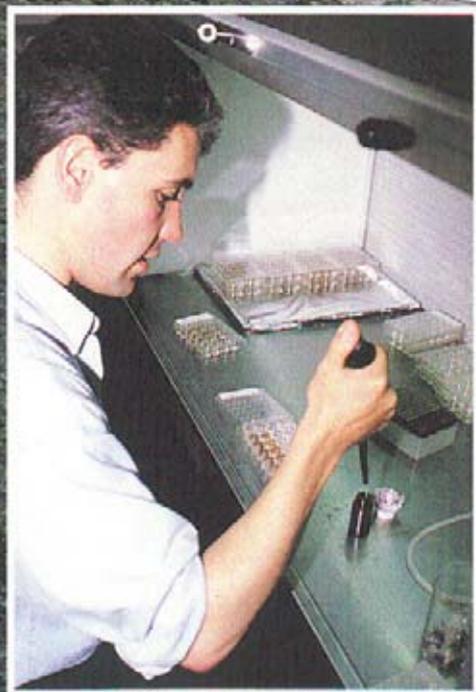


*Bulletin d'information du* **Cedre**

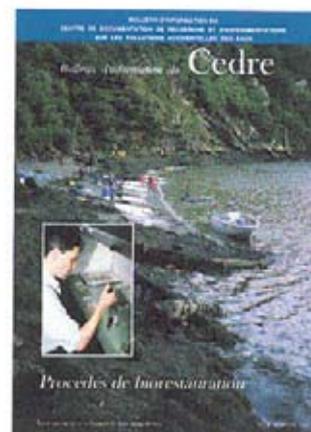


*Procédés de biorestauration*

Photos de  
couverture :

Vue générale du site de  
Landévennec, lieu de  
l'expérimentation de  
biorestauration

Analyse microbiologique



## EDITORIAL

Charles-Henri MECHET ..... 3  
Président de la Mission Interministérielle de la Mer

## DOSSIER

Procédés de biorestauration ..... 4  
François X. MERLIN

## RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Allégement de navires en difficulté ..... 10  
Georges PEIGNÉ  
Application des dispersants : avion ou navire ? ..... 13  
François X. MERLIN

## COMPETENCES

Recherche et Développement ..... 15  
Georges PEIGNÉ

## PARTENARIAT

Elf ..... 19  
Bernard TRAMIER

## INTERNATIONAL

Pollution sur la rivière Nha Be au Vietnam ..... 20  
François CABIOCH  
Expertise portuaire au Mozambique ..... 20  
Roger KANTIN  
Intervention en République de KOMI ..... 21  
Georges PEIGNÉ

## INFORMATIONS

L'équipe "FORMATION" ..... 22

DOCUMENTATION ..... 23

## Bulletin d'Information du Cedre

Environnement et techniques  
de lutte antipollution

N° 4 - 2<sup>e</sup> SEMESTRE 1994

Une publication semestrielle du Cedre  
Technopôle Brest-Iroise  
BP 72 - 29280 PLOUZANE  
Tél. : (33) 98 49 12 66  
Fax. : (33) 98 49 64 46  
Telex : 940 145 F

Directeur de la publication  
Marthe MELGUEN

Rédacteur en chef  
Christophe ROUSSEAU

Crédit photographique

Cedre : p. couverture, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11,  
12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22.

Photogravure - Impression  
SOFAG

Infographie  
DYNAMO p.6

Ont collaboré à ce numéro  
Christine OLLIVIER, Corinne CAROFF,  
Colette GUILLET, Studio FORMAT,  
Agence XLC

ISSN : 1247-603X  
Dépôt légal : 1er semestre 1995



Vice Amiral d'Escadre (2S) Charles-Henri MECHET  
Président de la Mission Interministérielle de la Mer

Organisme de conseil, d'études, d'expertise et de formation, le Cedre a vu se développer tout au long de l'année 94 des perspectives très prometteuses pour lui : abondement de son budget de fonctionnement, mise au point d'un contrat de plan qui lui permettra de disposer de moyens plus performants.

L'année 1995 sera une année charnière pour l'association. Progressivement doté d'équipements nouveaux, sans perdre de vue la mission de service public qui est la sienne, le Cedre développera son action contractuelle de façon plus harmonieuse dans l'ensemble de l'hexagone et aussi dans de nombreux pays où la qualité de ses prestations est unanimement reconnue. Le très beau contrat obtenu avec le Maghreb en est l'illustration éclatante. L'année 1995 sera aussi celle du développement d'une coopération plus étroite avec les secteurs de l'industrie pétrolière et chimique.

En effet, le conseil d'administration de l'association a entériné le 15 décembre 1994 la création d'un comité stratégique qui prendra la suite de l'actuel comité technique. Personnellement très attaché à cette nouvelle structure, j'y vois l'assurance d'une nouvelle dynamique pour le Cedre. La désignation à la tête de ce comité stratégique de Monsieur Bernard TRAMIER, Directeur de l'Environnement de la société Elf, permettra de développer l'activité du Cedre en symbiose avec celle du secteur pétrolier. Ceci devrait également ouvrir la voie vers une indispensable coopération avec le secteur chimique.

Qu'il me soit enfin permis de rendre hommage à Marthe MELGUEN qui va bientôt quitter la tête de l'association ; si l'année 1995 est une année capitale pour le Cedre, c'est avant tout à son action courageuse qu'il le doit.

Jusqu'ici chargé du développement économique du Cedre, M. GIRIN reprend le flambeau.

C'est une période de changement dans la continuité qui s'ouvre désormais pour le Cedre ; je m'en réjouis.

# Procédés de biorestauration

François X. MERLIN

Parmi les diverses techniques applicables aux pollutions par hydrocarbures sur un littoral, les procédés visant à utiliser l'action épuratrice des micro-organismes présents dans le milieu sont l'objet d'importants développements depuis une décennie : ce sont les procédés de biorestauration.

Ces procédés consistent soit àensemencer le milieu à dépolluer à l'aide de micro-organismes particulièrement adaptés pour dégrader le polluant considéré (procédés de bioaugmentation), soit à favoriser l'action de la microflore locale, le plus souvent par l'adjonction d'éléments nutritifs (procédés de biostimulation).

A ce jour, dans l'environnement littoral, c'est-à-dire en milieu ouvert, c'est surtout la biostimulation qui offre les perspectives les plus prometteuses et qui a fait l'objet de développements nouveaux, notamment lors de la pollution de l'Exxon Valdez en Alaska, où l'addition de fertilisants a été largement employée.

De nombreuses études expérimentales, *in situ*, ont été menées pour évaluer l'efficacité réelle des procédés. Malheureusement, du fait de la variété des méthodes utilisées et des critères d'évaluation retenus, la comparaison des résultats n'est pas toujours réalisable, ce qui limite les possibilités d'établir une réelle synthèse sur le sujet. Devant ce constat, et dès le premier Forum Recherche et Développement de Washington en juin 1992, le Cedre a pris des contacts avec des partenaires scientifiques potentiels dans le but de mettre en place un groupe de travail qui définisse une méthodologie commune, reconnue et acceptée par tous. Ce groupe de travail, composé des organismes suivants : Cedre (France), AEA (Grande-Bretagne), MPO (Canada), Elf (France), EPSHOM (France), IFP (France), MNHN (France), MSRC\* (États-Unis), SINTEF (Norvège), s'est réuni à Brest (France) en mars 1993, et a défini un protocole expérimental pour évaluer l'efficacité des procédés de biorestauration par des essais de terrain et permettre de disposer de résultats comparables entre les différentes études.

## LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Ce protocole est destiné à évaluer expérimentalement, pour un environnement côtier donné, l'efficacité d'un procédé, ou plus généralement d'une stratégie, de bio-

restauration sur le sédiment pollué par des hydrocarbures : il précise comment conduire l'essai et vise à déterminer le taux de biodégradation qui peut être obtenu en conditions réelles sous l'effet d'un traitement.

## PRINCIPE

Pour mettre en évidence l'effet de la biorestauration, des parcelles témoin (uniquement polluées, sans biorestauration) doivent être mises en place. De plus, des parcelles sans pétrole et sans biorestauration doivent permettre d'évaluer le bruit de fond de la contamination locale. Les analyses de l'hydrocarbure résiduel sur les parcelles polluées puis traitées avec des agents de biorestauration, permettent d'évaluer le degré de biodégradation atteint : ces analyses suivent la teneur en hydrocarbure dans le sédiment ainsi que les modifications de composition de l'hydrocarbure par rapport aux composés biomarqueurs conservatifs qui y sont naturellement présents.



Parcelle polluée



Homogénéisation des échantillons par le groupe de travail

## CONDITIONS EXPERIMENTALES

Le protocole précise la conception des parcelles et leur positionnement ; entre autres, il est stipulé que celles-ci doivent être constituées d'une surface d'essai (où les prélèvements de sédiment sont effectués) entourée d'une zone tampon. Afin de minimiser les perturbations dues aux prélèvements, la surface d'essai doit être au moins 10 fois plus grande que la surface totale des prélèvements pratiqués durant toute la durée de l'essai (nombre de prélèvements x surface du préleveur). Le protocole décrit également le type de pétrole à utiliser, sa préparation et les conditions d'application : s'agissant de démontrer les possibilités d'une stratégie de traitement pour un site donné, il préconise de laisser le sédiment en place pour éviter de le perturber.

## PRELEVEMENTS, MESURES ET ANALYSES

Le protocole précise quels sont les prélèvements (de sédiment et d'eau interstitielle) à effectuer, ainsi que la façon dont ils doivent être conduits et les échantillons conservés.

Concernant le sédiment, compte tenu de son hétérogénéité naturelle, il est stipulé de procéder, pour chaque prélèvement, à un échantillonnage multiple selon des coordonnées aléatoires prédéfinies, quitte à mélanger par la suite ces échantillons multiples pour constituer un (ou plusieurs) échantillon(s) moyen(s). De plus, une partie de ce (ou ces) échantillon(s) moyen(s) doit être archivée au congélateur pour pouvoir effectuer à posteriori n'importe quelle analyse complémentaire si nécessaire. L'autre partie est utilisée pour faire les analyses et mesures recommandées : matière organique totale, granulométrie, et, après extraction du restant, teneur en hydrocarbure, composition de l'hydrocarbure qui permet d'évaluer le degré de biodégradation atteint (la

CPG\*) pouvant être utilisée en routine pour mettre en évidence le processus de biorestauration, tandis que des échantillons représentatifs peuvent être analysés en couplage CPG-SM\* si nécessaire).

## LA BIODEGRADATION DES HYDROCARBURES

On appelle *biodégradation* des hydrocarbures leur décomposition par les micro-organismes.

Après une réaction d'oxydation avec l'oxygène de l'air, les composés oxygénés seront dégradés par étapes pour aboutir, si la conversion est complète, en gaz carbonique et eau. On parle alors de minéralisation : presque tout le carbone oxygéné est transformé en carbone minéral.

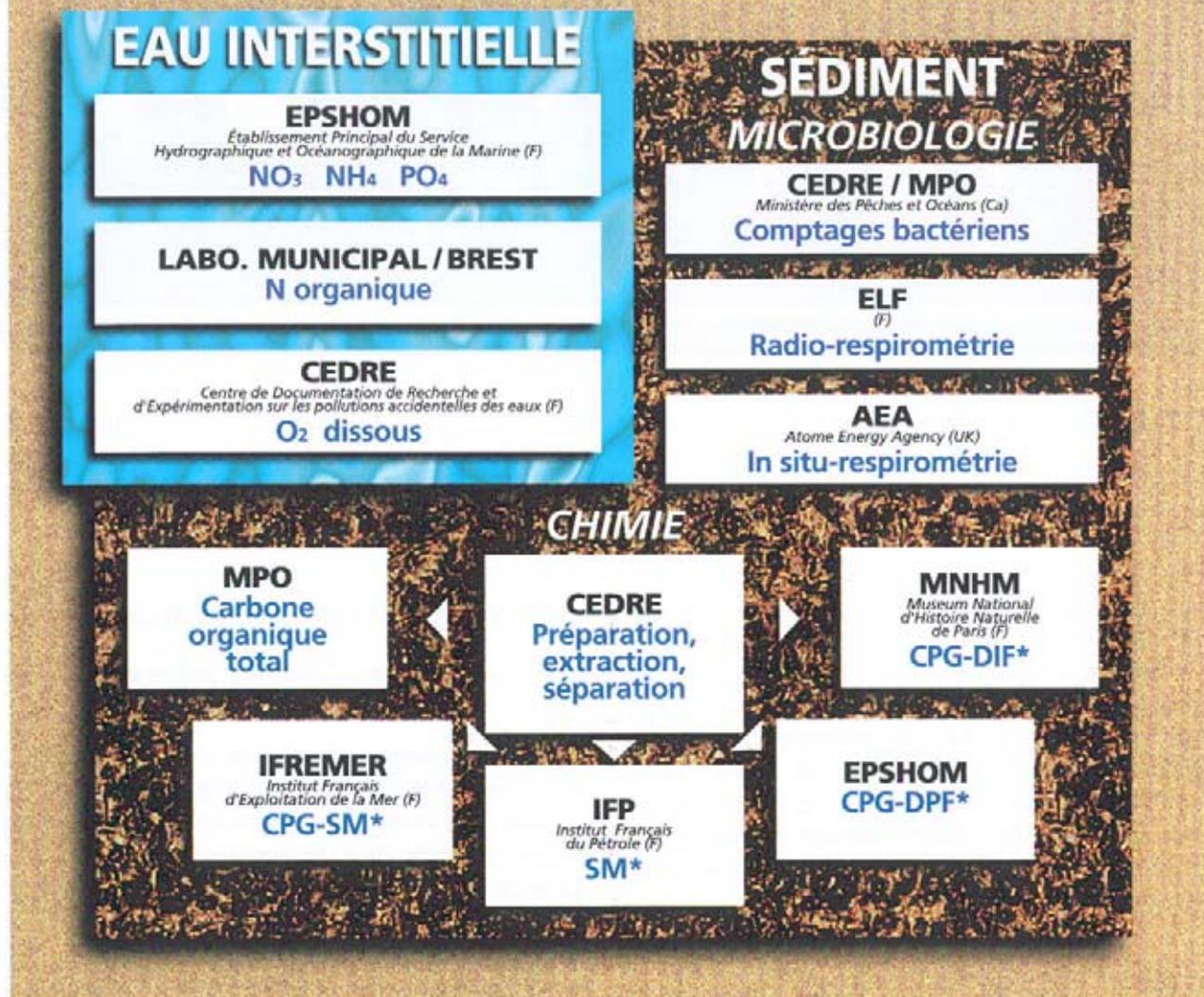
En réalité, une partie du carbone est utilisée par les micro-organismes pour se multiplier et former de la biomasse qui nécessite en outre de l'azote et du phosphore.



En présence d'hydrocarbures, les micro-organismes du milieu marin vont se développer ; cependant leur capacité épuratrice sera limitée par la nature plus ou moins complexe des hydrocarbures composant le pétrole et par la disponibilité des éléments nutritifs dans le milieu : azote (nitrates), phosphore.

Il en résulte que la biodégradation est un phénomène qui peut être lent (quelques semaines à plusieurs années) et qui est souvent incomplet.

# Analyses et mesures



## ANALYSES ET MESURES

### ESSAI DE VALIDATION

Le groupe de travail a entrepris de valider ce protocole par une expérimentation de 9 mois (1993-1994), menée sur une plage abritée de sable grossier, sur la côte ouest de la France. Cet essai a permis de suivre la biodégradation du pétrole sur des parcelles préalablement polluées, avec et sans apport de fertilisants.

### DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Cinq groupes de trois parcelles de 7,5 m<sup>2</sup> (3 x 2,5 m) ont été constitués. Chaque groupe contient :

- une parcelle imprégnée de pétrole,

- une parcelle imprégnée de pétrole et enrichie en azote,
- une parcelle sans pétrole ni apport en éléments nutritifs.

L'affectation des parcelles au sein d'un même bloc a été définie de façon aléatoire. Chaque parcelle était ceinturée et couverte par une toile ajourée afin de garantir le piégeage du sédiment pollué et de l'additif azoté au fil du temps, en dépit des mouvements dus aux marées et aux courants. Dans chaque parcelle, deux tubes perforés, d'environ 15 cm de hauteur, ont été plantés à 15 cm de profondeur, permettant ainsi le prélèvement de l'eau interstitielle du sédiment.

Ces parcelles étaient situées sensiblement au niveau de la mi-marée et espacées de 5 à 7 mètres ; pour des raisons de place, les parcelles ont été réparties sur deux petites plages : un site A contenant trois blocs et un site B, environ 1000 m en amont, contenant deux blocs.

## PETROLE

Le pétrole utilisé était du pétrole brut arabe léger, que l'on a préalablement laissé s'évaporer, pour simuler un étêtage à 150° C, et émulsionné à 25% d'eau de mer. Ce pétrole a été épandu sur les parcelles polluées à raison de 3,8 l/m<sup>2</sup>.

## ADDITIF AZOTE

Cinq parcelles ont fait l'objet d'un enrichissement en azote : ceci a été réalisé en épandant à intervalles réguliers (sensiblement tous les mois) un fertilisant inorganique (NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>) à dissolution lente.

## CONTROLE DE L'ESSAI

Cet essai a donné lieu à un suivi :

- des concentrations en éléments nutritifs dans les eaux interstitielles des parcelles (NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>) et en pétrole dans le sédiment,
- de la composition du pétrole présent dans les parcelles (CPG-DIE, CPG-SM, SM en introduction directe méthode Fisher, CPG-DPF)\*,
- de la teneur en carbone organique total dans le sédiment.

En complément, un suivi micro-bactériologique a été effectué au travers de numérations sur la microflore totale et celle adaptée à la dégradation des hydrocarbures, de mesures d'activité sur hexadécane et sur phénanthrène et de mesures de respirométrie in situ. La réalisation de l'ensemble de ces analyses a été répartie entre les différents participants à l'essai.

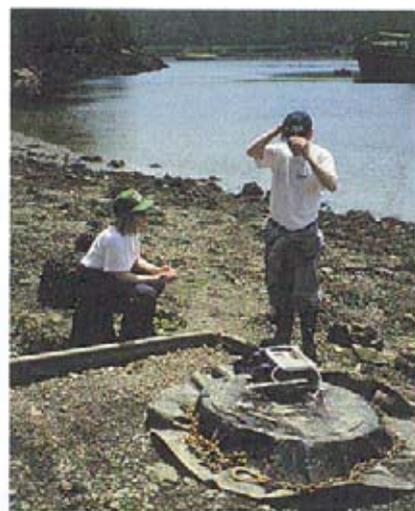


Epandage de nutriment sur une parcelle

## ENSEIGNEMENTS TIRES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE POUR LE FUTUR

L'expérimentation entreprise sur le site de Landévennec a permis de tester le protocole expérimental imaginé par le groupe de travail.

Dans son ensemble, et sur le plan logistique, ce protocole s'est avéré satisfaisant : conception des parcelles d'essais, échéancier des prélèvements, principes généraux.



Mesures de respirométrie in situ

Ce protocole, originellement conçu pour évaluer l'efficacité des traitements de biorestauration sur différents sites littoraux, pourrait également servir, en cas de pollution sur un site donné, à déterminer quelle est la stratégie la plus adaptée. L'essai réalisé a permis de quantifier le degré de biodégradation globale du pétrole (de l'ordre de 50% en 9 mois).

La grande variabilité des résultats, inhérente à l'hétérogénéité du site, démontre clairement la nécessité de recourir en dernier lieu à une analyse statistique des résultats, pour confirmer l'éventuelle influence du traitement de biorestauration testé.

Dans le futur, l'implication des méthodes d'analyses statistiques devra être encore développée, de la phase de préparation de l'essai à l'interprétation des résultats.

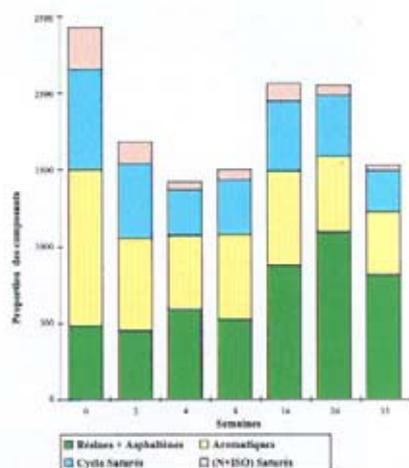
Par ailleurs, l'expérimentation réalisée a mis en évidence dans le protocole des insuffisances qui concernent :

- la méthodologie de prélèvement des échantillons de sédiment,
- la préparation des échantillons,
- la pré-étude du site d'essai.

## LA METHODOLOGIE DE PRELEVEMENT

Les précautions prises pour constituer un échantillon moyen représentatif (prélèvements multiples sur coordonnées aléatoires prédéfinies) n'ont pas permis de s'affranchir de la variabilité naturelle sur le site.

La stratégie de prélèvement constitue un point clé dans ce type d'étude et mérite de faire l'objet de réflexions approfondies pour dégager des recommandations pertinentes.



Evolution de la composition du pétrole

## LA PREPARATION DES ECHANTILLONS

Le fait que les analyses complémentaires effectuées sur les sédiments archivés n'ont pas toujours permis de retrouver les résultats analytiques originels, prouve que les échantillons de sédiments ont été insuffisamment préparés et homogénéifiés avant d'être divisés en deux parties (une pour analyse, une pour archivage).

D'une manière plus générale, il faudra dégager des recommandations pour la préparation des échantillons, et ce quel que soit le type de sédiment (des graviers à la vase).

## LA PREETUDE DU SITE

A l'occasion des analyses, on a pu découvrir qu'une petite partie du site faisait l'objet d'une contamination antérieure qui aurait pu être préjudiciable à l'essai. De même, on s'interroge sur l'influence que peut avoir sur l'opération l'activité agricole avoisinante qui entretient des teneurs en éléments nutritifs un peu plus élevées que la moyenne.

Dans le cadre d'autres programmes, les expérimentateurs ont pu rencontrer d'autres surprises inopportunes,

telles qu'une dynamique du site trop importante impliquant des déplacements non contrôlés de sédiment de surface, des écoulements d'eau en subsurface, des affleurements riches en éléments organiques... Ces observations montrent l'importance de la préparation de l'essai qui doit comporter une sérieuse pré-étude du site. Ce point devra être encore développé dans le protocole.

Au-delà du protocole, il serait utile de disposer d'un ensemble de recommandations indiquant aux responsables des opérations de lutte antipollution quelles mesures et analyses sont à effectuer sur un site pollué, pour réunir une documentation pertinente qui puisse servir de base aux décisions opérationnelles (sur la nécessité d'entreprendre une biorestauration et sur le choix de celle-ci). Un tel document devrait comporter au moins les points suivants :

- l'examen de la morphologie du site,
- l'examen de son hydrologie,
- l'examen de sa dynamique,
- un bilan des éléments nutritifs présents dans le milieu,
- un examen de la microflore,

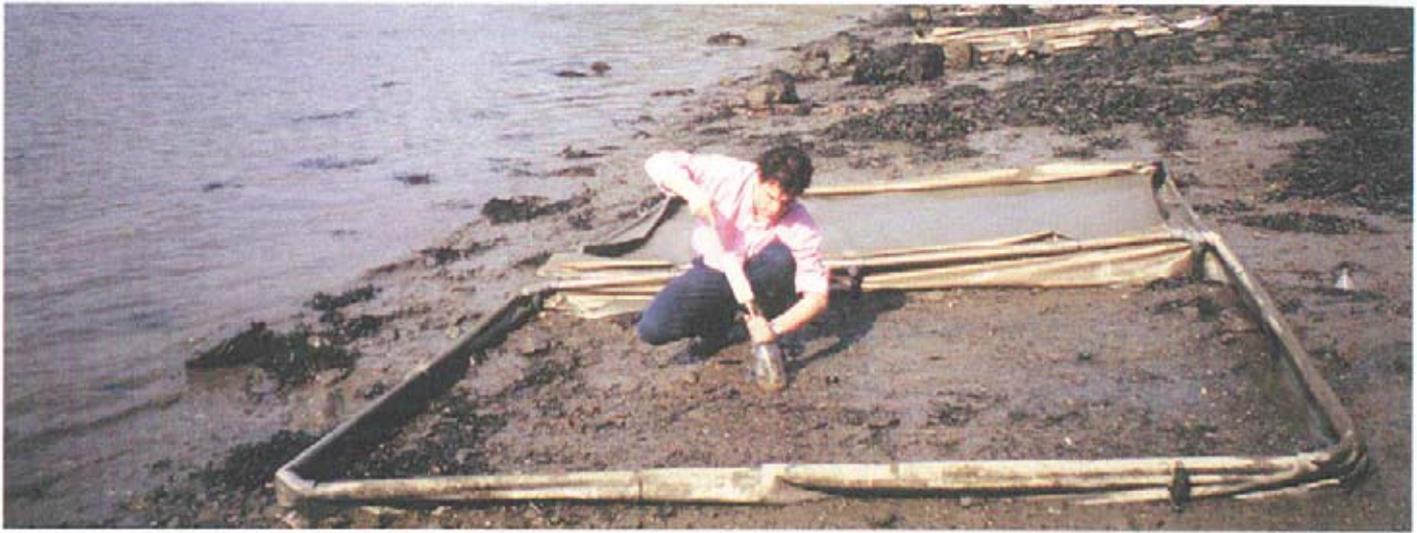
et, s'agissant d'une pollution réelle, l'analyse du polluant pour établir sa biodégradabilité potentielle.

### LA SEMAINE DE LANDEVENNEC SEPTEMBRE 1994

A l'issue de l'expérimentation, les membres du groupe de travail se sont réunis pour débattre des premiers résultats et discuter des développements à venir.



Le groupe de travail lors du séminaire



Prélèvement d'eau interstitielle

## CONCLUSION GENERALE

Les techniques de biorestauration applicables aux littoraux pollués sont encore l'objet de nombreuses questions et incertitudes, entre autres sur leur efficacité réelle et leurs conditions d'application en fonction des différents types d'environnement (climat et type de sédiment...). Ces interrogations ne pourront être levées qu'à l'aide des expérimentations menées sur le terrain, dans des conditions aussi réalistes que possible. Dans ce contexte, la démarche entreprise par le Cedre et les autres membres du groupe de travail consistant à définir, et mettre au point, des méthodologies expérimentales communes est particulièrement utile. Elle donne plus de fiabilité aux résultats et offre la possibilité de faire la synthèse des différents travaux.



Extraction des échantillons de sédiment

Après une première expérimentation menée en France, le protocole expérimental défini est ou sera utilisé par d'autres membres du groupe de travail (UK 1994, Canada 1995...). En 1995, en association avec AEA, TNO (Pays-Bas) et MPO, le Cedre va mener une expérimentation pour le compte de la Commu-

nauté Européenne : il s'agira d'essais, en milieu contrôlé (*mesocosme*), de procédés de biorestauration sur substrats vaseux. D'autres actions sont en perspective dans le cadre du projet EUREKA-BIOREM conduit par Elf et l'IFP, notamment des essais de validation, en milieu ouvert, de nouvelles formulations.

\* CPG : chromatographie en phase gazeuse  
 SM : spectrographie de masse  
 DIF : détecteur à ionisation de flamme  
 DPF : détecteur à photométrie de flamme  
 MSRC : Marine Spill Response Corporation (USA)

## Assessment of bioremediation

*An experimental protocol is developed for monitoring the effectiveness of bioremediation agents in treating oil-contaminated coastal sediment. This methodology, result of a technical seminar attended in March 1993, is intended to be used as a framework for the design of experimental field trials. Its use will enable independent organizations to conduct similar experiments in different environments. According to this protocol, a series of plots are set-up along the shoreline and are treated either with oil and bioremediation agent, either only with oil for the control plots, or left untreated (to evacuate background oil levels). The bioremediation is monitored on a periodic basis for several months through measuring the changes in the quantity and chemical composition of the residual hydrocarbons of the oiled plots.*

*This protocol is considered to be a working document which will be improved by further experiments. With this aim in view, several organizations joined their efforts in order to conduct an experiment, from October 1993 to June 1994, on a sheltered, coarse-sand beach on the french coast. A nutrient-adding (use of fertilizer) technique - the bioremediation strategy - was chosen for evaluation. To determine bioremediation efficiency, changes in oil composition were measured by gas chromatography and mass spectrometry ; additional monitoring of the bacterial numbers and activity was also performed. ■*

# Allégement des navires en difficulté

Georges PEIGNÉ

Bien que cette opération soit rarement valorisée autant qu'elle le mériterait, l'allégement de navires en difficulté est, en cas d'accident, l'opération qu'il faut considérer en priorité.

C'est une intervention qui consiste essentiellement en un transfert, par pompage, de tout ou partie de la cargaison, ou des soutes, d'un navire (pas nécessairement pétrolier) et qui pose d'importants problèmes de sécurité (risques d'inflammation, d'explosion).

Les accidents survenus ces dernières années ont montré l'intérêt d'une telle technique :

- allégement de 160 000 tonnes pour l'Exxon Valdez à comparer aux 40 000 tonnes déversées,
- allégement de 140 000 tonnes pour le Khark V pour 70 000 tonnes déversées.

Il n'y a guère eu d'innovations dans le domaine au cours des dix dernières années et de ce fait, le "Guide d'Allégement des Navires en Difficulté", rédigé par le Cedre pour la Marine Nationale en 1987, reste un bon ouvrage de référence.



L'EXXON VALDEZ

L'allégement des navires en difficulté se justifie principalement dans le cas d'un navire échoué ou d'un

navire dont la coque a été endommagée, ou les deux à la fois (Exxon Valdez). Cette opération fait avant tout appel à deux techniques connues des bords :

- le transfert de cargaison d'une citerne à l'autre,
- l'allégement de routine.



Groupe d'allégement conditionné pour l'intervention

L'allégement de routine entre pétroliers gros-porteurs et allégieurs spécialisés est pratiqué de façon courante, pour des raisons économiques ou techniques, et ceci dans des zones bien définies, bien contrôlées. Ces opérations sont cadrées par des instructions internationales, nationales, ou encore particulières aux sociétés de navigation. C'est le "Ship to Ship Transfer Guide (Petroleum)", publié par l'OCIMF (Oil Companies International Forum), qui est la référence principale des bords. De telles opérations se pratiquent occasionnellement au large des côtes françaises, avec l'accord et sous le contrôle des Préfets Maritimes.

Qu'il s'agisse de transfert à bord ou vers un autre navire, ces opérations sont en priorité réalisées avec les moyens du bord du navire à alléger, en particulier ses moyens de pompage ou d'inertage. Il en va de même lorsqu'il s'agit d'un navire en difficulté, sauf lorsque des conditions particulières l'en empêchent :

- détérioration du circuit de cargaison (ex : le Khark V),
- brèche dans la coque à proximité des fonds nécessitant un pompage en partie haute de citerne, ce que ne permet pas le circuit de cargaison (ex : le Lyria),
- salles des machines et pompes hors service,
- circuit d'inertage détérioré.

Dans ce cas, on doit faire appel soit aux moyens de l'alléger (gaz inerte), soit à des moyens mobiles :

- groupe de pompage,
- groupe d'inertage.

Pour des cas particuliers (pétroles très visqueux ou quasi-solides), on peut également être amené à faire appel à des moyens plus spécifiques :

- systèmes de réchauffage (chaudières, échauffeurs de crépine...),
- dispositif d'injection annulaire d'eau".

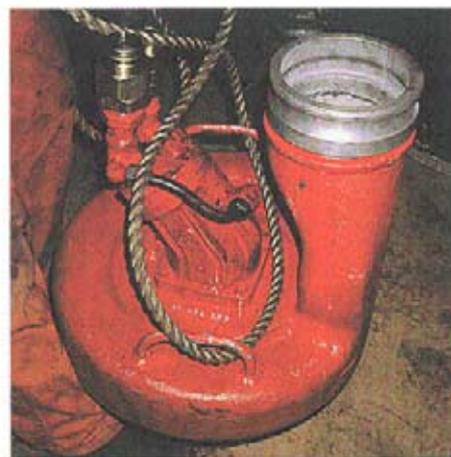
### LES PRINCIPAUX MOYENS MOBILES D'ALLEGEMENT

Il s'agit principalement de groupes de pompage comprenant chacun :

- une ou plusieurs pompes,
- un groupe de puissance,
- des flexibles hydrauliques et de refoulement,
- des accessoires (dont une chèvre de manutention).

L'ensemble est conditionné sous forme de conteneurs transportables par hélicoptère (généralement deux conteneurs de poids unitaire inférieur à 2,5 tonnes par ensemble).

Les pompes utilisées en allègement d'urgence sont toutes des pompes immergées à entraînement hydraulique. Ce sont généralement des pompes centrifuges. Elles atteignent des débits importants (plus de 300 m<sup>3</sup>/h pour FRAMO TK6, TK7 et HSP 6) pour un encombrement faible. D'un poids généralement inférieur à 100 kg, les dimensions de certaines d'entre elles



Pompe MARFLEX



Connexion d'une pompe FRAMO TK6

permettent leur introduction dans les citernes par les trous des systèmes de lavage Butterworth (FRAMO TK5, TK8, MPC KMA 333).

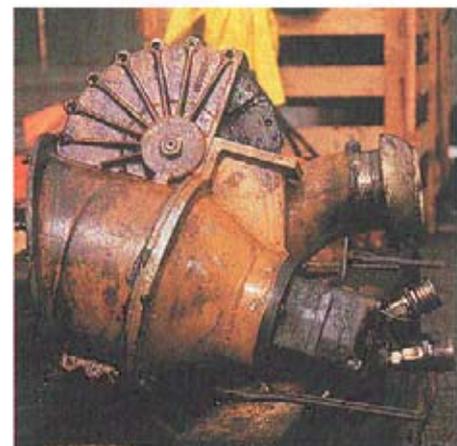
Il peut s'agir de véritables pompes d'allègement (MARFLEX MSP 150) ou de pompes habituellement utilisées dans les opérations de récupération (DESMI DOP 250, EGMO W 200, FOILEX TDS 250). La plupart d'entre elles ont fait l'objet d'évaluations il y a une dizaine d'années (essais menés par le Cedre pour le compte de la Marine Nationale). Ces tests ont confirmé les bonnes performances sur produits fluides et souligné les faibles débits sur produits visqueux.

Les solutions proposées pour améliorer ces débits reposent sur le réchauffage du pétrole ou sur l'utilisation d'eau pour favoriser l'écoulement. Malheureusement, malgré l'intérêt confirmé, les développements dans le domaine sont restés au stade du prototype (injecteur annulaire d'eau) ou des plans (dispositif de réchauffage local).

En ce qui concerne les groupes de puissance, deux types de solution sont essentiellement utilisés :

- la centrale hydraulique (moteur thermique diesel entraînant des pompes hydrauliques),
- l'association d'un groupe élec-

trogène (moteur thermique entraînant un alternateur) et d'un groupe de transformation électrique-hydraulique (moteur électrique entraînant une pompe hydraulique). La première solution est la plus fréquente. La seconde est notamment utilisée par SMIT et intègre la prise en compte de certains problèmes de sécurité et de performances (pertes de charge dans les flexibles hydrauliques).



Pompe DESMI DOP 250

### POSSIBILITES D'ASSISTANCE EXTERIEURE

Le recours à des moyens mobiles peut se faire soit par le biais des Etats, soit en sollicitant des coopératives, soit plus généralement en demandant l'assistance de sociétés de services spécialisées. En Europe, en dehors de la France, les seuls pays

qui disposent de groupes mobiles d'allègement sont :

- le Danemark : un groupe de pompage et deux d'inertage,
- l'Allemagne : deux groupes de pompage,
- les Pays-Bas : une dizaine de groupes de pompage,
- la Grande-Bretagne : quatre groupes de pompage.

En ce qui concerne les sociétés privées, hormis l'OSR (Oil Spill Response Limited) et Alba, les principaux détenteurs de moyens d'allègement en Europe sont :

- la société FRAMO, principal fabricant de ces équipements, et aussi prestataire de services à l'occasion (filiale néerlandaise),
- les sociétés de remorquage et d'assistance SMIT et WIJSMULLER (Pays-Bas).



Pompe MARFLEX avec chèvre

Ces trois sociétés disposent d'une vingtaine de groupes, soit un potentiel de pompage de près de 10 000 m<sup>3</sup>/h. Elles sont donc susceptibles de nous fournir des moyens complémentaires et surtout des équipes habituées à ces interventions et aux contraintes de sécurité qu'elles imposent.

## INTERET ET POSSIBILITES D'AMELIORATION DES CAPACITES FRANCAISES EN MATIERE D'ALLEGEMENT

On peut considérer que la France est bien dotée en moyens de première intervention ou d'intervention d'ampleur limitée.

La France dispose de 10 pompes d'allègement (4 FRAMO TK5, 4 FRAMO TK6, 1 FRAMO TK8, 1 MARFLEX MSP 190) associées à 4 centrales hydrauliques (FRAMO), ce qui représente un potentiel de pompage maximum de 2 200 m<sup>3</sup>/h sur du pétrole fluide. Ces moyens appartiennent pour l'essentiel à la Marine Nationale, à l'exception d'un groupe TK5, TK6, TK8 appartenant au PAM (Port Autonome de Marseille). A cela il convient d'ajouter deux centrales d'inertage.

De plus, comme l'a montré l'accident du Lyria, des groupes peuvent être rapidement acheminés des Pays-Bas pour renforcer ces moyens.

Les interrogations qui subsistent concernant le potentiel français touchent davantage :

- aux problèmes logistiques : disponibilité rapide d'un allègueur,
- à l'expérience des équipes compte tenu de la rareté (heureuse) des interventions,
- aux problèmes spécifiques des produits visqueux pour lesquels les moyens disponibles tant en France



Groupe FRAMO

qu'à l'étranger sont mal adaptés. Il est vrai cependant que, dans la plupart des cas, l'intervention se fera sur des produits réchauffés au moment de l'accident.

Concernant le problème logistique, il est donc nécessaire d'établir, et de tenir à jour, un inventaire des navires susceptibles de jouer le rôle d'allègueur, sans négliger l'assistance qui pourra être demandée au propriétaire du navire ou de la cargaison impliqué dans l'accident. Le besoin d'équipes expérimentées justifie de réaliser des exercices fréquents, en association avec des compagnies de navigation.

Enfin, le problème spécifique des produits visqueux mériterait un effort minimum d'investissement dans des dispositifs d'injection annulaire d'eau, comme de réchauffage local, et ce d'autant plus que nous disposons aujourd'hui de chaudières mobiles associées à l'aménagement du BSHM\* Alcyon (\*cf. page 17).



Pompe EGMO W200

Un problème annexe, mais non négligeable, à l'allégement de navires en difficulté est celui du port ou de la zone abri. L'OMI avait demandé aux Etats membres d'établir une liste des zones susceptibles de recevoir un pétrolier en difficulté. A notre connaissance, cette liste n'a toujours pas été établie, ni pour la France, ni pour d'autres pays, et on est à la merci d'une situation similaire à celle du Khark V. Après son accident, et bien que ne représentant pas de réel danger, ce bâtiment a erré en mer, suite au refus de plusieurs pays qui ne voulaient pas prendre le risque de l'accueillir, avant de pouvoir s'alléger à l'abri des îles du Cap Vert.



Remorquage du KHARK V

## Lightening disable tankers

*Although this operation is rarely valorized as much as it should be, lightening disable tankers is, when an accident occurs, the operation which should be given preference. The specialized equipments necessary to such a response exist in Germany, Denmark, in the Netherlands as well as in Great Britain and France. The evaluation tests carried out by the Cedre have shown the poor performances of the pumps on viscous oils, and today solutions to improve the flows of these pumps are still to be found. ■*

## Application de dispersants : avion ou navire ?

François X. MERLIN

Lorsqu'elle est possible, l'utilisation des dispersants en mer impose rapidement au responsable des interventions des choix tactiques entre une application par avion ou par navire. Il était donc intéressant de comparer l'intérêt opérationnel de ces deux techniques.

L'application aérienne de dispersants a été fortement encouragée en Angleterre, ainsi qu'aux Etats-Unis, en raison de la rapidité d'action de ces vecteurs : les avions (ou hélicoptères) offrent plus de chance que les navires d'être sur zone, et donc de traiter la pollution, avant que le polluant déversé ne vieillisse et devienne résistant à la dispersion. De plus, à l'encontre des navires, les aéronefs ne sont pas affectés par l'état de la mer. On peut considérer l'état de mer 4 comme la limite supérieure pour l'application de dispersant par navire. Lors de l'opération PROTECMAR IV, en 1984 au large de la Bretagne, un traitement satisfaisant fut effectué, à partir d'un remorqueur de haute mer, par des creux de 2,50 m.

Cependant, il existe des cas pour lesquels le traitement par voie aérienne n'est ni réalisable, ni réellement efficace et où le traitement par navire constitue une alternative :

- *visibilité verticale trop réduite* pour voler aux faibles altitudes requises par l'épandage,
- *mer trop calme*. Les navires peuvent se montrer plus efficaces que les moyens aériens grâce à l'agitation créée par leur vague d'étrave (ceci a été clairement démontré lors de PROTECMAR VI, en 1986, au large de la Bretagne),
- *hydrocarbure en cours de vieillissement et de morcellement* en petites nappes. L'application aérienne ne

se montre pas assez sélective et conduit à une grande perte de produit alors vainement épandu entre les plaques. Dans ce cas, l'application par navire peut s'avérer supérieure à celle par avion (cette même situation peut également se rencontrer sur de petites pollutions). De plus, les petites nappes de pétrole vieilli sont généralement plus épaisses, et l'application par navire offre plus de possibilités d'augmenter le taux d'application de dispersant (au moins en diminuant la vitesse de traitement).



Epandage par bateau

Dans le principe, on doit considérer l'application aérienne comme la première méthode de traitement à mettre en oeuvre quand le pétrole est bien frais et forme de grandes plaques continues ; dans un second temps, les navires peuvent prendre le relais car ils sont beaucoup plus lents mais aussi plus sélectifs.

Pour ces raisons, les navires doivent être considérés comme complémentaires aux moyens aériens pour couvrir toutes les situations possibles.

Rappelons que les équipements d'épandage pour navire, du type de ceux dont s'équipe la Marine Nationale, offrent des possibilités de traitement au dispersant pur tout à fait comparables à celles des avions gros porteurs. Considérons, par exemple, un équipement constitué de deux rampes de 10 m capables de traiter 25 m de large à 8 noeuds, et travaillant effectivement 50% de son temps. Cet équipement permet de traiter 1,8 km<sup>2</sup>/h. Un calcul analogue, sur un avion de type CANADAIR, prenant en compte toutes les pertes de temps telles que le réapprovisionnement en carburant et dispersant, conduit à une couverture de 0,9 à 0,3 km<sup>2</sup>/h selon la distance à parcourir entre l'aéroport et la pollution.

Les aéronefs, comme les navires, sont sujets à des exigences opérationnelles sévères relatives à la force et la direction du vent ; 25-30 noeuds de vent constituent vraisemblablement une limite au-delà de laquelle le dispersant est emporté en pure perte par le vent. Enfin, tant les aéronefs que les navires ont besoin d'être guidés dans leurs opérations d'épandage par un aéronef volant à plus haute altitude.



Système d'épandage hélicoptère

### UTILISATION DU ADDS Pack

Dans le cadre de l'exercice ANTI-POL 94, la Marine Nationale avait fait venir le système ADDS Pack (capacité de 20 m<sup>3</sup>), qui est armé par l'OSR de Southampton, sur un avion gros porteur : C130 Hercules.

Durant l'exercice, cet avion a effectué un traitement simulé sur une nappe fictive avec un guidage par l'avion POLMAR des Douanes. Un observateur du Cedre avait pris place dans ce dernier pour observer le comportement du C130 lors de sa simulation.

Le traitement fut appliqué en plusieurs passes parallèles et bout au vent ; le C130 s'est repositionné au début de chaque passe à l'aide de son équipement de radio-navigation. Du fait de son poids et de sa maniabilité réduite, le C130 a mis, selon les cas, entre 8 et 11 minutes pour se repositionner en vue de la passe suivante. Compte tenu de ce délai relativement long, le C130 n'est pas adapté au traitement de pollution de faible taille ou nécessitant, par son étroitesse, un traitement par petites passes.

La capacité journalière d'épandage du système a été calculée sur un scénario donné (pollution distante de 60 nautiques de l'aéroport et une journée de 10 heures de travail effectif), et pour différentes tailles de nappe impliquant des passes allant de 0,5 à 40 nautiques.

On s'aperçoit qu'en dessous de 2 nautiques, le temps de traitement sur zone devient carrément prohibitif (plus de 1h30), et que le système ne prend sa véritable efficacité que sur des nappes d'épaisseur moyenne et de 4 à 5 nautiques de longueur minimum. Ce point est d'importance et sera à prendre en compte dans les prévisions d'utilisation du ADDS Pack.

### Spreading dispersants

*When the use of dispersants at sea is possible, the response manager has to decide rapidly whether the dispersants will be spread from a plane or from a ship.*

*Theoretically, spreading dispersants from an airplane must be considered as the first step in fighting a spill, when the oil is "fresh" and comes in large, continuous slicks. Then, as a second step, ships come into action because their slower motion makes them more selective. The ANTI-POL 94 exercise has allowed a careful evaluation of the ADDS Pack airborne system. ■*



Epandage par avion - Essais du système ADDS-Pack

## Recherche et Développement

De l'évaluation des moyens de lutte à l'aide au développement de nouvelles techniques

Georges PEIGNÉ

Afin de jouer au mieux son rôle de conseil, non seulement auprès des autorités responsables de la lutte mais aussi des intervenants de terrain, le Cedre doit acquérir et mettre à jour une connaissance, aussi exhaustive et précise que possible, sur tout ce qui touche à l'intervention contre les pollutions accidentelles des eaux. Il s'agit là d'un vaste champ d'investigation qui implique à la fois des connaissances livresques et des notions pratiques. Les résultats permettent d'apprécier avec réalisme les performances des techniques et des moyens, et aussi de mettre en évidence les lacunes des dispositifs de lutte.

Le Cedre se doit alors de devenir force de proposition et de concourir au développement de nouvelles techniques ou à l'amélioration des moyens existants.

### RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Evaluation et contribution au développement de techniques et moyens d'intervention contre les pollutions accidentelles des eaux sont des missions coordonnées par l'équipe du Service Recherche et Développement (R&D) du Cedre. L'expérience gagnée dans l'accomplissement de ces travaux peut ensuite être valorisée par l'édition de documents de synthèse et de guides, ou utilisée en interne dans les autres activités, et notamment dans les actions de formation.

Les activités du Service Recherche et Développement portent à priori sur tous les domaines de l'intervention contre les pollutions des eaux, mais de façon plus ou moins approfondie, en fonction des orientations proposées par l'équipe et de l'intérêt ressenti par les demandeurs ou donneurs d'ordre. Ces derniers sont essentiellement les services de l'état (Marine Nationale, DPNM, DSC, DRAEI) ou, plus ponctuellement, la CEE, les compagnies pétrolières, voire certains organismes étrangers comme le MSRC (Etats-Unis) ou encore des fabricants d'équipements antipollution.

### VEILLE TECHNOLOGIQUE

Le niveau minimum d'implication souhaitable dans les différents domaines est de type "veille technologique" ou scientifique. Cette dernière s'effectue avec une exploitation ou une analyse plus ou moins approfondie en fonction de l'intérêt marqué par nos partenaires et en fonction de nos propres besoins. Ainsi la Marine soutient-elle nos actions de veille technologique dans le domaine des pollutions pétrolières marines, tandis que la DSC s'intéresse plutôt aux pollutions par substances dangereuses en eaux intérieures.

### EXPERTISE INTERNE

Cette veille scientifique est répartie, pour l'essentiel, entre les différents membres de l'équipe R&D, en fonction des domaines de compétence et de l'intérêt de chacun, mais ne se limite heureusement pas à cette seule équipe. Les autres équipes peuvent également être sollicitées, comme par exemple l'Intervention pour tout ce qui concerne le risque chimique.



Essais en mer du récupérateur TRANSREC

## PARTENARIAT NATIONAL

Bien évidemment le Cedre n'assure pas par lui-même la tenue à jour de toutes les connaissances en la matière. Il se repose sur des partenaires extérieurs avec lesquels il entretient des relations suivies. C'est le cas par exemple de l'IFP pour les pollutions de nappes phréatiques, des universités pour l'impact des pollutions, de l'IFREMER pour l'intervention sur épaves. Dans certains de ces domaines, comme dans ceux où il assure lui-même une veille technologique, le Cedre peut être amené à établir des états de l'art à la demande d'opérateurs soucieux de disposer de recommandations pratiques.

## RESEAU INTERNATIONAL

La tenue à jour de nos connaissances bénéficie des relations étroites entretenues avec nos homologues étrangers. Nous les rencontrons régulièrement dans le cadre d'accords de coopération, de séminaires, et aussi, de plus en plus, à l'occasion de réunions de groupes de travail spécialisés. C'est actuellement le cas en matière de biorémediation, des émulsions et de leur traitement, des dispersants et du brûlage in situ. En plus de ces coopérations organisées qui débouchent parfois sur des programmes communs d'études et d'expérimentations, de nombreux contacts plus informels permettent des échanges d'informations et des retours d'expériences entre partenaires internationaux.

## FINANCEMENT

L'ensemble des contrats consacrés à des activités de type R&D représente annuellement un budget de l'ordre de 2 à 2,5 MF dont les deux tiers environ proviennent de fonds publics. La Marine Nationale est le premier commanditaire du Cedre en matière de Recherche et Développement, ce qui explique que plus de la

moitié des activités soit consacrée au domaine de la lutte en mer.

## LES OUTILS

Un volet important de nos activités est consacré à l'évaluation expérimentale de techniques et moyens de lutte. Ainsi, en quinze ans, le Cedre a évalué plus de 150 matériels dont 25 pour la seule année 1994. Pour les essais en mer, le Cedre bénéficie grandement de l'aide de la Marine et des moyens qu'elle met en œuvre. La conception et la réalisation de ces opérations font d'ailleurs l'objet d'une concertation étroite avec la CEPPOL, commission spécialisée de la Marine.

L'autre atout important du Cedre en matière d'évaluation est son plateau technique qui offre la possibilité de réaliser différents types d'essais sur différents polluants. Enfin, en parallèle à ses activités d'agrément et d'évaluation de produits de lutte, notre laboratoire est un soutien indispensable aux activités de Recherche et Développement.



Essais de l'incinérateur VULCANUS

## LES HOMMES

Ces supports techniques ne sont rien sans les équipes qui les font vivre. Leur participation importante aux activités d'évaluation accroît leur niveau d'expertise et concourt

à l'amélioration de la qualité de réponse du Cedre dans tous ses domaines d'activités.

Ces différents atouts valent au Cedre d'être également sollicité par des industriels à la recherche d'une mise au point de leurs produits et aussi, bien souvent, d'une certaine labellisation sous forme d'un procès-verbal d'essai par un organisme mondialement reconnu.

Dans ce domaine, comme dans celui plus général des évaluations de matériel, le Cedre bénéficiera prochainement de l'amélioration de son plateau technique, et plus particulièrement de la transformation de l'actuelle réserve d'eau en un bassin aménagé sur lequel il sera possible d'épandre du pétrole, à l'image de ce qui se fait déjà sur la lagune et sur la plage de ce même plateau. Cette amélioration de nos moyens techniques devrait élargir notre gamme de compétences et nous permettre d'améliorer encore les prestations que nous effectuons pour le compte des Administrations françaises et de nos clients.

## Activités R&amp;D programmées pour 1995

- Veille technologique
- Evaluation technique et moyens de lutte en mer
- Etude expérimentale sur inhibiteurs d'émulsion et vieillissement du pétrole
- Normalisation - standardisation
- Révision de l'Instruction Permanente
- Révision des limites d'utilisation des dispersants
- Assistance Prémar et CEPPOL
- Evaluation de matériels et techniques "littoral"
- Techniques d'intervention sur sites d'accès difficile
- Guide de reconnaissance d'un littoral pollué
- Biorestauration d'un littoral touché par une pollution
- Guide des propriétés des raffinés
- Veille technologique sur les techniques et les moyens d'intervention contre un déversement de produits chimiques en eaux intérieures et portuaires

Pour plus d'information, n'hésitez pas à prendre contact avec G. Peigné, responsable du Service R&D.

## Principales actions du Cedre en 1994 en matière de recherche et de développement

### TENUE A JOUR DES CONNAISSANCES

Réalisées à la demande de la Marine Nationale, les actions du Cedre en matière de veille technologique sur les méthodes et moyens de lutte en mer contre les pollutions accidentelles, ont toutes pour objectif final de proposer des améliorations du dispositif français de lutte, en tirant parti de toutes les expériences et réflexions internationales dans le domaine. Elles intègrent l'exploitation des revues spécialisées, des contacts avec les constructeurs et utilisateurs de matériels, le suivi des opérations menées dans le cadre de pollutions accidentelles, des contacts directs avec les équipes concernées, enfin la participation à des manifestations internationales (AMOP, séminaire sur la télédétection etc).

### SYNTHESES

#### ■ Interventions sur épaves

La Marine Nationale a demandé au Cedre un état de l'art sur les techniques actuellement disponibles pour intervenir sur un navire partiellement ou totalement immergé et contenant des hydrocarbures.

#### ■ Brûlage de cargaison

Suite à l'incident du BRAER (Shetland, 1993), la question s'est posée de l'opportunité de la mise à feu de la cargaison du pétrolier afin d'éloigner un risque de pollution du type «marée noire». A cette occasion, le Cedre a cherché à définir les paramètres à prendre en compte par les opérationnels si l'option «brûlage» était envisagée. Ces éléments peuvent aussi s'appliquer aux incendies de pétroliers, et permettre de déterminer s'il convient de laisser brûler la cargaison ou, au contraire, de tout mettre en oeuvre pour éteindre l'incendie.

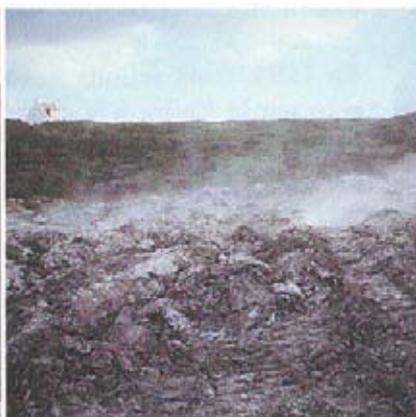
#### ■ Utilisation des BSHM pour la lutte en mer

Le Cedre a rédigé un guide pratique destiné aux équipages civils et militaires embarqués sur les BSHM (Bâtiments de Soutien de Haute-Mer - navires de type supply) affrétés par la Marine Nationale. Ce guide traite de quatre grands types d'intervention en mer :

- l'allègement de navires en difficulté,
- le confinement, la récupération et le stockage des hydrocarbures récupérés,
- la dispersion des hydrocarbures,
- les opérations sur fûts et conteneurs dérivant.

#### ■ Gestion et traitement de déchets de pollutions accidentelles

Ayant réalisé, en 1989, une première étude pour la DPNM (Direction des Ports et de la Navigation Maritimes - Secrétariat Français d'Etat à la Mer) sur l'état de l'art en matière de gestion et de traitement des résidus de



1	2	3
	4	

1. Essais du récupérateur AQUAFAST
2. Traitement des déchets à la Pointe du Raz
3. Test détecteur d'hydrocarbures flottants
4. Machines de nettoyage de plages ROLBA et CANICAS

pollutions par hydrocarbures, le Cedre a entrepris, en 1993, une mise à jour des connaissances sous forme d'un guide pratique pour la DPNM. Avec le soutien de la Commission de l'Union Européenne, cette étude a été étendue à l'Europe avec le double objectif suivant :

- améliorer les connaissances sur la gestion et le traitement des déchets de marée noire,
- dresser un état de l'art des techniques d'élimination de ces déchets.

### EVALUATION ET AMELIORATION DES TECHNIQUES DE LUTTE

#### ■ Lutte en mer

##### *Emploi de dispersants et inhibiteurs d'émulsion*

Le Cedre a participé, en Norvège, aux essais du système d'épandage Rotortech, utilisable sous hélicoptère ; en Bretagne, à l'exercice ANTIPOL 94 pour observer l'utilisation du système d'épandage ADDS, monté sur gros porteur C130 Hercules de l'OSR ; en Mer du Nord, aux essais menés par les britanniques (AEA) sur les dispersants et les inhibiteurs d'émulsion.

#### *Confinement et récupération*

Cette année, notre effort s'est plus particulièrement porté sur l'évaluation en mer (avec un déversement réel d'hydrocarbures) du système de récupération FIOCS/TRANSREC nouvellement acquis par la Marine, et sur le test de différents équipements figurant dans des stocks privés, plus particulièrement celui de l'OSR de Southampton (25 équipements évalués).

#### *Bouées de marquage de nappes*

Une évaluation de la résistance mécanique de bouées destinées à dériver en mer sous l'action des courants a été effectuée dans le cadre plus général des essais de matériels antipollution que le Cedre conduit pour la Marine Nationale. Quatre types de bouées, sélectionnées par Elf (Plan d'Intervention Marine), furent larguées par hélicoptère et par avion et leurs dérives suivies.

#### ■ Lutte sur le littoral

#### *Confinement et récupération*

En 1994, trois actions ont été lancées par le Cedre à la demande de la DPNM : un état de l'art sur les barrages, une synthèse sur l'utilisa-

tion des systèmes à vide et à transport pneumatique, et des tests d'équipements de lutte. Plusieurs équipements ont été évalués dans le cadre :

- de tests spécifiques réalisés sur le plateau technique du Cedre,
- d'essais spécifiques en rivière,
- d'accidents.

#### *Produits filmogènes*

A la demande de la Société Elf, le Cedre a mené une étude dont le but était d'évaluer, en milieu naturel, la durée de l'action d'un produit filmogène appliqué sur un support minéral et destiné à faciliter le nettoyage ultérieur des rochers et ouvrages pollués.

#### *Biorestauration*

(cf. Dossier, pages 4 à 9)

#### *Traitement de déchets*

Le réaménagement de la Pointe du Raz (Finistère) ayant conduit la Direction Départementale de l'Équipement à mettre à jour un ancien site de stockage de déchets de marée noire, le Cedre a été sollicité pour évaluer la situation et proposer des solutions de traitement.

#### ■ Lutte en eaux intérieures

#### *Détecteurs d'hydrocarbures flottants*

La Direction de la Sécurité Civile a confié au Cedre le soin d'effectuer un point technique sur les équipements de détection disponibles sur le marché. Quatre appareils ont été testés sur des hydrocarbures légers, moyens et lourds. ■



Essais du récupérateur NAT-VLI 25 sur le plateau technique

# ELF AQUITAINE

**Bernard TRAMIER**

Directeur Environnement et Sécurité Elf  
Président du Comité stratégique du Cedre

La protection de l'environnement, son intégration dans les activités opérationnelles sont des préoccupations déjà anciennes au sein du Groupe Elf Aquitaine. En effet, dès 1971, une direction centrale (le CIRN, Centre d'Informations et de Recherches sur les Nuisances, devenu depuis la Direction Environnement et Sécurité) était créée avec pour missions principales de coordonner l'ensemble des activités environnement du Groupe, de développer des recherches et de mettre en place les structures nécessaires pour que les activités industrielles d'Elf Aquitaine puissent se poursuivre avec le minimum d'impact sur l'environnement.

Dans le domaine plus particulier de la lutte contre les pollutions marines, un programme de recherches a été lancé en 1974 qui se poursuit sans interruption depuis cette époque. De nombreux procédés ou produits sont issus de ce programme, notamment des dispersants et des récupérateurs, mais les résultats les plus spectaculaires ont été obtenus avec la mise au point et le développement de l'INIPOL EAP22. Cet additif permet l'accélération de la biodégradation des hydrocarbures dans le milieu marin. L'efficacité de ce produit a été particulièrement appréciée lors de l'accident de l'Exxon Valdez, en 1989, où 500 tonnes de produit ont été expédiées en un temps record pour nettoyer plus de 100 km de côtes.



Expertise sur la plate-forme d'ASHTART dans le Golfe de GABES

Aujourd'hui, deux nouveaux produits viennent s'ajouter à la gamme :

- un produit de nettoyage des oiseaux, accompagné d'une "machine à laver" particulièrement adaptée pour permettre de nettoyer plus rapidement, plus efficacement et avec moins de stress les oiseaux atteints par une nappe d'hydrocarbures,
- un produit "filmogène" de protection des côtes qui réduit l'adhérence du pétrole sur les plages (en particulier les galets) et facilite ensuite le nettoyage.

Pour la mise au point de ces différents produits ou procédés, Elf Aquitaine a été amené à collaborer avec le Cedre, notamment pour la validation des résultats et pour la défini-



Test de produit filmogène

tion de tests. En particulier pour la bioremédiation, Elf est partenaire du Cedre dans un projet international mené avec les USA, la Norvège et la Grande-Bretagne. De la même façon, dans le cadre du Centre de Recherche sur l'Environnement marin (Elf Akvamiljo) qu'Elf vient de construire en Norvège, une collaboration va se mettre en place avec les équipes du Cedre.

Le Cedre a également été sollicité par Elf Aquitaine pour des activités plus opérationnelles telles que la définition d'un plan d'intervention pour une plate-forme en Tunisie, ou l'appui d'un de ses experts lors de l'accident du Mega Borg en 1990 dans le Golfe du Mexique, lorsque Elf Aquitaine avait décidé d'intervenir pour apporter son soutien à un armateur qui transportait une cargaison lui appartenant.

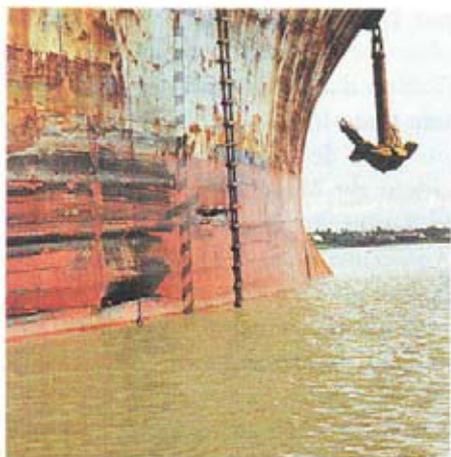
Des deux côtés on reste très attaché à cette collaboration qui, en unissant les compétences et les moyens, permettra de valoriser les efforts faits par la France depuis de nombreuses années pour la lutte contre les pollutions marines. Dans cet esprit, Elf Aquitaine a ouvert une base d'équipement à Marignane pour répondre à ses propres besoins certes, mais qui, le cas échéant, serait bien sûr prête à s'associer aux moyens nationaux. ■

## Pollution de la rivière Nha Be au Vietnam

François CABIOCH

Le 3 octobre 1994, le pétrolier singapourien "Neptune Ariès" heurtait un poste de chargement de la raffinerie de Cat Lai proche de Saïgon. Environ 1 500 tonnes de diesel se répandaient dans la rivière Nha Be.

Bien que n'étant pas impliqué dans l'incident, le Service Environnement de Total Exploration Production se rendait sur place, accompagné d'un expert du Cedre, afin de conseiller les autorités vietnamiennes sur les mesures à prendre en cas de nouvel incident de ce type. Un survol de la zone polluée et des reconnaissances sur le terrain furent ainsi effectués une dizaine de jours après l'accident.



Le NEPTUNE ARIES

Dans le courant du mois de décembre le Cedre participait à une seconde mission. Organisée par l'International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF), cette mission avait pour objectif d'évaluer les dommages causés par la pollution sur la riziculture et l'aquaculture locales.



Rizières grillées par le pétrole

Au cours de cette mission, réalisée en collaboration avec deux scientifiques de l'Institute of Offshore Engineering, des reconnaissances et des prélèvements pour analyses ont été faits. Au moment du départ de l'équipe, un accord avait pu être trouvé avec les autorités vietnamiennes sur le montant des indemnités à verser. ■

## Expertise portuaire au Mozambique

Roger KANTIN

Le Cedre a effectué, en décembre 1994, une expertise pour le compte de la Mission française de Coopération et d'Action Culturelle (MCAC) au Mozambique. Cette étude avait pour objectif principal d'évaluer les implications qu'aurait la signature de la Convention Internationale MARPOL 73/78 pour le Mozambique.

La responsabilité de cette étude incombe à un cabinet ministériel placé sous la tutelle du Ministère des Transports mozambicain : le Cabinet de Coordination des projets de la Marine (GAPROMAR en portugais).

Au cours de cette mission, le représentant du Cedre a visité les infrastructures portuaires et les dépôts pétroliers des trois principaux ports du pays : Maputo (capitale du Mozambique), Beira et Nacala. Il a dressé un diagnostic de la situation relatif aux risques de pollution accidentelle par hydrocarbures liés :

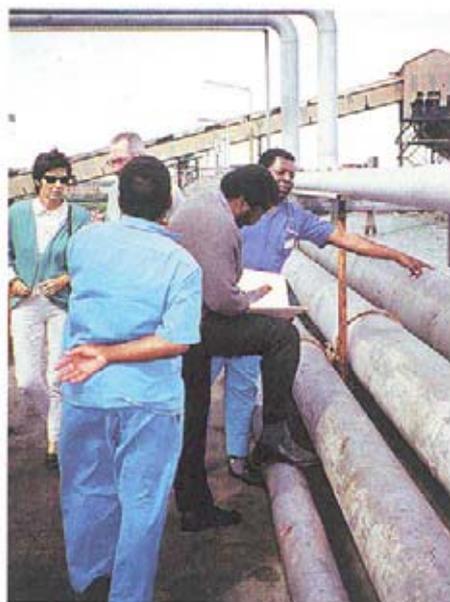
- aux opérations portuaires (environ 2 millions de tonnes de produits raffinés manutentionnées chaque année dans l'ensemble du pays),
- au trafic dans le canal du Mozambique (450 millions de tonnes de produits pétroliers par an, soit le tiers environ du trafic mondial).

A l'issue de la mission, des recommandations ont été faites qui concernent :

- la signature de la convention MARPOL et des conventions de Bruxelles de 1969 et de 1971 permettant l'adhésion au FIPOL,
- l'établissement d'un plan d'urgence national en cas de pollution accidentelle en mer, sur le littoral et dans les ports,



Citerne renversée



Le nouveau terminal de MAPUTO

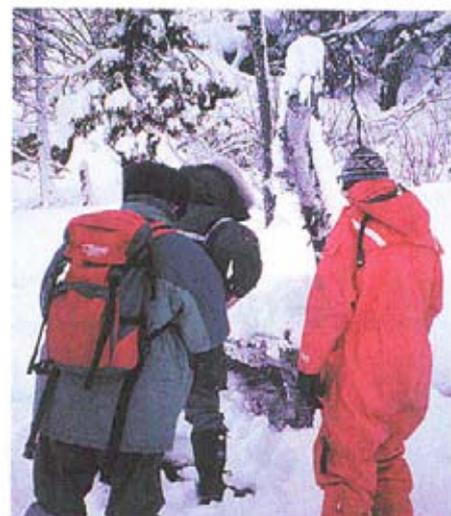
- l'installation d'une station de déballastage à Beira qui draine l'essentiel du trafic pétrolier du pays,
- l'acquisition de matériel de lutte antipollution par le port de Maputo-Matola,
- le renouvellement de la flotte de caboteurs pétroliers mozambicains,
- la surveillance du trafic maritime dans le canal du Mozambique (en collaboration avec Madagascar, les Comores et la France, présente non seulement à Mayotte mais aussi par trois îlots situés au large du Mozambique : Juan de Nova, Bassas da India et Europa),
- un programme de formation à court et moyen termes.

Cette mission devrait être suivie par plusieurs autres permettant de concrétiser les objectifs visés à courte échéance ; cette action, financée en grande partie par le Ministère de la Coopération, s'inscrit dans un programme beaucoup plus vaste soutenu par la Banque Mondiale et appelé projet R.O.C.S. (Roads and Coastal Shipping).■

## Pollution dans la République de KOMI (Fédération de Russie)

Georges PEIGNÉ

Un membre du Cedre faisait partie, au titre de la Task Force de l'Union Européenne, de la mission des Nations Unies qui s'est rendue en Russie du 8 au 15 décembre 1994 à la demande du Ministère russe chargé des situations d'urgence (EMECOM). A l'initiative de deux organismes de l'O.N.U., le Département des Affaires Humanitaires (DAH) et le Programme pour l'Environnement (PNUE), cette mission regroupait des experts du Canada, des USA, de Norvège et de l'Union Européenne. Elle s'est rendue dans la région de Vosay/Usinsk (République de Komi) puis, de retour à Moscou, a mis à profit plusieurs réunions avec un cabinet de consultation russe pour fournir un avis sur les conséquences de la pollution résultant de fuites dans le pipeline Karyaga-Usinsk. Les risques de pollution transfrontalière, au niveau de la mer de Barents via le fleuve Petchora, y furent notamment évoqués.



Observation du pétrole sous la neige

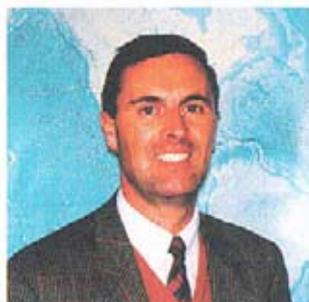
Le rapport, établi conjointement par les experts, confirme l'existence d'une pollution résiduelle d'environ 100 000 m<sup>3</sup> d'un pétrole très paraffinique, dont plus de 80% sont accumulés dans une tourbière. La situation justifie le lancement d'opérations, sans attendre le printemps et la fonte des glaces et neiges qui recouvrent actuellement la pollution, même s'il n'est pas à craindre pour l'instant d'impact significatif sur la Petchora. Des suggestions sont faites en matière de techniques de nettoyage prenant en compte la sensibilité du site et également les difficultés d'accès et d'intervention. Le suivi de la pollution et de son nettoyage fait également l'objet de recommandations ; elles incluent une nouvelle mission d'évaluation au printemps, après la fonte des neiges.■



Le pipeline Karyaga-Usinsk

## L'équipe permanente du Cedre

### LE SERVICE FORMATION



Christophe ROUSSEAU

Biologiste marin de formation, Christophe ROUSSEAU est mis à disposition du Cedre par la Marine Nationale durant son service militaire en septembre 1979. Il devient membre permanent de l'équipe en janvier 1980. Adjoint puis responsable du Service Intervention, il est chargé en 1988 du Service Formation, des relations publiques et internationales et du Centre de Documentation.

Après onze années de navigation au long cours, il sera responsable sécurité/environnement d'une importante raffinerie de pétrole durant trois ans. Il intègre l'équipe permanente du Cedre au début de l'année 1991. Adjoint au chef du Service Formation, il est plus particulièrement chargé des stages destinés à la profession pétrolière. Par ailleurs, il réalise de nombreux audits environnement/pollution en France et à l'étranger.



Xavier KREMER

### STAGES DE FORMATION

#### "LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS PAR HYDROCARBURES EN ZONE LITTORALE ET PORTUAIRE"



Le Cedre organise, du 12 au 16 juin 1995 et du 2 au 6 octobre 1995, un stage de formation destiné aux personnels opérationnels des compagnies pétrolières chargés de la définition et de la conduite d'opérations ou de chantiers de lutte sur le littoral ou en zone côtière ou portuaire.

L'enseignement comporte des conférences assurées par des experts du Cedre, des démonstrations de matériels et des exercices pratiques avec déversement de pétrole sur la plage et le bassin du Plateau Technique du Cedre.

Pour toute information, contacter Xavier KREMER ou Christophe ROUSSEAU au 98.49.12.66.

#### "OBSERVATION AERIENNE"

Le Cedre organise, les 7 - 8 et 9 - 10 novembre 1995, à Brest, un stage de formation à l'OBSERVATION AERIENNE DES POLLUTIONS PETROLIERES. A l'issue de ce stage, les observateurs ainsi formés seront à même d'organiser le vol, d'observer et de cartographier efficacement les pollutions, de préparer un rapport de mission pertinent pour les responsables opérationnels chargés de l'évaluation de la situation et des choix de stratégies d'intervention.

Pour toute information, contacter Claudine LE MUT-TIERCELIN ou Christophe ROUSSEAU au 98.49.12.66.

## PROGRAMME DES STAGES DE FORMATION PREVUS EN 1995

### STAGES NATIONAUX PLAN D'ACTION MEDITERRANEE :

CHYPRE - ISRAEL - EGYPTTE  
13-31 mars 1995

### EAUX INTERIEURES :

- 'GESTION DE CRISE'  
(AFB. Rhin-Meuse, DSC, Ministère de  
l'Environnement)  
METZ, 3-6 avril 1995
- 'INTERVENANTS'  
(AFB. Rhin-Meuse, DSC, Ministère de  
l'Environnement)  
METZ, 4-5 avril 1995

BREVET NATIONAL SUPERIEUR  
RISQUES CHIMIQUES (DSC)  
BREST, 24-28 avril 1995

MAGHREB Niveau 1 - Etat-Major  
TUNIS, 15-19 mai 1995

LUTTE EN ZONE LITTORALE ET  
PORTUAIRE  
BREST, 12-16 juin 1995

INFOPOL  
BREST, 20-23 juin 1995

MAGHREB Niveau 2  
LUTTE EN ZONE LITTORALE  
BREST, 26-30 juin 1995

MAGHREB Niveau 2  
LUTTE EN ZONE PORTUAIRE  
BREST, 4-8 septembre 1995

LUTTE EN ZONE LITTORALE ET  
PORTUAIRE  
BREST, 2-6 octobre 1995

STAGE CEE - COLIS PERDUS EN  
MER  
BREST, 16-20 octobre 1995

OBSERVATION AERIENNE  
BREST, 7-8 et 9-10 novembre 1995

MARINE 'INTERVENANTS'  
BREST, 13 novembre 1995

MARINE 'ETAT-MAJOR'  
BREST, 20-24 novembre 1995

## Publications du Cedre

- Guide pour le choix et l'aménagement des sites de stockage provisoire de marée noire - 1982
- Utilisation des dispersants pour lutter contre des déversements de pétrole en mer :
  - Manuel de traitement des nappes par bateau - 1987- (existe en version anglaise)
  - Manuel de traitement des nappes par voie aérienne - 1991- (existe en version anglaise)
- Manuel pratique d'utilisation des produits absorbants flottants - 1991
- Manuel pour l'observation aérienne des pollutions pétrolières - 1993
- Atlas du golfe normand breton - 1985
- Atlas du delta du Rhône - 1987
- Séminaires sur l'évaluation du risque de pollution accidentelle lié au transport maritime de substances dangereuses :
  - BREST, Mars 1987 - versions française et anglaise
  - BREST, Septembre 1989 - version anglaise
  - BREST, Septembre 1991 - version anglaise
- Miniguides d'intervention et de lutte face au risque chimique :
 

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acétate d'éthylglycol</li> <li>- Acétone cyanhydrine</li> <li>- Acide chlorosulfonique</li> <li>- Acide formique</li> <li>- Acide phosphorique</li> <li>- Acrylonitrile</li> <li>- Aldrine</li> <li>- Ammoniac</li> <li>- Anhydride arsénieux</li> <li>- Aniline</li> <li>- Baryum (composés du)</li> <li>- Benzène</li> <li>- Butane</li> <li>- Carbure de calcium</li> <li>- Chlorate de sodium</li> <li>- Chlore</li> <li>- Chloroformiate d'éthyle</li> <li>- Chlorure de vinyle</li> <li>- Créosotes</li> <li>- Cyanure de sodium</li> <li>- Dibutylphthalate</li> <li>- Dichlorodifluorométhane</li> <li>- Diisocyanate de toluène</li> <li>- Dodécylbenzène</li> <li>- Explosifs de mine (type A)</li> <li>- Ferrosilicium</li> <li>- Formol</li> <li>- Hexaméthylène tétramine</li> <li>- Hexanol</li> <li>- Isoprène</li> <li>- Manèbe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercure (composés du)</li> <li>- Méthane</li> <li>- Méthanol</li> <li>- Méthylisobutylcétone</li> <li>- Méthylmercaptan</li> <li>- Méthylméthacrylate</li> <li>- Méthylparathion</li> <li>- Naphta</li> <li>- Naphtalène</li> <li>- Nitrate d'ammonium</li> <li>- Nitrocellulose</li> <li>- Oleum</li> <li>- Oxyde de propylène</li> <li>- Peintures et apparentés (ONU 1263)</li> <li>- Perchloréthylène</li> <li>- Peroxyde d'éthylméthylcétone</li> <li>- Peroxyde d'hydrogène</li> <li>- Phénol</li> <li>- Phosgène</li> <li>- Plombs alkyles</li> <li>- Polychlorures de biphényles</li> <li>- Sodium</li> <li>- Soude</li> <li>- Soufre</li> <li>- Styrène</li> <li>- Suif</li> <li>- Sulfure de carbone</li> <li>- Triméthylchlorosilane</li> <li>- Urée</li> <li>- Xylènes</li> </ul>
---	--

Pour commander, ou obtenir de plus amples renseignements sur les diverses publications du Cedre, n'hésitez pas à contacter *Corinne CAROFF* au 98.22.45.60.

### Note de la rédaction

Nous remercions les lecteurs qui ont bien voulu répondre à l'enquête lancée dans le Bulletin d'information du Cedre n°3.

**POUR CONTACTER LE CEDRE EN CAS  
D'URGENCE POLLUTION  
(SAMEDI, DIMANCHE ET JOURS FÉRIÉS)**

**'EMERGENCY CONTACT 'HOT LINE'**

**Tél : (33) 98 49 12 66**

- Les locaux du Cedre sont situés sur le Centre IFREMER de Brest-Plouzané (Finistère).

*Cedre's buildings are located on the IFREMER Centre in Brest-Plouzané (Finistère).*

- La zone d'expérimentations et de formation du Cedre est implantée sur la zone industrielle et portuaire de Brest, rue Alain Colas.

*Cedre's experimenting and training zone is located in Brest's industrial and port area, rue Alain Colas*

Tél : (33) 98 44 96 19



**Cedre** Centre de Documentation de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux

TECHNOPOLE BREST-IROISE - BP 72 - 29280 PLOUZANE - FRANCE  
Tél (33) 98 49 12 66 - Fax (33) 98 49 64 46 - Télex 940145 F

