident, pour mieux nous préparer, pour mieux gérer la réponse, certains observateurs ne comprendront pas que nous ne puissions pas tout, d'autres critiqueront et viendront expliquer après coup ce que nous aurions dû faire*".

Malgré ces difficultés, le *Cedre* assure sa mission, ce qui sera souligné dans le rapport de la commission d'enquête de l'Assemblée Nationale par la phrase : "*La commission d'enquête tient à rendre hommage au travail de qualité accompli par cette petite structure associative, malgré la modestie de ses moyens*" (p. 335 - Après l'*Erika*, l'urgence - Tome 1 - rapport - Collection les documents d'information de l'Assemblée Nationale).

La dispersion vers de nouvelles limites

François Xavier Merlin, Julien Guyomarch, Cedre

La dispersion chimique constitue une des techniques de lutte applicables aux pollutions par hydrocarbures en mer. Qu'elle n'ait pas pu être utilisée dans le cas particulier de l'*Erika* n'enlève rien à son intérêt dans d'autres situations.



Le polludrome

Elle consiste, par l'emploi de produits tensioactifs, à fractionner le polluant initialement en surface en une multitude de petites gouttelettes en suspension, puis disséminées dans la colonne d'eau. Ce traitement vise à réduire l'impact de la pollution de deux manières :

- d'une part, soustraire les nappes de pétrole à l'action du vent, qui généralement pousse le polluant vers la côte, zone sensible par excellence, que l'on veut préserver,
- d'autre part, conditionner le pétrole en le fractionnant et le disséminant pour que le milieu puisse le dégrader plus rapidement.

En disséminant le polluant dans la colonne d'eau, la dispersion présente l'inconvé-

nient d'augmenter localement le risque de contact avec le polluant, et donc son effet, le temps que le pétrole dispersé se "dilue", c'est-à-dire que les concentrations baissent suffisamment pour devenir inoffensives. De ce fait, la dispersion est une technique réservée à la mer ouverte, propice à une dissémination rapide. Elle est exclue des zones côtières de faibles profondeurs et/ou présentant des sensibilités écologiques particulières (réserves naturelles, zones conchylicoles...). Des limites géographiques précisant où l'on peut ou non disperser sans risque pour l'environnement ont été établies pour le littoral métropolitain.

D'une façon générale, les règles d'emploi de la dispersion ont été fixées au cours de programmes de recherche développés dans les années 80, notamment en ce qui concerne la dispersion des hydrocarbures lourds.

Les campagnes d'expérimentations réalisées en milieu naturel entre 1979 et 1988, en zone portuaire (Fos/mer) et zone côtière (Iroise et Manche), puis les campagnes Protecmar (Méditerranée et Atlantique), avaient montré que les dispersants n'étaient plus efficaces sur les hydrocarbures d'une viscosité supérieure à 2 000 cSt, à la température de l'eau de mer.

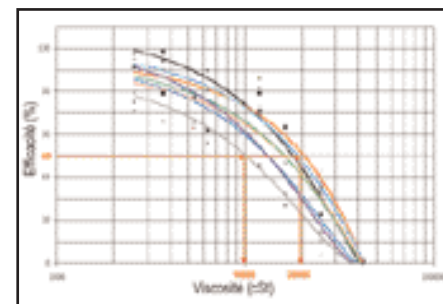
Connaissant la rapidité avec laquelle un pétrole déversé en mer peut vieillir, s'épaissir et s'émulsionner, on en avait conclu que l'emploi des dispersants ne pouvait être entrepris que pendant les premières

heures qui suivent son déversement, souvent les premières 24 heures.

Depuis les années 80, les techniques ont évolué, tant au niveau de l'épandage (comme l'application de dispersant pur et non pré-dilué dans l'eau de mer) que de la formulation chimique des dispersants. De ce fait, et tenant compte des positions de nos homologues britanniques d'AEA Technology sur la faisabilité de disperser des fuels lourds en mer après des essais en Mer du Nord en 1997, il était légitime de reconsidérer les limites d'emploi ou, pour le moins, d'en vérifier la pertinence.

Ce travail a été conduit tant sur des hydrocarbures non émulsionnés que sur des émulsions inverses d'hydrocarbure, successivement en laboratoire selon les méthodologies des tests d'efficacité britanniques (test WSL) et français (test en dilution NFT 90 345), puis à échelle pilote dans notre canal d'essai, le polludrome.

Le test anglais est un test simple, mené en ampoule rotative (système fermé) et à haute énergie. Les principaux dispersants agréés en France ont pu ainsi être évalués sur des hydrocarbures de viscosité croissante afin de se faire une première idée de leur efficacité relative.

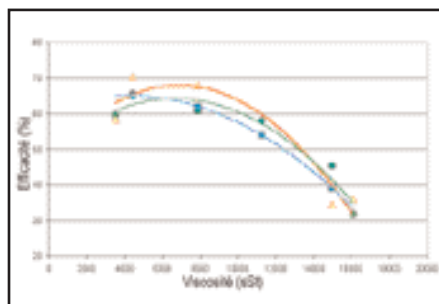


Courbe 1 : test WSL - efficacité des dispersants en fonction de la viscosité de l'hydrocarbure

Le test français est un test plus élaboré, dans lequel on cherche à simuler un environnement marin, notamment les possibilités de dilution offertes par ce milieu virtuellement infini. Le test en dilution est un test à faible énergie (état de mer très modéré). Il a été effectué sur les dispersants ayant donné précédemment les meilleurs résultats.

Enfin, des essais complémentaires ont été pratiqués dans le canal d'essai pour valider les résultats obtenus en laboratoire. Pour les émulsions inverses, les possibilités de traitement en deux applications ont été étudiées.

Sur les hydrocarbures purs, les dispersants perdent, selon le test anglais, 50 % de leur efficacité pour des polluants dont la viscosité est comprise entre 10 000 et 20 000 cSt et deviennent inefficaces quand elle atteint 40 000 cSt (cf. courbe 1). Sur le critère "50 % d'efficacité", trois produits se détachent sensiblement, le Corexit 95000, le Dasic Slickgone NS et l'Inipol IP 90. Selon le test français (test à agitation modérée), les 50 % d'efficacité sont atteints pour des viscosités de l'ordre de 10 000 à 13 000 cSt et une extrapolation de la courbe laisse présager une efficacité nulle vers les 20 à 25 000 cSt. (cf. courbe 2).

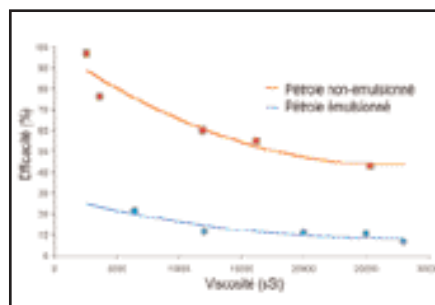


Courbe 2 : test français - efficacité des dispersants en fonction de la viscosité de l'hydrocarbure

On peut émettre quelques réserves sur la représentativité des tests de laboratoire pour prédire l'efficacité réelle de produits en mer. Ces tests ont été originellement conçus pour sélectionner les meilleurs produits dans le cadre des homologations ou agréments. L'expérience pratique acquise sur le terrain montre que le test anglais donne des résultats trop optimistes. Le test français donne des valeurs plus faibles. Elles laissent néanmoins entrevoir la possibilité de réviser à la hausse la limite de

viscosité de 2 000 cSt définie antérieurement.

Par contre, pour ce qui concerne les émulsions inverses, les essais de laboratoire montrent cette fois des efficacités faibles, à viscosité égale de l'ordre de 20 à 30 % au lieu de 90 à 50 % pour un pétrole non

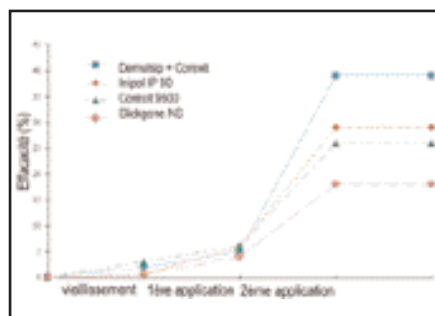


Courbe 3 : test WSL - comparaison de la dispersibilité d'un hydrocarbure émulsionné et non émulsionné

émulsionné (cf. courbe 3).

Pour répondre à ce problème, on a examiné les possibilités de traiter ces émulsions en 2 temps : une première application pour casser l'émulsion et revenir au cas d'un pétrole pur (les dispersants ont un effet briseur d'émulsion), suivie quelque temps après d'une deuxième application pour réellement disperser. On a aussi étudié les possibilités de réaliser la première application en utilisant un désémulsifiant proprement dit, c'est-à-dire un produit spécifiquement conçu pour casser les émulsions.

A cet égard, la simulation réalisée en canal d'essai est très instructive. On a laissé un mélange Arabian light et fuel lourd vieillir progressivement dans le polludrome, avant d'opérer deux traitements à une heure d'intervalle. Au fil du temps, la viscosité et la teneur en eau de l'hydrocarbure en surface ont été mesurées, ainsi que les teneurs



Courbe 4 : polludrome - efficacité de traitement en double application : dispersant/dispersant et désémulsifiant/dispersant

en pétrole dispersé dans la colonne d'eau. Cet essai a été répété successivement avec les 3 dispersants sélectionnés précédemment et, également, en associant le produit désémulsifiant " Démulsip " (cf. courbe 4). Pendant la phase de vieillissement, la viscosité du brut est progressivement montée à 18 000 cSt et sa teneur en eau entre 50 et 70 %. Après la première application de dispersant ou de désémulsifiant, on a pu observer un cassage de l'émulsion associé à une réduction importante de la viscosité. La deuxième application a conduit, pour les meilleurs dispersants, à une dispersion importante, voire totale (photo 2). L'essai



Photo 2 : Polludrome - visualisation de la dispersion

associant le désémulsifiant et un dispersant a donné les meilleurs résultats en terme de dispersion. Cependant, l'association d'un désémulsifiant et d'un dispersant n'est pas toujours favorable, comme en témoignent des essais complémentaires réalisés en laboratoire sur le polludrome : selon les cas, il peut y avoir une certaine incompatibilité entre les produits.

L'ensemble de ce travail montre que la limite opérationnelle des 2000 cSt peut être relevée mais des essais en mer ouverte resteront nécessaires pour valider les observations faites tant en laboratoire qu'en polludrome, et fixer le niveau précis du relèvement à proposer. Les stratégies de traitement devront certainement être revues, notamment pour le traitement des émulsions en deux applications, éventuellement en associant désémulsifiants et dispersants. Au-delà de la stricte efficacité des produits et des possibles incompatibilités, qui peuvent être étudiées en laboratoire, quelques essais en mer resteront nécessaires, notamment pour la définition des procédures de traitement.

Opération Peter Sif

Capitaine de Vaisseau Didier Fauvel - Division logistique Préfecture maritime de l'Atlantique

En septembre 1998, des remontées d'hydrocarbures dans la baie de Lampaul, à l'ouest de l'île d'Ouessant, faisaient resurgir l'affaire du *Peter Sif*. Les "anciens" du *Cedre*, relisant le registre des opérations de l'époque, se rappelaient que cet accident fut un des premiers auquel l'équipe, toute jeune alors, eut à faire face, en novembre 1979. Début 1980, des solutions techniques de pompage du pétrole piégé dans l'épave furent étudiées et même chiffrées. Mais l'accident du *Tanio*, survenu le 7 mars 1980, engendra une pollution majeure et d'autres priorités. Le *Peter Sif* fut oublié.

Le *Cedre* fut étroitement associé aux opérations de récupération du fuel de propulsion du *Peter Sif* conduites par le Capitaine de Vaisseau Fauvel de la division logistique de la Préfecture maritime de l'Atlantique. Avec l'aimable autorisation de la revue "Cols bleus", il nous confie les détails techniques de l'opération.



Vue d'ensemble du chantier

L'épave du cargo *Peter Sif* gît en baie de Lampaul (Ouessant) par 57m de fond, depuis 1979. Le fuel de ses soutes constitue une menace de pollution pour l'environnement immédiat. L'épave donne depuis septembre 1998 des signes de dégrada-

tion : plusieurs fuites de faible ampleur (1 à 5 litres/heure) ont dû être colmatées pendant l'hiver et le printemps. Afin de faciliter de futurs travaux, l'épave a été étudiée, les soutes repérées, le courant mesuré et des ancrages ont été préparés.

La survenue de nouvelles fuites à répétition en mai, et l'impossibilité de les étancher totalement, rendaient urgente une intervention. Le 7 juin, profitant d'un créneau météo favorable qui s'annonce, le Préfet maritime déclenche une opération pour parer le danger

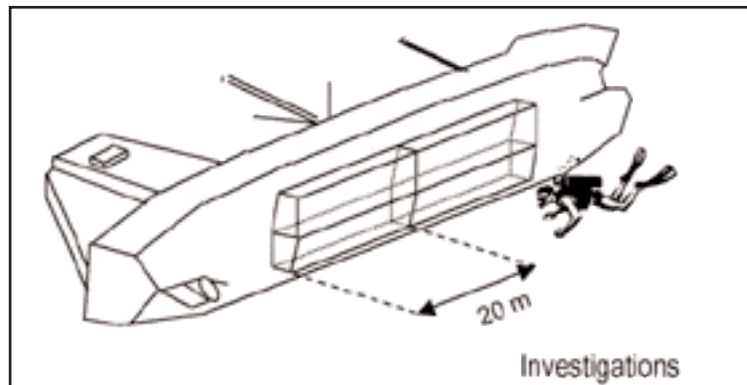
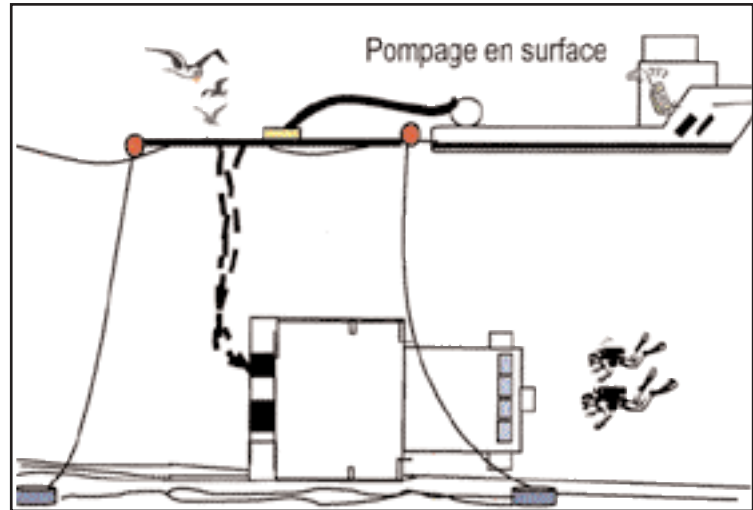
pressant.

Le plan d'action est arrêté : un barrage flottant annulaire sera mouillé à la verticale de l'épave, les soutes seront ouvertes l'une après l'autre, le fuel, grâce à la poussée d'Archimède, remontera en surface, à l'intérieur du barrage, où il sera pompé par un récupérateur de grande capacité. La protection de l'environnement sera apportée par :

- les conditions météo favorables (vent de NE, faible, absence de clapot) ;
- les plongeurs en alerte pour aveugler les soutes ;
- l'étanchéité du barrage (accrue par du barrage absorbant) ;
- la mise en place, en mer comme à terre, des moyens de traitement de nappes dérivantes qui pourraient s'échapper du barrage.

Le 9 juin, les moyens sont déployés à Ouessant : un bâtiment de soutien de haute-mer, un remorqueur, le groupe des plongeurs démineurs et son bâtiment-base, le matériel de lutte contre les pollutions par hydrocarbures en mer (barrages flottants, récupérateurs de surface, barrages absorbants) ; au total plus de 100 personnes. Dans l'après-midi du 10, l'ouverture d'un trou de 3 cm de diamètre ménagé dans une soute, puis le pompage de quelques mètres cube de fuel permettent de valider le procédé et, en particulier, sa totale innocuité vis-à-vis de l'environnement. La décision est prise alors d'ouvrir des brèches plus larges pour accroître le débit. Le 11 juin, 60 000 litres de produits sont récupérés et autant le 12.

Des investigations complémentaires montrent que, depuis le naufrage, du pétrole a migré en dehors des soutes vers le haut de l'épave, au voisinage de sa muraille tribord (l'épave est couchée sur son flanc babord). Les trous percés pour le récupérer débitent de faibles quantités puis se tarissent ; seulement 10 000 litres sont récupérés le 13 juin. Aucun des trous prati-



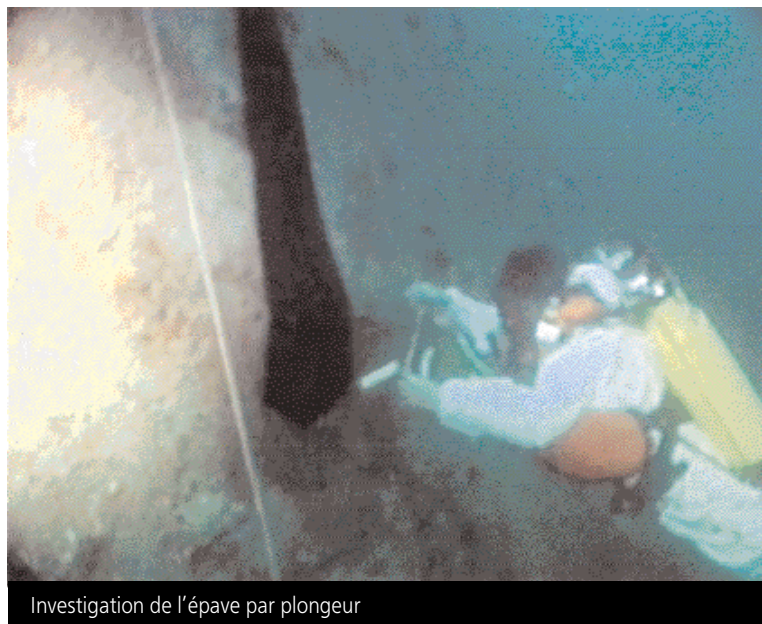
qués dans l'épave ne laissant plus échapper de pétrole, les jours suivants sont consacrés à leur obturation puis au démontage du dispositif.

Cent trente mille litres de fuel ont été récupérés ; les estimations fournies par l'équipage au moment du naufrage étaient peut-être erronées. Une soute

réputée contenir 102 000 litres a ainsi été retrouvée intégralement pleine d'eau de mer et rouillée, preuve que le fuel en était absent depuis longtemps.

Au bilan, cette opération d'urgence a permis de vidanger les grandes capacités où se trouvait le fuel de l'épave du *Peter Sif* et a ainsi écarté la menace d'une

"marée noire" qui pesait sur Ouessant. Au fil du temps et de la corrosion de l'épave, des remontées sporadiques de produit piégé dans des recoins restent cependant possibles ; elles ne concerneront que de petites quantités à la fois. Ces résidus devraient sédimenter et se décomposer naturellement au contact de l'eau de mer.



Investigation de l'épave par plongeur

Pollutions estivales

Alain Febvre, délégué du Cedre pour la Méditerranée

Chaque année, plusieurs épisodes de pollution par nappes ou boulettes d'hydrocarbures touchent des points de notre littoral méditerranéen. Bien sûr, ces épisodes chroniques n'ont pas le même impact que l'accident de l'*Erika* sur les côtes atlantiques mais ils apportent aux sites touchés les désagréments de goudrons à nettoyer et d'une notoriété bien indésirable, surtout en pleine saison touristique. Pendant l'été 2000, les plages de La Londe les Maures à l'est de Toulon, de l'île Rousse en Corse ont été affectées.

En 1999, Antibes, Nice, Marseille (pour la deuxième année consécutive), les calanques de Cassis, la Côte Bleue (Ensuès - La Redonne, Carry le Rouet, Sausset les Pins) et La Ciotat étaient les lieux d'atterrages.

"L'ATTENTAT TOURISTIQUE"

Cette dénomination a été largement reprise dans la presse locale qui a consacré un grand nombre d'articles, bien documentés, aux épisodes d'arrivages de goudron sur les rivages méditerranéens.

Cette nouvelle qualification de l'échouage d'un déversement illégal d'hydrocarbures en mer a pris naissance l'été 1999 dans la région provençale. Les mêmes conditions entraînant les mêmes effets, l'été 2000 a vu le phénomène se reproduire.

Pour que l'appellation s'applique, il faut réunir plusieurs conditions qui vont concourir à alerter les médias, susciter des déclarations des autorités et des réactions des contribuables irrités :

- une condition primordiale concerne l'époque du méfait : il s'agit bien sûr de la période estivale lorsque la saison touristique bat son plein et quand les communiqués de presse intéresseront les lecteurs de passage et les abonnés en vacances ;
- des conditions météorologiques anticycloniques (fréquentes en été en Provence) donc des vents faibles de secteur sud et des régimes de brises thermiques ; dans ce cas les nappes irisées ou argentées du large ne tardent pas à se concentrer et virer au marron et au noir en se rapprochant du littoral et de ses plages ;
- enfin, une action spectaculaire de prévention ou de traitement de la nappe

qui engage des moyens lourds ou nombreux (remorqueurs épandant des dispersants, mise en place de barrages, nettoyage de rochers...) permettant un reportage photographique.

Si les dégâts sont généralement légers, le coût de l'opération n'est pas négligeable et la grogne des usagers indéniable.

Les services techniques des mairies, qui luttent quotidiennement contre les arrivages chroniques de macro-déchets par le nettoyage intensif des plages et des côtes, portent une part de cette charge : des quantités non négligeables d'hydrocarbures sont ramassées avec les macro-déchets.

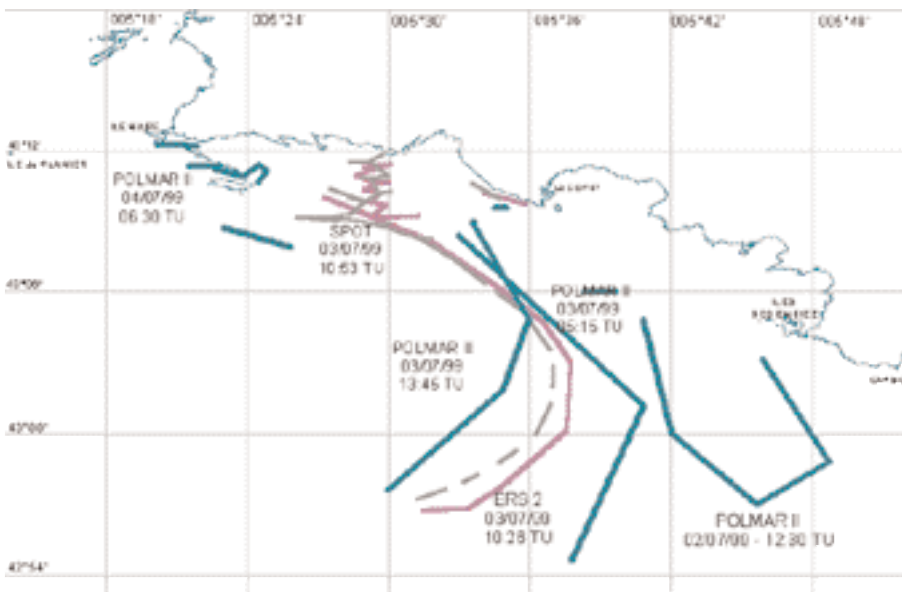
QUI POLLUE ?

Evidemment, la cause première est toujours la même : un navire indélicat qui soulage ses cales ou ses ballasts de résidus d'hydrocarbures indésirables avec l'espoir que la nappe passera inaperçue. De fait, quand la nappe reste au large, on

n'en parle quasiment jamais. Pourtant, grâce aux services spécialisés de la Marine nationale et des Douanes, mais aussi à l'usage d'observations de satellites, ces nappes sont traquées toute l'année. Mais si la détection est fréquente, la conjonction de la nappe et du pollueur en action, qui permet une procédure de flagrant délit, reste encore trop rare.



Document ERS/ESRIN : Image radar (satellite ERS 2) d'une importante pollution située entre La Ciotat et Marseille le 3 juillet 1999 qualifiée d'attentat touristique. Réalisée à 10 h 53 (TU), cette vue très large permet de reconnaître la côte du département des Bouches du Rhône et particulièrement l'étang de Berre (en haut, à gauche) qui apparaît en sombre. La nappe d'hydrocarbure (en bas, à droite) a une forme linéaire courbe d'une longueur supérieure à 50 km, et se présente selon une ligne brisée près de la côte.



Sur cette carte sont reportées les diverses observations qui se sont succédées entre le 2 et le 4 juillet 1999. Les 4 missions de l'avion Polmar 2, en appui de l'intervention de la Marine nationale sur la nappe, montrent la dérive et la déformation du cordon de goudron en fonction des conditions de vent et de courant :

- les vents sont faibles (1 à 3 m/s) orientés du sud vers le nord le 2/07 puis tournant au sud-est pour la durée de l'épisode polluant,
- les courants présentent une particularité remarquable : ils s'inversent d'une direction nord-ouest vers le sud-est le 2/07 pour une direction sud-ouest vers le nord-ouest le 3/07 à 6h (TU) expliquant la lente dérive dans la nuit du 2 au 3/07 et l'accélération brutale de cette dérive pendant la journée du 3/07, surtout pour la partie sud de la nappe. Enfin, le 4/07 les courants portent vers le sud-est avec un tourbillon qui s'amorce dans la rade de Marseille.

QUE DEVERSE-T-ON ?

Ces déversements opérationnels peuvent être le résultat d'opérations de nettoyage de cuves de pétroliers, (dégazage, déballastage). Dans ce cas, les volumes sont importants (quelques milliers de mètres cubes) mais les teneurs en hydrocarbures sont faibles (0,5 %). Bien plus régulièrement, il s'agit de la vidange des eaux de cale machine, des caisses à boues, des fonds de séparateurs, avec déversement de quelques dizaines de mètres cubes (mais les teneurs en hydrocarbures peuvent atteindre 80 %). Toutes les catégories de navires sont susceptibles d'effectuer ces déversements, surtout ceux qui battent pavillon de complaisance.

COMMENT CELA ARRIVE-T-IL A TERRE ?

Les conditions météorologiques hivernales (vent forts et déferlement des vagues) permettent un fort brassage favorisant la dilution et la dispersion rapide dans la masse d'eau des hydrocarbures déversés. Mais l'action biologique de dégradation, si elle est favorisée par la dispersion, est très lente et parfois quasi nulle sur des composés lourds généralement regroupés sous le nom de goudrons. Ces gou-

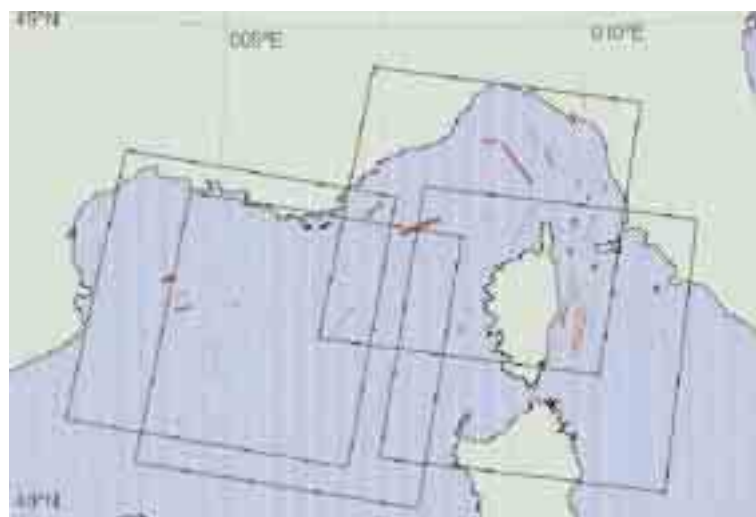
drons vont circuler pendant des semaines ou des mois, sous forme de boulettes, sur d'immenses surfaces, parfois immergées.

Les conditions météorologiques estivales vont permettre un rassemblement de ces boulettes et de déchets flottants, par l'action de courants de surface convergents. L'affrontement de masses d'eau de caractéristiques différentes (température, salinité, densité) peut induire un cordon de concentration des goudrons lorsque l'une des masses d'eau plonge sous l'autre. Ces cordons peuvent, puisqu'il y a concen-

tration des résidus de nombreux déversements de volume réduit ou de teneur en hydrocarbure faible, atteindre des quantités importantes.

Ces déversements illégaux, déballastages ou vidanges sauvages, paraissent anodins pour leurs auteurs car ils sont rapidement dispersés. Mais ils laissent des résidus qui se regroupent, arrivent à terre et souillent le littoral. La multiplication inquiétante de ces nappes, généralement orphelines lorsqu'elles sont détectées, est considérée par nombre d'experts comme une des principales sources d'hydrocarbures en mer : 33 % des pollutions marines à comparer aux 10-12 % dues aux accidents majeurs, selon la National Academy of Sciences (USA) (1981).

Faire comprendre cela aux pollueurs et les convaincre de remettre leurs eaux sales à des installations portuaires spécialisées est le seul moyen de mettre fin à ces attentats touristiques et écologiques.



Sur cette carte du Nord de la Méditerranée occidentale sont reportés les cadres des images du satellite RADARSAT analysées en 1998 dans le cadre du projet européen OILWATCH : 25 images ont été acquises ; 51 nappes sont recensées, dont 10 ont bénéficié d'une confirmation par observation de l'avion spécialisé Polmar 2 des Douanes Françaises. Si la moyenne de deux nappes par image se maintient quelle que soit la périodicité d'acquisition, sur l'ensemble de la zone, couverte par trois images, on recenserait 6 nappes pour chaque observation globale.

Singapour : révision du plan d'intervention contre les pollutions chimiques

Fanch Cabioc'h, Cedre



Le port de Singapour

À la demande de l'Autorité Maritime du Port (MPA) de Singapour (Maritime Environment & Hazardous Cargo Department), le *Cedre* a effectué en juin 1999 une mission d'une semaine à Singapour, dans le but de réviser le plan d'intervention (Chemical Contingency Plan - CCP) et de conseiller le port sur les modifications à apporter pour conformer son plan aux préconisations de l'OMI en la matière.

LE PORT DE SINGAPOUR

République depuis 1865, Singapour est une île de 620 km² qui compte près de 3 millions d'habitants.

Le Port de Singapour enregistrait en 1999 400 mouvements de navires par jour (entrées et sorties) et manipulait en 1997 près de 330 millions de tonnes de marchandises, le plaçant ainsi en première place des ports mondiaux, devant Hong-Kong. Le trafic annuel de conteneurs est de 15 millions d'équivalents 20 pieds, c'est-à-dire que Singapour occupe la seconde place au niveau mondial, avec une progression de 10 % par an. Les hydrocarbures représentent un volume annuel de 330 millions de tonnes. Port de soutage (17 millions de tonnes de bunker vendues en 1997), Singapour se caractérise par une grosse concentration d'industries chimiques, dérivées de la pétrochimie (4 raffineries s'y côtoient).

SÉCURITÉ DE LA NAVIGATION

Le 15 octobre 1997, une collision entre deux pétroliers, l'*Evoikos* et l'*Orapin Global*, entraînait un déversement de 29 000 tonnes de fuel lourd. Les conséquences furent qualifiées de minimales pour l'environnement et l'activité économique, mais cet accident souligna l'acuité du problème de la navigation le long de rails de circulation dont l'étroitesse est conditionnée par la proximité d'îles aux abords de Singapour et du détroit de Malacca. Conscient de ce fait, le Port a établi un système de contrôle électronique du trafic, Electronic Chart Display and Information System (ECDIS) au sein d'un tout nouveau centre de contrôle du trafic, Port Operation Control Centre (POCC).

Signataire de conventions avec des universités, Singapour favorise la recherche dans les domaines tels l'imagerie satellitale des pollutions, le suivi des dérives de nappes...

Le plan d'intervention détaille les procédures de déclenchement des 3 niveaux d'alerte et les organisations correspondantes. Devant la proximité des zones habitées, le principal souci des autorités est d'éviter une catastrophe impliquant des chimiquiers porteurs de produits volatils toxiques et/ou inflammables. Des zones de sécurité sont prévues pour le mouillage des navires chimiquiers en difficulté ou en feu.

Plus de 400 navires chimiquiers sont entrés

au Port de Singapour en 1998. Une liste des principaux produits transportés a été fournie au *Cedre* qui a encouragé le Port à mettre sur pied des scénarios d'accidents.

Le *Cedre* a procédé à des modélisations de comportement concernant 10 produits particulièrement dangereux, en indiquant les valeurs de danger immédiat (IDLH : Immediately Dangerous for Life and Health) et de temps (TWA : Time Weighted Average) qui conditionnent la délimitation des zones d'évacuation.

Ces produits (xylène, acétate de vinyle, styrène, benzène, cyclohexane, chlorure d'éthylène, butane, méthyl éthylcétone, acrylonitrile, chlorure de vinyle) ont fait l'objet des fiches synthétiques de renseignement, qui ont pour but de donner une première information d'urgence au décideur (non chimiste le plus souvent). Cela lui permet d'apprécier en un coup d'œil les dangers potentiels de l'accident.

Les chimistes et la modélisation appliquée aux circonstances de l'accident interviennent dans un deuxième temps pour affiner les estimations. Les fiches indiquent les données de base : propriétés (taille de la nappe, taux d'évaporation, comportement), premières mesures, premières données nécessaires, réponses d'urgence ...

Le *Cedre* a apporté d'autres propositions d'amélioration au plan, surtout pour ce qui concerne sa lisibilité et ses annexes. L'organisation d'exercices est un point sur lequel le Port est d'ores et déjà sensibilisé, puisqu'un exercice annuel est organisé, en alternant hydrocarbures et produits chimiques. Des contacts réguliers se poursuivent entre le service "Intervention" du *Cedre* et le "Département Substances Dangereuses" du Port, sous forme d'échange d'informations. Une convention fixant les termes de ces relations est en préparation.

Publications du Cedre

- Utilisation des dispersants pour lutter contre les déversements en mer : Manuel de traitement des nappes par bateau -1987, 28p. (English version available)
- Utilisation des dispersants pour lutter contre les déversements en mer : Manuel de traitement des nappes par voie aérienne 1991, 28p. - (English version available)
Comment agit un dispersant ? Quand peut-on disperser ? Comment appliquer un dispersant et en quelle quantité ? Comment évaluer l'efficacité du traitement ? Précautions d'emploi.
- Manuel pratique d'utilisation des produits absorbants flottants - 1991, 40p.
Comment agissent les absorbants ? Quelles quantités doit-on employer ? Quels sont les types d'absorbants ? Comment éliminer les absorbants souillés ? Critères de sélection. Mode d'utilisation.
- Manuel pour l'observation aérienne des pollutions pétrolières - 1993, 36p.
Comment préparer la mission ? Comment se présentent les nappes d'hydrocarbures ? Comment observer une pollution ? Comment cartographier ? Comment évaluer les quantités de polluant ? Comment guider un navire opérant sur une pollution ?
- La lutte contre les pollutions marines accidentelles - Aspects opérationnels et techniques - 1995, 23p.
Synthèse sur les techniques de lutte, les différents produits de traitement, le transport, le stockage et l'élimination des déchets, l'évaluation des risques et les recommandations pratiques sur les actions à entreprendre en cas d'accident.
- Conteneurs et colis perdus en mer - Guide opérationnel - 2000, 32p.
Approche méthodologique en 5 phases : alerte, notifications, premières mesures ; évaluation de la situation ; prise de décision ; intervention ; suivi de l'évolution.
- Miniguides d'intervention et de lutte face au risque chimique : 61 guides vendus en lot ou séparément.

Pour commander, ou obtenir de plus amples renseignements sur les diverses publications du Cedre, n'hésitez pas à contacter la documentation au 02 98 33 67 45 (ou 44)

Guide "conteneurs et colis perdus en mer"



Cet ouvrage est l'aboutissement d'une étude commencée en 1990 et réalisée grâce aux soutiens techniques et financiers de nombreux partenaires français et européens. Le guide et son édition ont été réalisés sur des financements de la Marine nationale et de la société Elf Aquitaine.

Ce guide opérationnel a pour objectif de fournir des informations générales sur les contenants, qui soient facilement accessibles et permettent d'éviter des erreurs grossières dans l'évaluation initiale d'une situation de début de crise.

Il est destiné aux personnels embarqués ou non, aux officiers de permanence et à tout responsable d'opérations ayant traité à des colis perdus en mer. Le guide propose une approche méthodologique dynamique en 5 phases :

- alerte, notifications, premières mesures ;
- évaluation de la situation ;
- prise de décision ;
- intervention ;
- suivi de l'évolution.

Pour soutenir les différentes phases de cette approche, les informations ont été rassemblées en une dizaine de chapitres qui renvoient directement à des fiches opérationnelles par l'intermédiaire de pastilles colorées.

Les nouveaux membres de l'équipe du Cedre



Arnaud Guéna

Sa maîtrise en écologie et environnement en poche, Arnaud Guéna fait son service national "protocole environnement" au Cedre de novembre 1996 à août 1997. Il obtient ensuite un DESS "dynamique des écosystèmes aquatiques" à l'université de Pau.

Sa candidature au titre des emplois-jeunes est acceptée le 1^{er} février 1999.

Il participe aux études Cedre faisant appel à ses compétences environnementales. Il contribue également aux activités de formation et au développement de la communication vers le grand public.



Vincent Gouriou

Après sa maîtrise en "environnement littoral" et sa formation complémentaire en informatique, Vincent Gouriou fait son service national "protocole vert" au Cedre de novembre 1997 à fin août 1998. Durant cette période, nous avons pu apprécier sa double compétence environnementale et informatique. Sa candidature au

titre des contrats emplois-jeunes est acceptée le 1^{er} mars 1999. Au sein de l'équipe intervention, il est plus particulièrement chargé de la gestion et du développement des outils informatiques pour le service Intervention (SIG, bases de données, modèles...).

NUMERO D'URGENCE
CONSEIL ET ASSISTANCE - 24H/24

TÉL 02 98 33 10 10

POLLUTIONS ACCIDENTELLES
DES EAUX PAR HYDROCARBURES
OU PRODUITS CHIMIQUES

EMERGENCY HOT LINE
ADVISORY SERVICES - 24H/24

TEL. + 33 2 98 33 10 10

OIL AND CHEMICAL
ACCIDENTAL WATER POLLUTION



■ 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 the port of Brest, rue Alain Colas, close to Oceanopolis, 15 mn from Brest-Guipavas international airport and 10 mn from Brest 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 13 72

■ La délégation du Cedre aux Caraïbes est installée sur la Base Navale de Fort Saint-Louis en Martinique

Cedre's delegation for the Carabian 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



Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux

Centre of Documentation, Research and Experimentation on Accidental Water Pollution

Rue Alain Colas - BP 20413 - F 29604 BREST CEDEX

National : Tél. 02 98 33 10 10 - Fax 02 98 44 91 38

International : Tel. +33 2 98 33 10 10 - Fax +33 2 98 44 91 38

E-mail : contact@le-cedre.fr - Internet : <http://www.le-cedre.fr>