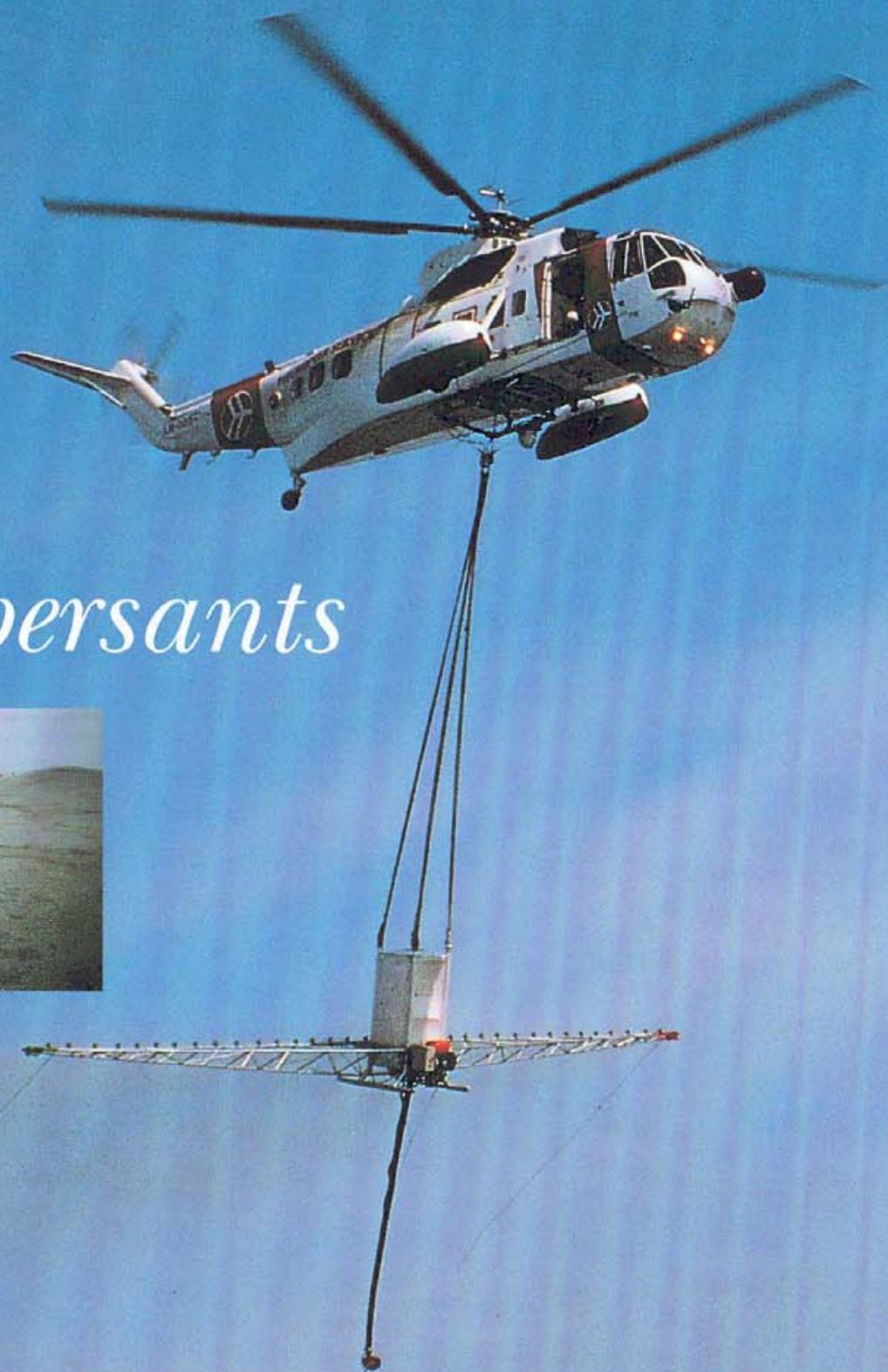


Bulletin d'information du *Cedre*

Les dispersants



ÉDITORIAL

François Lachèvre, 3
Directeur Général, SKULD-Paris

DOSSIER

Les dispersants : sur quel critères environnementaux décider 4
de leur emploi
Logistique liée à l'utilisation des dispersants : agir vite
François-Xavier Merlin

INFORMATIONS

Le polludrome 9
Marc Lavenant

ÉTUDES

Les macro-déchets du littoral 12
Célia Thomas

INTERVENTIONS

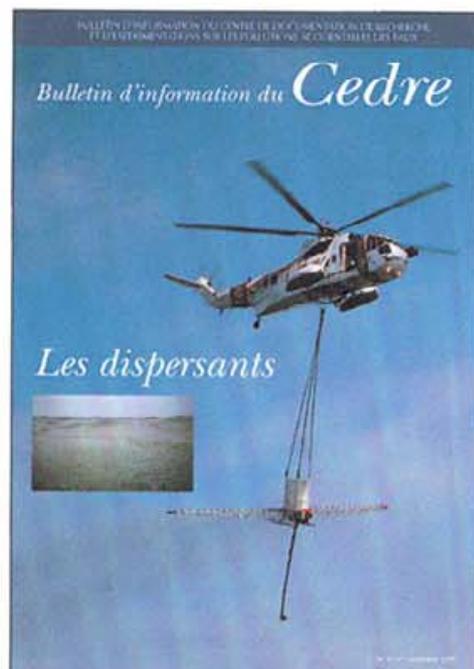
Une pollution marine par produit alimentaire 15
Michel Girin

INTERNATIONAL

Bénin, Congo, Japon, Turquie, Uruguay 18

DOCUMENTATION

Publications du *Cedre* 19
Oilwatch 19



Photos de couverture :
Système d'épandage hélicoptéré.
Nappe de pétrole dispersé.

Bulletin d'information du *Cedre*
Environnement et techniques de lutte
antipollution

N° 9 - 1^{er} semestre 1997

Une publication semestrielle du *Cedre*,
Technopôle Brest-Iroise
BP 72 - 29280 PLOUZANÉ
Tél. 02 98 49 12 66
Fax 02 98 49 64 46
International :
Tél. +33 2 98 49 12 66
Fax +33 2 98 49 64 46
E-mail : cedre@ifremer.fr

Directeur de la publication : Michel Girin

Rédacteur en chef : Christophe Rousseau

Crédit photographique :

Cedre : couverture, pp. 5, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 18
- SHOM : p. 6. - Pr. Meinesz : p. 17.

Conseil, photogravure, impression
Agence XLC

Ont collaboré à ce numéro :

Valérie Ecobichon, Colette Guillet, Annie Le Lann,
Georges Peigné, Bruno Roumégou,
agence FORMATS, agence XLC.

Infographie :

Dynamo, pp. 10-11,
Le Reprographe, p. 12

ISSN : 1247-603X

Dépôt légal : 2^e semestre 1997



François Lachèvre, Directeur Général SKULD-Paris

L'évolution des mentalités, la pression des médias, la prise de conscience de la fragilité de la nature et surtout leurs conséquences financières font maintenant que les pollutions liées aux événements de mer doivent être traitées d'une manière extrêmement rigoureuse.

Les méthodes artisanales et souvent empiriques, dont les dégâts sur la faune et la flore ont été parfois pires que ceux de la pollution qu'elles étaient censées traiter, font place désormais à des techniques beaucoup plus élaborées.

C'est un des rôles du Cedre de les étudier et préparer les meilleurs moyens de lutte contre les pollutions. Le savoir acquis sur les dispersants est une des nombreuses preuves de sa compétence.

Contrairement à ce qu'on a coutume de dire, ce ne sont pas les pollueurs qui sont les payeurs, mais les assureurs. C'est par définition le rôle d'un P&I Club.

Le SKULD a été directement impliqué ces dernières années dans les catastrophes les plus importantes telles que le Nassia, le Braer et le Sea Empress.

Le SKULD est aussi le seul des grands P&I internationaux solidement établi en France.

Nous avons la chance de pouvoir nous appuyer sur des structures parfaitement rodées et organisées et il est rassurant de penser que nous pouvons compter sur l'expertise du Cedre en cas de besoin.

*François Lachèvre,
Directeur Général
Assuranceforeningen SKULD-Paris*

Les dispersants : sur quels critères environnementaux décider de leur emploi

François-Xavier Merlin

Depuis leur première application à grande échelle, au lendemain du déversement d'hydrocarbures du *Torrey Canyon* en 1967, la stratégie d'utilisation des dispersants, bien que parfois controversée, a beaucoup évolué.

Lors de la trente-quatrième session du Comité de la Protection du Milieu Marin (C.P.M.M.) de l'Organisation Maritime Internationale (O.M.I.), le *Cedre* a accepté de jouer le rôle de « chef de file » dans l'élaboration des nouvelles « Directives OMI/PNUE sur l'application des dispersants contre les déversements d'hydrocarbures et considérations liées à l'environnement ». L'édition de 1995* remplace ainsi le document publié en 1982.

Très vite, les travaux entrepris avec nos partenaires internationaux ont fait apparaître un consensus sur la nécessité d'introduire dans ce document, destiné plus particulièrement à des décideurs, la notion d'analyse du bénéfice écologique (N.E.B.A.). Le titre même de la directive fait d'ailleurs mention de cette volonté internationale de prendre en compte les critères environnementaux dans la décision de l'emploi des dispersants. Cette démarche objective a été complétée en France par la définition de limites géographiques pour l'utilisation des dispersants sur les côtes métropolitaines.

Les dispersants ont été conçus pour être utilisés en mer et répondre aux objectifs suivants :

- protéger la côte, zone de plus forte sensibilité, en évitant que la pollution, poussée par le vent, ne l'atteigne (le pétrole dispersé dans la colonne d'eau est soustrait à l'action du vent) ;
- aider le milieu naturel à dégrader le polluant.

Quand les circonstances ne permettent pas de récupérer le pétrole, il est préférable d'aider la nature à le disséminer dans la masse d'eau en le traitant avec des dispersants, pour permettre au milieu de l'éliminer plus facilement. En fragmentant la nappe de pétrole en une myriade de micro-gouttelettes, la dispersion augmente considérablement l'interface eau-pétrole ce

qui a pour effet de favoriser les processus naturels de dégradation du polluant.

Cependant, une des principales critiques portées à l'égard de l'utilisation des dispersants est l'augmentation de toxicité (encadré « niveau de toxicité ») du pétrole dispersé envers l'environnement marin. La

toxicité d'un pétrole non dispersé (comme celle d'un dispersant récent approuvé ou homologué) est faible en comparaison de celle d'un même pétrole dispersé pour lequel la dissolution dans l'eau des fractions légères, qui sont aussi les plus toxiques, se trouve de ce fait amplifiée (encadré « CL50 »).

DÉTERMINATION DU NIVEAU DE TOXICITÉ D'UN COMPOSÉ

La toxicité d'un composé peut être définie à partir de tests effectués sur des espèces vivantes : le test consiste à exposer des lots d'individus (animaux ou plantes) à des concentrations croissantes de composé pendant une durée donnée et à déterminer la concentration de produit qui entraîne la mortalité de la moitié de la population. On définit ainsi la concentration létale 50 % (C.L.50), qui varie d'une espèce à l'autre pour un même composé et ne prend en compte, elle, que la toxicité dite aiguë ou immédiate à l'exclusion des effets différés (moyen ou long terme) et indirects (ex : effet sur la reproduction ou effet mutagène).

Dans le cas du pétrole dispersé, on effectue souvent les tests sur la crevette marine et on considère une durée d'exposition de 6 à 24 heures (6 heures étant le temps d'une marée supposée assurer la dilution du pétrole dispersé).

En première approximation, la toxicité aiguë d'un pétrole dispersé peut se résumer ainsi : 10 à 20 ppm sur des durées de l'ordre de 24 heures peuvent conduire à des mortalités significatives, tandis que des effets sublétaux apparaissent pour une concentration de 1 à 2 ppm (1/10 de la CL50). Pour des temps d'exposition plus courts (quelques heures), la mortalité apparaît en dessous de 100 ppm.

* Pour se procurer ce document, contactez l'O.M.I. : 4 Albert Embankment - Londres SE1 7SR
Fax n° : (44) 171.587.32.10
Référence IMO 576 F (version française).

De même, la dissémination du pétrole en gouttelettes en suspension dans la colonne d'eau favorise le contact du polluant avec la flore et la faune marine, ce qui peut soit faciliter la biodégradation du polluant, soit augmenter sa toxicité ; en fait, la dispersion rend le polluant biodisponible.

DILUTION ET SENSIBILITÉ

Si les concentrations en polluant dispersé sont faibles, la biodégradation du polluant est favorisée et l'effet toxique reste modéré ; à l'inverse, si la concentration du polluant est forte, l'augmentation de sa toxicité due à la dispersion peut être inacceptable. L'opportunité de l'utilisation des dispersants est liée aux possibilités locales de dilution offertes par le milieu, de telle sorte que les concentrations en pétrole dispersé puissent chuter rapidement en dessous de seuils écologiquement acceptables.

Biotopes et organismes n'ont pas, vis-à-vis du pétrole dispersé et non dispersé, la même sensibilité. Des zones d'herbiers sous-marins peuvent s'accommoder du passage de nappes de pétrole flottantes, mais supportent beaucoup plus difficilement celui d'un nuage de pétrole dispersé ; à l'inverse, l'entrée de pétrole flottant non dispersé dans une mangrove peut conduire à la destruction des racines aériennes des palétuviers qui ont une relative tolérance au pétrole dispersé.

L'ANALYSE DE L'AVANTAGE ÉCOLOGIQUE

La dispersion peut être ou non recommandée (encadré « Sites ou habitats ») selon le type d'environnement. Avant de décider de la stratégie de lutte à adopter, il convient de se livrer à un examen approfondi de l'avantage que l'on peut espérer tirer de l'utilisation des dispersants. Cette démarche est appelée analyse du bénéfice écologique (net environmental benefit analysis « N.E.B.A. »).

L'analyse compare, pour la pollution considérée, l'impact prévisible de la pollution traitée à l'aide de dispersant, laissée telle quelle (option "ne rien faire") ou traitée par une autre technique de lutte telle que la récupération ou le brûlage. Il ne s'agit pas d'évaluer l'impact de la dispersion dans l'absolu, ce qui n'aurait que peu d'intérêt, mais de comparer les conséquences de différentes options stratégiques (encadré « L'analyse de l'avantage écologique »).

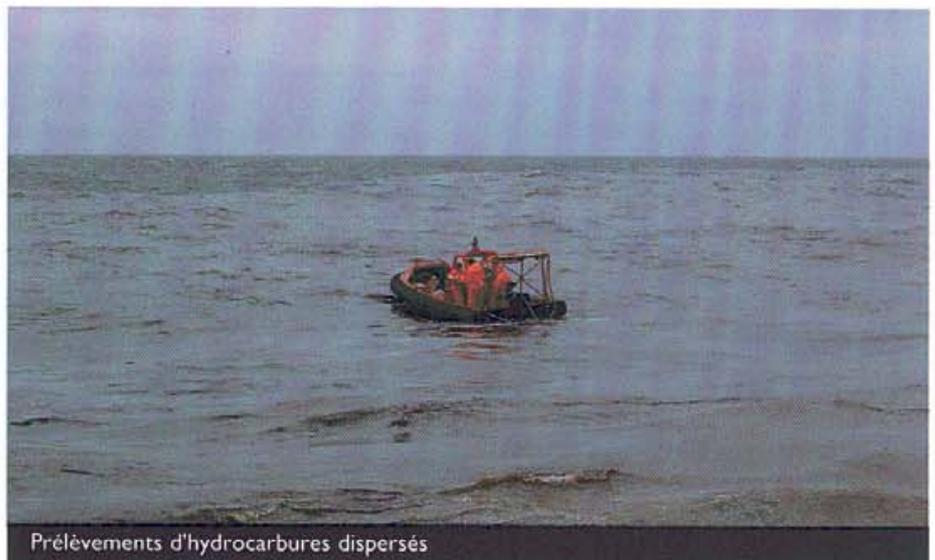
CL 50 SUR LA CREVETTE BLANCHE, EXPRIMÉE EN PPM, DE QUELQUES HYDROCARBURES PRÉMÉLANGÉS AVEC DU DISPERSANT

	CL50 à 6 h d'exposition	CL50 à 24 h d'exposition
Produit dispersant seul	3700-4400-5300 ppm	?
Brut arabe léger étêté et dispersé	370-440-540 ppm	80-90-100 ppm
Fuel oil intermédiaire dispersé	70-360-480 ppm	14-15-17 ppm
Fuel lourd dispersé	70-90-130 ppm	22-24-26 ppm

Cette analyse permet de dégager les avantages spécifiques que procurent les diverses options de lutte envisagées et de décider objectivement des actions à entreprendre. Elle prend en compte les conditions environnementales et météo-océaniques, le type et la quantité de pétrole déversé, la localisation et l'étendue de la pollution, les types de sites ou d'espèces

plus particulièrement menacés, les priorités que l'on donne à la lutte et les chances de succès (ou d'efficacité) des différentes options que l'on compare.

D'une façon générale, lorsque l'on se trouve en présence de ressources écologiques (ou économiques) sensibles au pétrole dispersé, on a tout intérêt à traiter



Prélèvements d'hydrocarbures dispersés

Sites ou habitats pour lesquels la dispersion peut être ou non recommandée. Cette classification ne prend pas en compte certains aspects particuliers, (ex. saisonniers) qui peuvent amener à reconsidérer la stratégie de lutte anti-pollution :

• **recommandée pour la protection de :**

- plages de sable à vocation touristique
- réserves d'oiseaux
- réserves de mammifères marins
- mangroves
- côtes rocheuses à caillouteuses
- côtes sableuses

• **non recommandée pour la protection de :**

- frayères à poissons
- récifs coralliens
- herbiers
- lagunes, vasières, marais
- aquaculture et conchyliculture
- prises d'eau industrielles

le plus tôt et surtout le plus loin possible de celles-ci afin de leur éviter le contact avec ce pétrole dispersé, ou sinon de laisser à ce dernier le temps de se diluer jusqu'à des concentrations inoffensives. Les zones côtières étant le plus souvent les plus sensibles, la dispersion est plus indiquée pour une utilisation hauturière.

LIMITES GÉOGRAPHIQUES POUR L'UTILISATION DES DISPERSANTS

L'analyse de l'avantage écologique peut être difficile à réaliser et requérir des compétences particulières n'existant pas au sein des équipes opérationnelles. Pour simplifier la prise de décision, un travail de réflexion préalable a été entrepris, fixant des limites géographiques au-delà

L'analyse de l'avantage écologique : exemples de choix de stratégie de lutte en fonction des conditions environnementales d'une pollution.

• Par un temps frais, une pollution de quelques centaines de tonnes d'un pétrole léger et peu vieilli dérive vers une zone sensible où se trouvent une réserve d'oiseaux de mer, une frayère à poissons et une côte découpée parsemée de vasières et de marais.

La dispersion du pétrole permet de réduire l'impact sur les oiseaux (sensibles surtout aux nappes en surface) ainsi que l'arrivée de pétrole sur un littoral à faible énergie qui risque d'être pollué de façon durable ; par contre, le pétrole dispersé peut avoir un impact sérieux sur les frayères à poissons.

De façon idéale, la récupération serait préférable car elle permettrait de protéger l'ensemble des ressources exposées. Cependant, les conditions de mer et le temps disponible compromettent les chances de succès d'une telle opération. La dispersion sera alors préférée, en s'efforçant d'agir le plus vite possible, avant que la pollution n'atteigne les frayères à poissons.

• Par un temps frais, un hydrocarbure déjà quelque peu vieilli dérive vers une côte sableuse, sans vocation touristique, bordée de zones conchylicoles à faible profondeur.

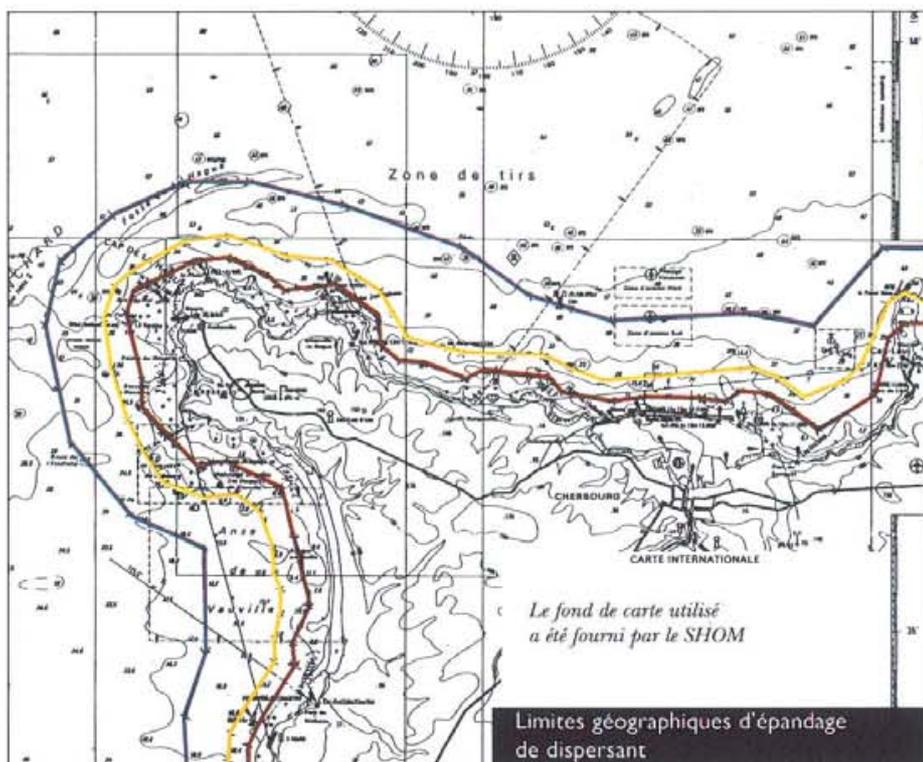
Sur un tel pétrole, la dispersion risque d'être peu efficace et, outre d'augmenter les concentrations de polluant dans les premiers mètres d'eau, elle se traduirait surtout par un morcellement et un éparpillement du pétrole en surface. Une telle situation augmenterait le risque pour les exploitations conchylicoles et augmenterait la longueur de littoral touchée.

Considérant, comme précédemment l'impossibilité de réaliser une opération de récupération, l'option « ne rien faire » apparaît préférable : elle minimise le risque sur les ressources conchylicoles et conduit à laisser le pétrole vieillir et s'épaissir ce qui facilitera son ramassage sur le sable.

desquelles il est possible de disperser du pétrole sans risque majeur pour l'environnement le long des côtes de la France métropolitaine et de la Corse.

Ce travail a été réalisé par le Cedre avec l'assistance d'autres organismes techniques et scientifiques.

Ces limites ont l'intérêt de permettre aux autorités maritimes de prendre leur décision d'utilisation des dispersants sans perte de temps et sans avoir à consulter les organismes scientifiques. Elles sont particulièrement utiles pour les premières heures de



la lutte. En fait, il s'agit de **limites de libre utilisation des dispersants** qui peuvent être revues selon les circonstances et avec les recommandations du Cedre au-delà des premières heures de la lutte, quand la nature et l'évolution de la pollution sont mieux connues après analyse de l'avantage écologique.

Ces limites ont été tracées en tenant compte des possibilités locales de dilution pour des scénarios de pollution correspondant à **des déversements de 10, 100 et 1 000 tonnes de pétrole**. On a considéré d'abord les profondeurs d'eau minimales nécessaires pour que la concentration initiale en hydrocarbure (avant toute dilution latérale) soit inférieure à 10-20 ppm et les distances minimales à la côte permettant d'éviter que la pollution ne vienne toucher le rivage par simple étalement (tableau ci-dessous).

Ces données de base ont été complétées pour une prise en compte des sites écologiquement sensibles (parc naturel, zone conchylicole, concession, cantonnement...) afin de moduler localement les tracés et les éloigner du rivage.

Quantité de pétrole déversée (t)	Profondeur minimale (m)	Distance minimale à la côte (milles)
10	5	0,5
100	10	1
1000	15	2,5

CONCLUSION

À travers ces deux notions complémentaires, l'analyse de l'intérêt écologique et la définition des limites géographiques pour l'utilisation des dispersants, l'on dispose maintenant de critères objectifs pour décider de l'opportunité d'utilisation de ces produits.

Cela en limite les risques et devrait contribuer à réduire les polémiques entre partisans et adversaires du principe des dispersants, conduisant à un consensus sur une utilisation raisonnée.

ABSTRACT

Dispersants : which environmental criteria should be considered to decide a chemical dispersion ?

The use of dispersants is often controversial due to the toxicity of the dispersed oil.

However, considering each situation, the advantages and disadvantages of dispersant use can be weighed through the net environmental benefit NEBA, as described in the IMO dispersant guidelines revised in 1995.

The NEBA has been completed for operational need by a fast decision system : based on environmental consideration, geographical limits have been drawn along the french coast to establish where dispersant can be safely applied without pre-requisite.

Logistique liée à l'utilisation des dispersants : agir vite

François-Xavier Merlin

Pour utiles qu'ils puissent être, les produits dispersants ne sont pas une panacée ; ils sont surtout efficaces pour des hydrocarbures peu visqueux.

À partir des conclusions des programmes expérimentaux effectués dans les années 1980, on avait déterminé des limites de viscosité au-delà desquelles l'efficacité des dispersants devenait négligeable : les limites pratiques avaient été fixées à 2000 cSt en France et 5 000 cSt en Grande-Bretagne.

d'heures plutôt que de jours. Différentes études ont été entreprises dans les instituts spécialisés (A.E.A.* Technology en Grande-Bretagne, Sintef** en Norvège, Environment Canada...) pour étudier et quantifier le vieillissement des différents pétroles et déterminer leur fenêtre temporelle de dispersion. Le *Cedre* lui-même vient de s'équiper d'un canal d'essais (cf. article p. 9) où il peut suivre le vieillissement de pétroles dans des conditions environnementales contrôlées.

Pays de Galles (encadré le "*Sea Empress*"), où le traitement au dispersant a pu être poursuivi durant environ une semaine.

D'un point de vue opérationnel, cette courte fenêtre de temps pendant laquelle les dispersants peuvent être utilisés (1 à 2 jours) implique de pouvoir effectuer le traitement rondement et sans délai, chaque heure gagnée contribuant au succès de l'opération. Cela implique une minutieuse préparation au niveau du plan d'intervention. Rien ne doit être laissé au hasard ou à l'improvisation pour ce qui concerne la prise de décision, la façon de



Epannage aérien par un C130 Hercules et un Fokker F27

Généralement, un pétrole peu visqueux est un pétrole relativement frais : en effet, une fois déversé dans le milieu marin, un pétrole évolue progressivement, on dit qu'il vieillit ; au fil des heures, les fractions les plus légères s'évaporent et il s'émulsionne en incorporant de l'eau de mer (formation de "mousse au chocolat") ; l'ensemble de ces phénomènes se traduit par un épaississement du pétrole qui voit rapidement sa viscosité monter, si bien qu'au bout d'un certain temps un polluant initialement dispersible arrive à ne plus l'être. Ces limites de viscosité sont vite atteintes et définissent le créneau (ou fenêtre) de temps laissé pour tenter une dispersion. Il s'agit le plus souvent d'une question

D'expérience, dans de nombreux cas, dès qu'il s'agit d'un déversement ponctuel, le traitement au dispersant n'est possible que pendant le premier jour, voire, au mieux, les 2 à 3 premiers jours si les circonstances sont particulièrement favorables (hydrocarbure léger, faiblement émulsionnable, vent faible et température modérée).

Il est évidemment des accidents qui entraînent des déversements plus ou moins continus et réguliers de polluant frais, tel que celui du *Sea Empress* en mars 1996 au

Le « *Sea Empress* »

La pollution du *Sea Empress* constitue une des plus importantes opérations de traitement aux dispersants ayant jamais eu lieu. Les Britanniques ont utilisé exclusivement des vecteurs aériens :

- 7 avions DC3 (capacité 5 t de dispersant par rotation) ont opéré à partir de l'aérodrome de Milford Haven ;
- le C130 Hercules de l'OSRL de Southampton (capacité 20 t de dispersant par rotation) opérait à partir de l'aéroport de Cardiff, les pistes de Milford Haven n'ayant pas les spécifications requises.

Deux avions de télédétection spécialisés dans la lutte antipollution ont guidé les avions d'épandage et contrôlé l'efficacité du traitement. Celle-ci a été également vérifiée au travers de mesures de pétrole dans la colonne d'eau, effectuées à partir d'un navire.

Sur une petite semaine, 440 t de dispersant ont été répandues. Ce dispersant, conditionné en conteneurs de quelques mètres cubes, a été acheminé vers les deux aéroports par camion (cf. Bulletin du *Cedre* n° 7).

* AEA technology : Atomic Energy Agency.

** SINTEF : the Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology.

conduire les opérations, les équipements de traitement et les produits dispersants. Au niveau de la décision d'entreprendre le traitement, les critères décisionnels (voir article précédent) doivent être clairs et bien établis : la définition de limites supérieures de viscosité pour la dispersibilité des polluants, et celle de zones géographiques où les dispersants peuvent être appliqués sans dommage, permettent de cerner d'emblée les situations propices à la dispersion.

À ce stade, les produits dispersants et les équipements de traitement navals ou aériens (voir Bulletin du *Cedre* n° 4) doivent être mis en place en quelques heures. Les moyens d'épandage aériens sont souvent le fait de sociétés privées qui sont organisées pour réagir très rapidement, telles que :

- Air Atlantic, en Grande-Bretagne, qui, par convention avec les autorités Britanniques, peut mettre en action dans un délai très court jusqu'à 7 DC3, avion robuste s'accommodant d'une infrastructure rustique ;
- L'OSRL de Southampton disposant d'un gros porteur C130 Hercules qui requiert une infrastructure plus importante (longueur de piste) que le DC3.
- Helikopter Service, en Mer du Nord, peut mettre en œuvre ses hélicoptères lourds, Sikorsky, autour des champs pétroliers.

En France, la Marine dispose d'hélicoptères lourds Super-Frelon et la Direction de la Sécurité Civile d'un Fokker F27.

La logistique à déployer pour mettre en œuvre ce type de moyens s'alourdit vite dès lors que, par souci d'efficacité, on les délocalise sur un aéroport ou une zone d'envol au plus près de la pollution (encadré « Logistique autour des hélicoptères Super-Frelon »).

Les moyens d'épandage pour les navires doivent être acheminés et montés en quelques heures sur ces derniers ; cela implique qu'ils soient clairement répertoriés dans les plans d'intervention, convenablement stockés et conditionnés en conteneurs facilement transportables, et que leur installation sur les navires ait été préalablement prévue et étudiée (exemple : la standardisation de la fixation des matériels d'épandage).

Pour l'ensemble de ces opérations, la rapidité d'exécution et la qualité nécessitent

des personnels formés et entraînés régulièrement au travers des exercices auxquels, en France, se livre annuellement chaque Préfecture Maritime.

Les stocks de produits dispersants sont judicieusement répartis là où l'on risque d'en avoir besoin, au niveau des ports ou directement sur les navires concernés et, pour le traitement aérien, au niveau des aéroports. Ils doivent être conditionnés en fûts, conteneurs ou camions-citernes pour être facilement transportables.

De tels stocks, qui peuvent être conséquents (plus de 1 000 t pour l'ensemble du littoral métropolitain), sont répertoriés dans les plans d'interventions et contrôlés



Ravitaillement à la mer d'un système d'épandage aérien

régulièrement (voir Bulletin du *Cedre* n°8).

Les stocks de produits et les moyens d'épandage étant en place, il est nécessaire de disposer de moyens aériens additionnels pour guider l'épandage. Les Britanniques utilisent pour ce faire leurs avions de télédétection armés par des équipages spécialement formés. De plus, ces avions ont pour rôle de suivre l'effet du traitement et le devenir des nappes.

L'application des produits doit se faire selon des protocoles bien précis pour mener une action efficace et ordonnée. Une fois encore, cela requiert des personnels formés et entraînés.

LOGISTIQUE AUTOUR DES HÉLICOPTÈRES SUPER-FRELON DE LA MARINE NATIONALE

La Marine Nationale utilise ses hélicoptères lourds Super-Frelon équipés d'un matériel d'épandage de 3 m³ suspendu sous élingue : le SOKAF 3000.

Cependant, la capacité d'emport d'un hélicoptère est très vite limitée par la distance à parcourir, le kérosène nécessaire étant embarqué au détriment de la charge de dispersant. Pour réduire cet inconvénient, on a coutume de rapprocher l'hélicoptère des nappes à traiter en organisant un héliport de campagne, sur la côte, au plus près de la pollution.

Cette opération nécessite, au niveau logistique, de prévoir l'acheminement du dispersant et celui du kérosène dans des camions spécifiques. De plus, pour des raisons de sécurité, il faut mettre en place une logistique de transmission avec fourgon et tour de contrôle, capable de gérer les mouvements du ou des hélicoptères, ainsi qu'un véhicule incendie.

L'ensemble de ces moyens doit pouvoir être activé quasi-immédiatement pour être opérationnel en quelques heures.

Le traitement au dispersant est une technique séduisante, car moins lourde que le confinement/récupération. La technique ne génère pas de déchet huileux récupéré qu'il va falloir stocker puis éliminer. Elle s'accommode de conditions météo-océaniques moins clémentes que les autres options et, en ce sens, son créneau d'emploi est plus large.

En contrepartie, le faible délai dont on dispose généralement pour traiter impose d'avoir préalablement prévu, et mis en place, une logistique qui reste lourde : l'efficacité d'une opération se joue avant la pollution, dans sa préparation.

ABSTRACT

Due to the weathering of the oil there is a short time window during which dispersants work efficiently. Treatment operations should therefore start as soon as possible. It is often difficult to supply enough spraying platforms (aircraft, helicopters or vessels) to fully treat a spill at relatively short notice. So operational procedures have to be carefully considered in terms of preparedness. ■

Le polludrome

Marc Lavenant

Le *Cedre* vient de se doter d'un outil nouveau : un anneau de vieillissement d'hydrocarbures en ambiance contrôlée pour lequel, plutôt qu'un sigle complexe, nous avons choisi la dénomination imagée de « *polludrome* ». Quels sont les objectifs et l'utilité d'un tel équipement ?

Une fois déversé dans le milieu naturel, en mer ou sur plan d'eau, un pétrole se modifie progressivement au fil de son vieillissement. Sujet à des phénomènes d'évaporation, de dissolution, de photo-oxydation et d'émulsification, le polluant voit ses caractéristiques physico-chimiques évoluer souvent de manière considérable : perte des fractions légères, augmentation du point d'éclair, de la densité, de la teneur en eau, augmentation importante de la viscosité, du point d'écoulement, etc.

Au fil de cette évolution, c'est de fait un nouveau polluant qui apparaît, n'ayant plus rien à voir avec l'hydrocarbure qui lui a donné naissance.

La connaissance de cette évolution est un élément capital pour la bonne gestion des opérations de lutte et le choix judicieux des techniques et équipements auxquels on recourt. C'est pourquoi le *Cedre* s'y intéresse de près et a déjà, à plusieurs occasions, proposé des études sur ce thème.

Divers modèles informatiques sont apparus ces dernières années pour prédire l'évolution des produits pétroliers. Pourtant, en dépit de ces outils, les récentes pollutions ont suscité quelques surprises. Ainsi, la rapide et intégrale dispersion du pétrole du *Braer* n'avait pas été vraiment pronostiquée. L'étonnement a été total quant à l'évolution du pétrole du *Lyria*. Le devenir, et en particulier l'évaporation, de produits raffinés légers tels que le fuel oil domestique sont quelquefois surprenants.

Enfin, à chaque pollution se pose la question de savoir si telle ou telle technique de

lutte conserve son efficacité et peut encore être utilisée sur le polluant après vieillissement. Ceci est particulièrement vrai pour le traitement aux dispersants.

Des méthodes d'essai en laboratoire ont été développées, notamment par le Sintef* en Norvège, pour prédire l'évolution d'un polluant, avec simulation séparée de

chaque phénomène (étêtage/distillation pour l'évaporation, brassage pour l'émulsification). Les limites de ce type d'approche viennent du fait que chaque phénomène est étudié indépendamment.

Plus récemment, le Sintef a mis au point, à échelle pilote, le « flume test » dans lequel il est possible de faire subir, simultanément, les différents phénomènes à un



Vue générale du polludrome

* SINTEF : the Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology

brut donné en recréant ainsi des conditions de vieillissement réalistes, permettant de se prononcer sur le devenir réel de l'hydrocarbure dans le milieu naturel.

Un essai, réalisé en 1993 sur une installation rudimentaire « bricolée » par le *Cedre*, a confirmé l'intérêt de se doter d'un tel dispositif nécessairement spécifique à ce type d'expérimentation, les déversements d'hydrocarbures n'étant pas autorisés dans les bassins d'essais classiques.

Dans le cadre d'un projet cofinancé par le Fonds d'Aide à la Recherche et à l'Innovation (F.A.R.I.), le *Cedre* vient de se doter d'un anneau d'essai (« Polludrome ») qui va permettre de simuler de façon réaliste le vieillissement d'un hydrocarbure déversé en mer ou sur un plan d'eau, en soumettant le polluant, dans des conditions contrôlables de température, à l'action du vent (évaporation), du courant, de l'agitation de surface (émulsification, dissolution, dispersion) et de l'éclairement (photo-oxydation).

DESCRIPTION GÉNÉRALE

Le polludrome est constitué d'un canal en boucle d'une dizaine de mètres de longueur développée, et d'un tronçon rectiligne, également de dix mètres (voir figure ci-dessous). Il est muni de générateurs de houle, de courant, de marée, de vent et d'une source lumineuse intense. Le polluant peut ainsi être soumis, au fil de ses passages, simultanément ou successivement à l'agitation des vagues, à la photo-oxydation et à l'évaporation.

Il est également prévu d'équiper la section rectiligne du bassin d'un tronçon de plage artificielle de 3,50 m de longueur qui pourra être soumise, à la fois à l'action de la houle et à celle de la marée.

L'implantation de ce dispositif à Brest, sur le site du plateau technique du *Cedre*, permet de l'alimenter à loisir en eau douce ou en eau de mer, voire pour certains essais de créer une dilution

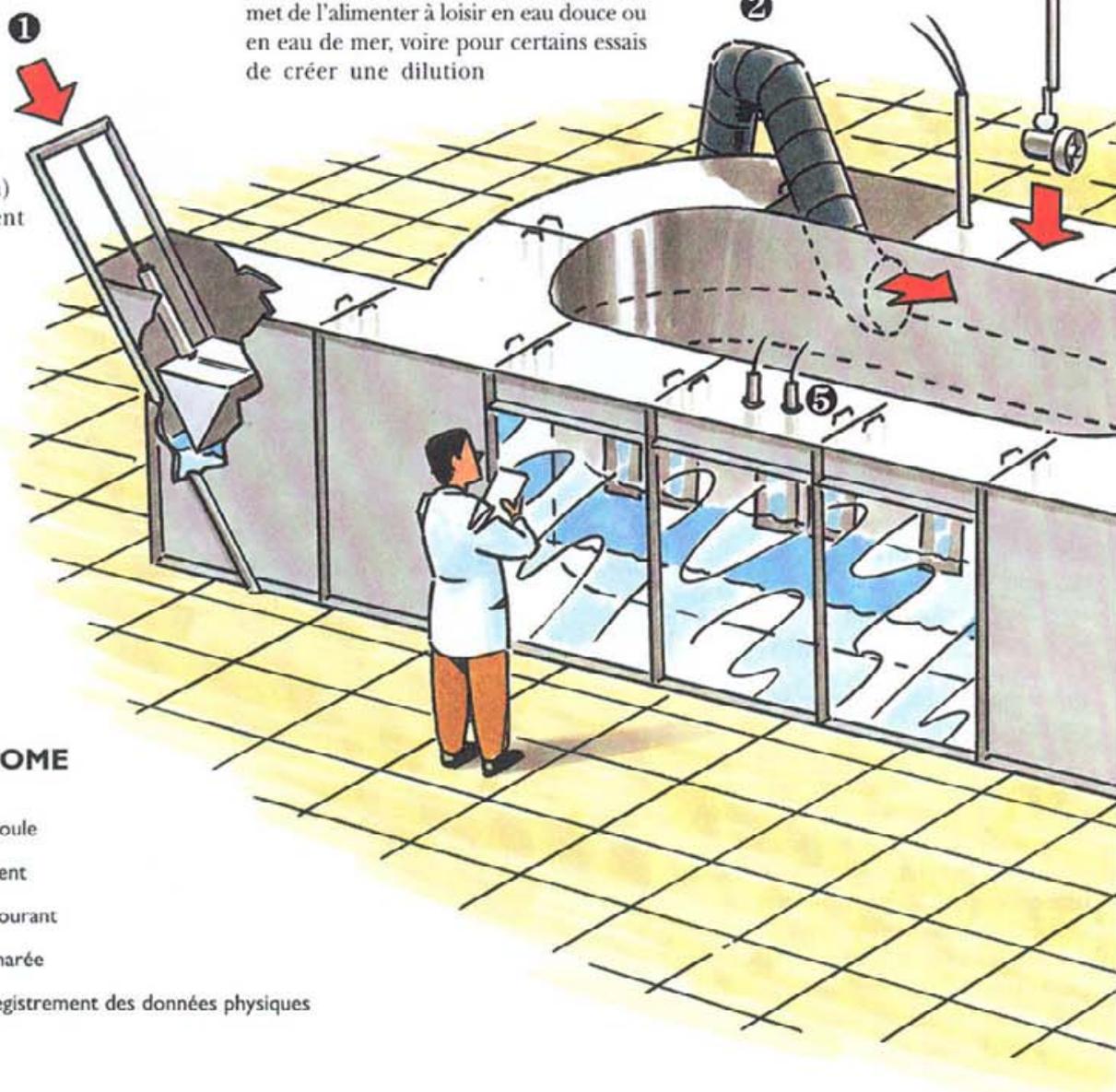
avec des apports d'eau fraîche en continu ou en discontinu. Le paramètre température du milieu est pris en compte par une régulation thermique.

LES ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS ESSENTIELS

L'ENCEINTE THERMORÉGULÉE

L'enceinte recevant le canal d'essai est une chambre isotherme de dimensions extérieures 12,00 m x 5,00 m x 3,00 m (L x l x h).

L'unité de climatisation est dimensionnée pour réguler la température intérieure de l'enceinte sur une plage de 3 à 27 °C en toutes saisons.



LE POLLUDROME

1. Le générateur de houle
2. Le générateur de vent
3. Le générateur de courant
4. Le générateur de marée
5. Les capteurs d'enregistrement des données physiques

LE CANAL D'ESSAIS

Le canal d'essais, d'une largeur de 0,60 m et d'une hauteur de 1,60 m, comporte une section droite de longueur 10,00 m et une section en boucle de 2,60 m x 5,60 m. Les sections peuvent être isolées au moyen de portes amovibles.

Compte tenu des contraintes de nettoyage à haute pression, canal et bassin sont réalisés en tôle d'aluminium de 5 mm d'épaisseur avec un fond plat.

Le canal est muni de larges panneaux vitrés et de hublots permettant de suivre visuellement, sur toute la hauteur d'eau, le comportement du polluant, en pleine eau ou dans le sédiment. Enfin, un ensemble de couvercles amovibles réalisés en tôle d'aluminium permet une couverture partielle ou complète, ainsi que l'utilisation de générateurs de vent et de courant et le positionnement des différents capteurs physiques.

LE GÉNÉRATEUR DE HOULE

Il permet d'étudier la dispersion des polluants sous l'action des vagues. Il est dimensionné pour créer des vagues d'une amplitude maximum de 30 cm (crête à creux). Installé à l'extrémité de la section droite du canal, il est constitué d'un coin triangulaire (80 cm x 56 cm) animé d'un mouvement sinusoïdal, transmis par un vérin d'amplitude totale de 1 m.

LE GÉNÉRATEUR DE VENT

Il est installé sur une partie rectiligne du canal, entre les deux courbes de la section en boucle.

Le générateur est constitué :

- d'un ventilateur placé sur le sol de l'enceinte isotherme ;
- d'une conduite de refoulement entre ventilateur et tunnel ;
- d'un tunnel de refoulement permettant de créer des vents de vitesse réglable de 0 à 10 m/s.

L'ensemble est piloté par un variateur de fréquence.

LE GÉNÉRATEUR DE COURANT

Deux circulateurs immergés (hélice mue par un moteur électrique), génèrent des courants de vitesse réglable entre 0 et 0,4 m/s.

LE GÉNÉRATEUR DE MARÉE

Le générateur de marée permet de faire varier le niveau moyen de l'eau dans le canal d'essais selon une courbe préétablie représentative de la marée d'un site donné. Selon la période de la marée (flux ou reflux), l'eau est aspirée ou refoulée entre un bassin tampon (10 m³) et le canal d'essais. La circulation d'eau est réalisée par deux petites pompes (30 m³/h) pilotées par un logiciel installé sur l'ordinateur de contrôle du polludrome.

L'ENREGISTREMENT DES DONNÉES

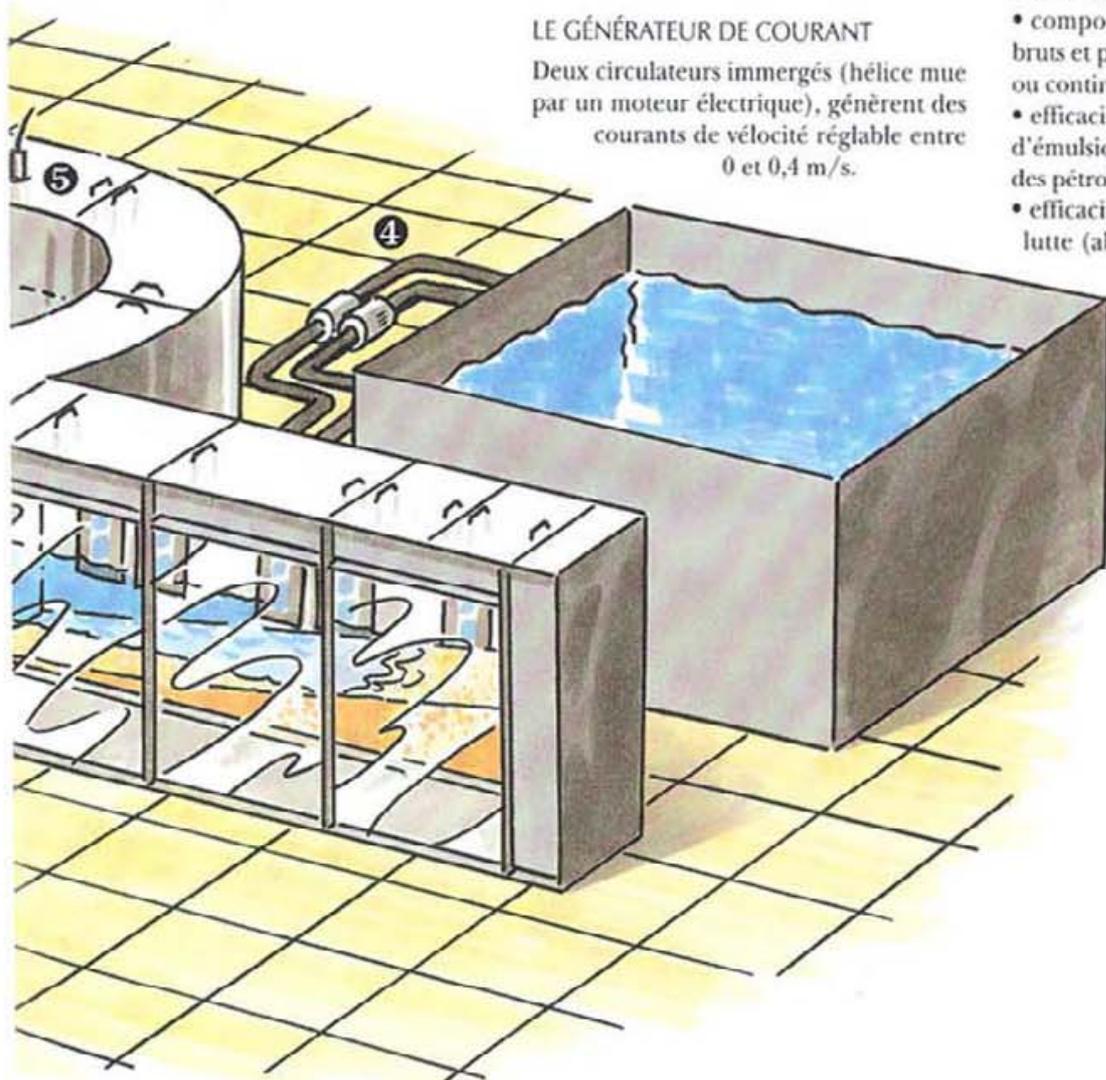
Des capteurs, disposés dans l'enceinte et dans le canal, assurent l'acquisition et la transmission en continu, sur l'ordinateur de contrôle, de l'ensemble des données physiques du déroulement des expérimentations.

OBJECTIFS

Le dispositif permettra, entre autres, de mener les études suivantes :

- comportement et devenir de pétroles bruts et produits raffinés en eaux marines ou continentales ;
- efficacité des dispersants et inhibiteurs d'émulsions en fonction du vieillissement des pétroles ;
- efficacité d'autres types de produits de lutte (absorbants, voiles protecteurs...) sur divers polluants ;
- comportement des produits chimiques flottants, solubles ou coulants.

Nos partenaires nationaux et internationaux ont déjà manifesté de l'intérêt pour cet outil aux multiples possibilités. Il générera certainement de fructueuses collaborations. ■



Les macro-déchets du littoral

Célia Thomas

Plus du tiers des quelques 20 000 tonnes de déchets récupérés lors de la pollution du *Nakhodka* au Japon, en janvier 1997, était des macro-déchets. Voilà qui donne à réfléchir lorsque l'on sait l'importance politique et financière du transport, du stockage et de l'élimination des déchets de « marées noires ».

La France métropolitaine dispose d'une façade maritime de l'ordre de 5 500 km dont 2 000 km de plages fréquentées par le public. Ce littoral concentre 10 % de la population métropolitaine et demeure la destination privilégiée de 50 % des Français en été. Il constitue également un site privilégié pour de multiples activités éco-

nomiques telles que la pêche, la conchyliculture, les activités portuaires et nautiques, l'agriculture et l'industrie. Ceci explique la diversité des sources potentielles de macro-déchets sur notre littoral mais également des victimes de ces pollutions.

Très concernées par ce sujet, les Agences de l'Eau ont confié au *Cedre* une étude de synthèse sur les macro-déchets présents le long du littoral français. Notre travail s'est opéré en trois phases :

- une étude bibliographique des données disponibles en France et à l'étranger ;
- une enquête auprès de toutes les communes du littoral ;

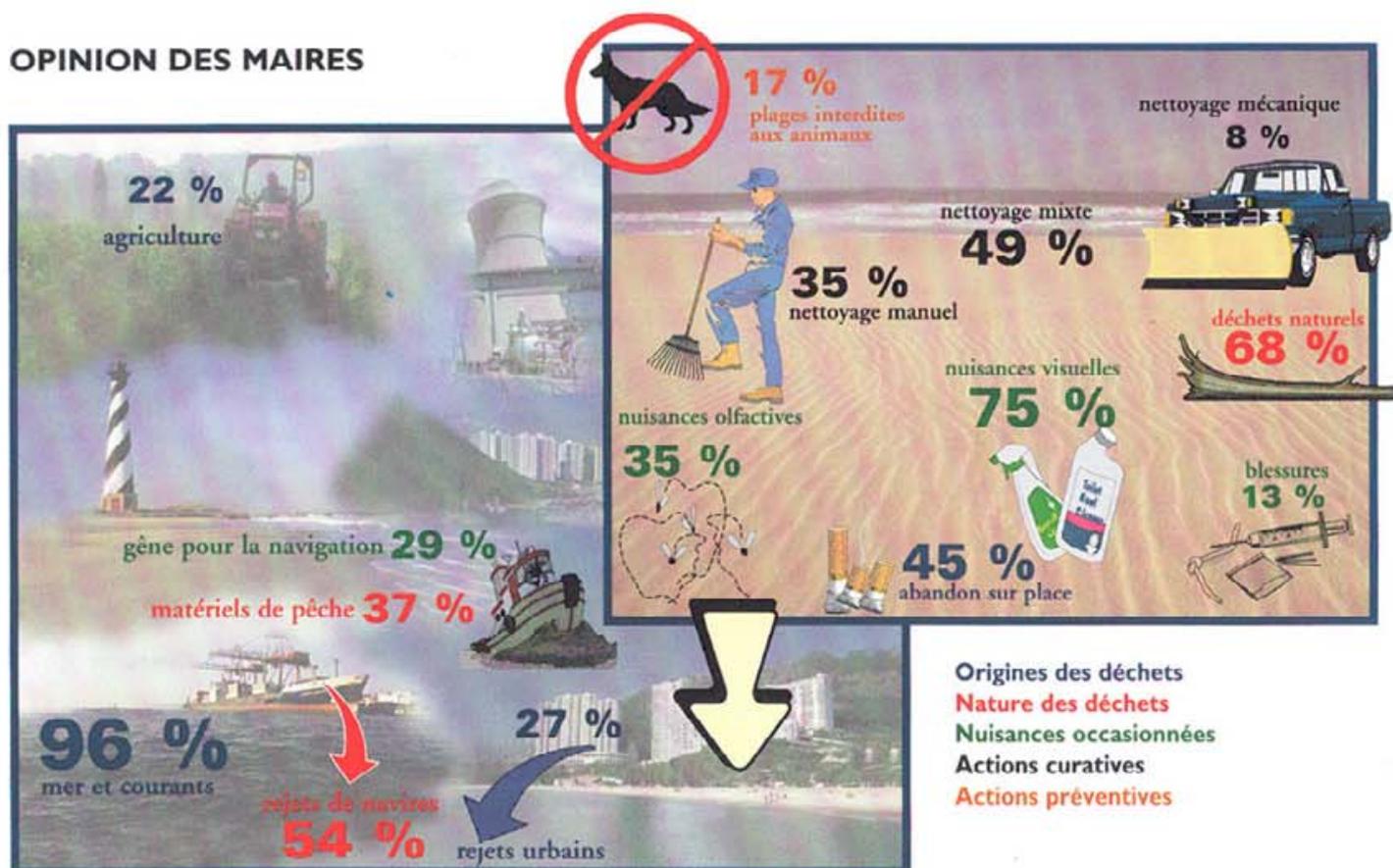
• une série de visites et d'entretiens avec les élus et les services techniques des communes dont les réponses au questionnaire paraissent les plus intéressantes.

DÉFINITION USUELLE D'UN MACRO-DÉCHET

Mais qu'entend-t-on par ces « macro-déchets », de plus en plus souvent incriminés ?

Selon la loi du 15 juillet 1975, est appelé déchet « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau produit

OPINION DES MAIRES



Attention : les pourcentages représentent les opinions des maires des communes littorales. En aucun cas, il ne faut les considérer comme valeurs réelles et objectives.

ou plus généralement tout bien meuble abandonné... ». Dans l'enquête réalisée auprès des maires des communes du littoral, nous n'avons volontairement pas donné de définition du macro-déchet. Il s'est avéré que les élus contactés considéraient, en plus des déchets provenant de l'activité humaine, les déchets naturels tels que les bois morts, les cadavres d'animaux et les algues comme des macro-déchets à éliminer. Ceci s'explique par le fait que les touristes exigent aujourd'hui des plages débarrassées de tout ce qui n'est pas sable, faute de quoi ils ont un sentiment d'inespérance.

ORIGINE ET NATURE DES MACRO-DÉCHETS SUR LE LITTORAL FRANÇAIS.

ORIGINE

Les déchets d'origine humaine représentent 20 % de l'ensemble du volume des macro-déchets présents sur une plage. Les 80 % restants sont constitués de bois flottés.

MODE DE TRANSPORT

Il est possible de distinguer deux catégories de macro-déchets : les déchets flottants qui transitent par la mer avant de s'échouer et les déchets qui se déposent directement sur le littoral.

Le réseau hydrographique est le principal vecteur de déchets de l'intérieur des terres vers la mer. Les déchets qu'il transporte proviennent des agglomérations traversées, des décharges sauvages situées à proximité des berges ainsi que des usagers des cours d'eau (pêcheurs, sportifs, etc.). Mais, les cours d'eau ne transportent pas uniquement des déchets provenant de l'activité humaine, ils charrient aussi de grandes quantités de végétation, en particulier des bois flottés ensuite rabattus sur le littoral par les courants.

Les déchets qui se déposent directement sur le littoral sont apportés par les réseaux d'eaux usées ou pluviales, ou bien abandonnés sur place par les usagers du littoral. En effet, dans de nombreuses communes, en général de faible importance, les réseaux d'eaux usées n'aboutissent pas encore en station d'épuration, ou pas en totalité, mais directement sur le littoral. De plus, les eaux pluviales sont susceptibles de charrier tous les déchets présents sur la voirie et dans les caniveaux. Dans le cas de réseaux débouchant directement sur le littoral et non équipés de systèmes de dégrillage, ces déchets se retrouvent irrè-



Macro-déchets sur le littoral

médiatement sur le littoral voisin. Le transit des déchets urbains vers les plages se fait également par l'intermédiaire du vent pour les déchets légers de type emballages ou papiers.

OPINION DES MAIRES

Quatre-vingt seize pour cent des communes qui nous ont répondu soulignent l'importance des déchets flottants. Ceux-ci sont constitués de déchets résultant d'une activité humaine ou d'éléments naturels rabattus par les courants sur le littoral. Selon notre enquête, dans 54 % des communes, les déchets flottants d'origine humaine sont, pour l'essentiel, des déchets abandonnés près de la côte par les plaisanciers, tandis que pour 37 % il s'agit de déchets portuaires, de pêche ou de conchyliculture. La quasi-totalité des communes est confrontée à l'échouement d'éléments marins naturels tels que les algues (laminaires, posidonies), ou les cadavres animaux (coquillages, méduses, mammifères).

Près de 20 % des communes estiment que les réseaux d'eaux et le vent sont à l'origine des déchets sur leur littoral, quelle que soit leur nature. L'échouement de bois pose ainsi problème à près de 40 % des communes interrogées. Ce phénomène est encore accentué par la déprise rurale qui entraîne un moindre entretien des berges des cours d'eau.

Seule une faible part des déchets flottants est constituée de déchets effectivement abandonnés par les navires transitant au large ou de boulettes d'hydrocarbures.

Enfin, d'après les résultats de notre étude, près de la moitié (47 %) des élus interrogés estime que la pollution provient des

déchets laissés sur place par les usagers du littoral. Ils s'agit des restes de pique-niques, de flacons de crème solaire, de mégots... abandonnés par les estivants et aussi de tous les déchets déposés par la population locale. Certains de ces déchets présentent un réel danger pour la santé publique, comme les tessons de verre ou les aiguilles. Il faut donc retenir que les déchets existants sur nos côtes sont, pour la majeure partie, des déchets d'origine terrestre et locale qui sont déposés sur place par les usagers ou apportés par les cours d'eau et les divers émissaires soit directement, soit après un transit dans la mer. Ces derniers peuvent d'ailleurs constituer des dépôts importants sur le plateau continental.

LA POLLUTION PAR MACRO-DÉCHETS SUR LES DIFFÉRENTES FAÇADES MARITIMES FRANÇAISES

Les déchets présents sur les trois façades maritimes françaises sont de natures et d'origines très différentes, et sont fonction des activités dominantes sur le territoire et de l'influence du pays limitrophe. Il est toutefois important de signaler que la source principale des déchets reste française sur l'ensemble du littoral métropolitain.

MANCHE - MER DU NORD

Les déchets français retrouvés sur cette façade proviennent essentiellement des décharges sauvages proches des berges des cours d'eau, ou du bord de mer, et des abandons sur place par les usagers.

Le déchet étranger majoritaire est anglais.



Bois flottés et engins de pêche

Ceci s'explique par la proximité des îles anglo-normandes et par l'importance du trafic maritime. En effet, le trafic maritime international induit plus de 600 passages par jour au large des côtes du Nord-Pas-de-Calais.

En ce qui concerne la nature de ces déchets étrangers, elle s'apparente essentiellement à des emballages alimentaires (plastiques, bouteilles, flacons...) et, dans une moindre mesure, à des engins de pêche (caisses de poissons, polystyrène, bidons...).

ATLANTIQUE

La caractéristique principale de la façade Atlantique est la présence de bois flottés en quantité extrêmement importante, principalement dans la partie Sud. Ces bois arrivent par les fleuves et la mer lors des tempêtes d'équinoxe.

Les déchets identifiables comme étrangers sont majoritairement d'origine espagnole, en proportion décroissante du Sud vers le Nord.

MÉDITERRANÉE

Sur la façade méditerranéenne, bien que la composante majeure des déchets soit française, on observe une quantité non négligeable de déchets italiens, notamment près de la frontière. Ceux-ci, comme les déchets espagnols, présentent

Au Japon, une étude basée sur l'assurance pour les navires de pêche de plus de 1 000 t de jauge brute a fait apparaître qu'en 1985, les dommages et les pertes entraînés par la collision avec des déchets flottants, la prise des déchets dans les hélices... ont coûté les 2/3, soit 4.4 millions, des 6.6 millions de Yens (environ 3,2 millions de F) de dommages payés à la flotte.

Une action modèle : nettoyage du littoral landais par le Conseil Général

Devant l'ampleur de la pollution du littoral par les macro-déchets, le Conseil Général des Landes a décidé d'organiser leur ramassage. Ceci constitue une action modèle dont les bilans permettent d'apprécier les coûts et les moyens à mettre en œuvre pour assurer un nettoyage efficace des plages. Celui-ci correspond à un investissement initial en matériel de 8,30 MF TTC, pris en charge par le Conseil Général, hormis 700 000 F de subvention accordés par l'ANRED.

Le coût de fonctionnement annuel est compris entre 4 et 5 MF. Il est supporté par le département et le Centre d'Essais des Landes pour 52,5 %, et par les 15 communes littorales pour les 47,5 % restants.

La participation de chaque commune littorale est déterminée au prorata du nombre de plages surveillées, de la capacité d'accueil touristique et du potentiel fiscal. Pour 1996, cette participation variait de 90 000 F à 210 000 F TTC. Ce marché a généré la création d'emplois : 11 hors saison et 22 en saison estivale. Ce personnel assure trois missions complémentaires : surveillance, nettoyage et évacuation des déchets.

des traces d'opérations de traitement, ce qui tend à prouver qu'ils proviennent de décharges. Les 130 millions d'habitants vivant sur l'ensemble de la côte méditerranéenne, auxquels s'ajoutent 100 millions de touristes l'été, génèrent une quantité importante de déchets dont une grande partie aboutit à la mer.

IMPACTS

En termes écologiques, les études menées sont nombreuses mais plus anecdotiques que quantitatives et sont principalement centrées sur les mammifères marins et les oiseaux.

En termes économiques, aucune étude de grande ampleur concernant les macro-déchets n'a été menée en France jusqu'à présent. Quelques chiffres ont toutefois pu être obtenus grâce à l'enquête et aux rencontres avec les élus. Cependant, l'importante variabilité des données chiffrées obtenues (de 100 000 F à 3 000 000 F par an pour une commune) est due à la prise ou non en compte de plusieurs facteurs tels que le coût de traitement des déchets après ramassage ou le coût d'amortissement des machines.

CONCLUSION

La nécessité d'avoir un littoral plus propre se fait sentir depuis quelques années. Les communes importantes ou très touristiques nettoient efficacement leur littoral. Les autres communes ne le font pas toujours, faute de moyens.

La mise en place d'un plan d'actions curatives à large échelle, tel que l'ont souhaité les Agences de l'Eau, nécessite une parfaite connaissance des sources, des quantités et de la nature des déchets présents sur le littoral. Un réseau d'observation permettant de quantifier et de qualifier, selon les mêmes critères et sur un temps suffisamment long, les apports en macro-déchets sur notre littoral semble pour cela nécessaire.

Quoiqu'il en soit, les actions en amont telles que le nettoyage des berges des cours d'eau, l'installation de systèmes de dégrillage sur les divers émissaires et la collecte des déchets sur les fleuves et les rivières, notamment dans les zones où ils sont piégés (barrages, écluses...), pourraient d'ores et déjà être renforcées.

Les opérations d'information et de sensibilisation menées au niveau scolaire et auprès des populations locales et des touristes seront certainement, à long terme, les plus efficaces.

ABSTRACT



The coastline pollution due to macrowaste has become a main issue for the districts that are resolute to preserve their quality of life and the quality they reserve for the reception of tourists. Before contemplating any large-scale curative action, the « Agences de l'Eau », for which this study was carried out, have thought it suitable :

to assess the scope and the nature of the problem, to find out the origin of the listed litter and to spot the priority areas where they pile up.

It turns out to be important to compare the different types of litter that are present on each French coastline, in order to make it possible to fight each of them in an appropriate way. The accumulation of macrowaste corresponds to an undeniable physical damage for the natural environment and to the deterioration of the apparent quality perceived by the users. This entails a great variety in the costs of treatment and in the management schemes.

Une pollution marine par produit alimentaire

Michel Girin

Comme tous les autres produits transportés par voie maritime, des produits alimentaires se retrouvent occasionnellement déversés au large ou sur les côtes, à la suite d'un abordage, d'un naufrage ou d'un échouement.

Parmi de multiples exemples, on citera ici pour mémoire les 1 500 tonnes d'huile de tournesol déversées sur le littoral d'Anglesey (Royaume-Uni) lors du naufrage du cargo maltais *Kimya* en janvier 1991 ; la cargaison de riz du cargo *Weisshorn* se répandant devant l'estuaire du Guadalquivir (Espagne), au fur et à mesure de la dislocation du navire échoué sur un haut fond pendant l'hiver 1992-1993 ; les 400 tonnes de riz complet pourrissant sur le récif de corail du parc marin de Curaçao au cours de l'été 1995, à la suite de l'échouement du cargo *Infiniti* ; les 250 tonnes d'huile de palme dérivant vers les îles anglo-normandes, la première semaine d'octobre 1997, après l'abordage du vraquier libérien *Allegra* en Manche.

Quand il n'y a pas eu mort d'homme, la première réaction à l'annonce de ces accidents est une expression de soulagement : c'est malheureux pour l'assureur, mais les poissons vont se régaler.

L'analyse est naturelle, mais pas tout à fait exacte. Les poissons sont loin de se précipiter sur ces nourritures en nombre suffisant pour éliminer des centaines de tonnes déversées en masse, même au terme de plusieurs mois. Le produit va donc être plus ou moins largement transporté par les courants, évoluer selon sa nature (émulsification, rancissement, polymérisation, fermentation...) et en tout état de cause se putréfier, générant une prolifération bactérienne et des dégagements gazeux, donc polluer.



Le *Fenès* échoué

C'est une situation similaire qu'a vécue la réserve naturelle des îles Lavezzi (bouches de Bonifacio) après l'échouement du céréalier panaméen *Fenès*, le 25 septembre 1996, sur l'île même où la frégate *la Sémillante*, en route pour Sébastopol, s'était fracassée le 15 février 1855 avec 773 hommes à bord, dont aucun ne fut sauvé.

Il n'y a pas eu mort d'homme cette fois-ci, ni même de pollution par hydrocarbures, grâce à la réaction rapide de la Préfecture Maritime de la Méditerranée et de l'assureur du navire. Le fuel de soute et les huiles du navire furent enlevés dès le 10 octobre. Mais les tempêtes de l'automne éventrèrent peu à peu le *Fenès* et sa cargaison se déversa autour de lui dans une crique d'éboulis rocheux, profonde d'une dizaine de mètres. Sur un peu plus d'un hectare, un herbier dispersé de posidonies (espèce protégée depuis 1988), les algues et animaux sessiles se retrouvèrent enfouis sous des dizaines de centimètres voire plusieurs mètres de blé. Les responsables de

la réserve des îles Lavezzi s'en inquiétèrent très logiquement, craignant un impact à terme pour l'environnement. Relayée et amplifiée par des expressions de colère d'élus et d'associations mobilisés depuis longtemps sur le problème des risques de la navigation dans les bouches de Bonifacio, cette inquiétude atteignit vite dans la presse régionale la qualification de « cancer sous la mer ».

Il fallait agir, enlever non seulement l'épave mais aussi le blé. Pour la Préfecture Maritime de la Méditerranée, responsable au titre de l'instruction POLMAR de prendre ou faire prendre les mesures nécessaires pour faire cesser le risque de pollution en mer, en faisant dans toute la mesure du possible réaliser et payer les travaux par l'assureur du navire.

Ce n'était pas gagné d'avance et la Préfecture Maritime, s'appuyant sur l'expertise technique du *Cedre*, dut développer pour cela une stratégie qui n'avait aucun exemple antérieur auquel se référer.

Il fallut d'abord lever des accusations non fondées. Le blé, d'origine française et faisant l'objet d'une aide alimentaire à l'Albanie, avait été chargé à Port-la-Nouvelle. Il n'avait pas été aspergé avant chargement de 250 litres de pesticides bioaccumulables comme annonça un scientifique, ce qui mettait en doute sa qualité alimentaire et justifiait un enlèvement d'urgence pour protéger la faune et la flore marines, mais de 15 kg de pesticides biodégradables à demi-vie dans l'eau ne dépassant pas quelques jours, dilués dans 250 litres d'huile végétale, pour limiter les poussières et prévenir une éventuelle infestation par des charançons.

Des mesures devaient être prises, mais sans qu'il y ait urgence, ni évidence de pollution au départ.

Le 13 octobre, des travaux de renforcement du navire étaient entamés en vue d'un enlèvement global. Le 16 octobre, un fort coup de vent plia la coque et les 11 ouvriers qui travaillaient à bord durent être hélitreuillés par un hélicoptère de l'Armée de l'Air, dans des conditions difficiles. Le 20 octobre, une inspection du navire montra à l'armateur qu'une découpe et un enlèvement en plusieurs morceaux étaient devenus la seule solution envisageable, qui fut acceptée par la Préfecture Maritime le 23 octobre.

Dès le 31 octobre, l'armateur reconnut que l'enlèvement du blé était techniquement faisable. Il restait à en justifier la nécessité. Dans le cadre de la législation française, cela impliquait qu'il y ait pollution, ou au moins que le blé déversé soit qualifiable de déchet. La situation de pollution fut formellement établie par une cellule de concertation scientifique, réunie le 14 novembre à la Préfecture Maritime et animée par le *Cedre*. Le 20 novembre, une réunion opérationnelle avec l'armateur, fixa les détails techniques de l'opération. Le 28 novembre, la barge et l'équipement nécessaire arrivèrent sur site.

Les participants à la réunion de concertation scientifique du 14 novembre s'étaient vite entendus sur la technique à employer pour l'enlèvement du blé (sucuses manipulées par plongeurs), sur jusqu'où réaliser cet enlèvement pour ne pas causer de dommages supplémentaires (jusqu'à réparation des parties supérieures de la flore

du fond) et sur le contrôle des travaux (par les plongeurs de la réserve). Il leur fut moins facile de s'entendre sur la destruction du blé et de l'eau souillée qui seraient pompés (8 à 10 fois le volume du blé), entre un égouttage ou non sur site, un rejet au large ou un transport à terre pour incinération dans un centre aux normes, impliquant un trajet routier de Bonifacio à Corte.

Une réunion interministérielle et une analyse de bilan écologique global conduisirent finalement les scientifiques et le Ministère de l'Environnement à accepter comme un moindre mal la réimmersion au large de blé non contaminé par du gaz-oil, hors du périmètre de la réserve, selon des normes opératoires calculées pour éviter de déverser plus d'un kg de blé par m² de fond.

Les opérations de pompage commencèrent le 4 décembre, le blé étant égoutté par un système de passoire dans un flexible évacuant les eaux souillées hors de la crique. Le premier déversement, sur des fonds de plus de 300 m, à vingt milles au large, sous contrôle de la Marine Nationale, fut réalisé le 7 décembre. Des dégagements importants d'hydrogène sulfuré et d'éthanol, affectant le matériel et le personnel, conduisirent la Préfecture Maritime à interrompre les opérations le 20 décembre pour raisons sanitaires. L'activité reprit le 27 décembre, après réception de masques et filtres pour le personnel de la barge, de protections faciales et de gants pour les plongeurs.



Relargage de blé au large



Enlèvement de l'épave du *Fénès*

Le 13 janvier, après 10 opérations d'emport et de déversement au large, pour une quantité totale estimée aux environs de 2 500 tonnes de blé humide, représentant autour des trois quarts du chargement du *Fénès*, la Préfecture Maritime donna acte d'achèvement des travaux à l'armateur, sur proposition des plongeurs de la réserve. L'objectif de base était atteint et, sauf formation par la houle et les courants de nouveaux amas pendant l'hiver, il n'y avait plus lieu de réaliser de nouveaux pompages de blé.

Les priorités se tournèrent alors vers l'enlèvement de l'épave et des débris répandus sur le fond, entre 8 et 20 m de profondeur, et sur quelque 500 m de littoral. Programmés après les tempêtes d'hiver, ces travaux furent menés avec succès entre le 10 avril et le 10 mai 1997. L'armateur demanda une autorisation de réimmersion des débris au large. Elle lui fut refusée et les débris furent emportés vers un chantier naval grec.

Le facteur de pollution ayant été éliminé, la responsabilité de la Préfecture Maritime en vertu de l'instruction POLMAR était alors arrivée à son terme. Il restait à suivre et à quantifier l'impact de l'accident sur la faune et la flore de la zone directement affectée par la masse de blé et sur les espaces environnants.

En accord avec la Préfecture Maritime et le Ministère de l'Environnement, le laboratoire d'environnement marin de l'Université de Nice, dirigé par le conseiller scientifique de la réserve, prit en charge le suivi de l'impact sur la faune et la flore macroscopiques.



L'herbier de posidonies couvert d'une épaisse couche de blé

Le *Cedre*, qui avait étudié de près le problème de la fermentation du blé et des dégagements massifs d'hydrogène sulfuré générés par une multiplication de bactéries sulfato-réductrices, prit en charge le suivi de la dégradation du blé subsistant et de l'évolution bactériologique de la zone touchée.

Ces travaux, actuellement en cours, permettront de connaître précisément la cinétique de dégradation complète du blé, l'évolution de la pollution bactériologique des fonds, l'échéance de rétablissement de la faune et de la flore, en particulier des populations de posidonies, et de déterminer s'il y a lieu ou non d'envisager des bouturages de posidonies pour accélérer le processus de recolonisation.

Les résultats complets ne seront pas connus avant le milieu de l'année 1998 au plus tôt. Les premières données font cependant déjà apparaître un impact notable sur 8 hectares dont une atteinte

sévère sur 3,9 hectares avec, entre autres, destruction de 2 500 m² d'herbiers de posidonies. C'est donc un effet indubitable, heureusement localisé et géographique modeste en regard des 10 000 hectares de la réserve marine.

Ces différentes étapes, relatées ici de manière factuelle, n'ont pas été le résultat d'un parcours simple et tranquille.

Les réunions entre parties concernées ont été nombreuses, parfois tendues. Ni les représentants de la Préfecture Maritime, jusqu'au Préfet Maritime lui-même, ni ceux de l'armateur, n'ont échappé à des interventions parfois critiques de ceux dont ils défendaient les intérêts. L'assureur du navire a pu trouver quelque peu dur de se voir refuser le droit de réimmerger au large les débris du *Fénès* quand la télévision nationale montrait au même moment une immersion de navire de pêche désarmé en Bretagne. Le remboursement des frais d'expertise et de suivi scientifique reste

encore entièrement à négocier et le problème du coût éventuel des dommages à l'environnement n'a pas été abordé. Mais le contact n'a jamais été rompu entre les parties en présence et la Préfecture Maritime a réussi à obtenir pour la première fois en France, par une action à la fois rigoureuse et raisonnable, au plan technique comme au plan juridique, qu'un armateur assume jusqu'au bout ses responsabilités d'élimination du facteur de pollution dans un déversement de produit alimentaire en mer.

L'intérêt manifesté ces derniers mois par différents interlocuteurs français et étrangers du *Cedre* pour un retour d'expérience sur cet événement, leur vision unanime qu'il s'agit d'un modèle de négociation honorable pour l'ensemble des parties concernées, nous conduisent à penser que la pollution du *Fénès* servira de référence dans d'autres situations, aux services publics comme aux assureurs concernés. ■

Expertises au Bénin et au Congo

À la demande du gouvernement béninois, l'Organisation Maritime Internationale a confié au *Cedre* une expertise nationale sur les risques et la préparation à la lutte contre la pollution marine par hydrocarbures, qui a été menée, en février 1997, parallèlement à une expertise en sécurité et sauvetage maritime.

Une mission sur place, incluant des rencontres avec les autorités maritimes et portuaires, les responsables de l'environnement, de la sécurité civile et de l'aviation civile ainsi que des visites de zones portuaires et littorales, a permis de réaliser une évaluation des risques et d'effectuer un état des besoins en matériel. Un plan national d'urgence et un programme d'acquisition de matériel et de formation de personnel doivent être proposés.



Plates-formes d'iwonori à Sado Island (Japon)

Une mission d'expertise et d'évaluation dans le domaine de la lutte contre la pollution marine accidentelle, d'une durée de 5 jours, confiée au *Cedre* par l'OMI pour répondre à la demande du gouvernement congolais, s'est déroulée en juin 1997. Son objectif était d'évaluer le Plan National d'Intervention d'Urgence (PNIU) réactualisé en 1996 par le Groupe Technique de Travail constitué de représentants de l'administration et des opérateurs pétroliers. Cette évaluation a été menée au travers d'un état des moyens organisationnels et techniques disponibles au Congo ainsi que par une évaluation de l'impact que pourrait avoir une pollution, à la fois sur l'environnement et sur les activités économiques du pays. L'évaluation des moyens logistiques et antipollution disponibles dans les différentes entités a permis de définir des besoins particuliers en moyens de lutte et en formation du personnel destiné à intervenir, aussi bien au niveau de la gestion de la crise que sur le terrain.

Pollution du San Jorge en Uruguay

Après s'être échoué sur un récif non signalé au large de la côte uruguayenne, le pétrolier panaméen *San Jorge* a déversé 5 000 tonnes de brut en mer, entre le 8 et le 13 février.

Des nappes ont touché les plages sableuses du littoral touristique de Punta del Este et l'île aux Loups, une réserve de faune abritant quelque 200 000 phoques à fourrure et lions de mer. L'île, où du pétrole était piégé dans des zones d'éboulis rocheux au milieu des colonies de phoques et lions de mer, constitua le souci majeur des équipes d'intervention.

L'ITOPF, sur place dès le 18 février, a fait appel à un expert britannique pour l'aider sur le problème des populations de phoques et à un expert fourni par le *Cedre* pour l'impact sur la pêche. Deux experts de la NOAA et un expert canadien ont été mobilisés par les autorités argentines. Ils ont été rejoints, le 7 mars, par un expert de l'IFREMER.

Nakhodka : marée noire russe au Japon

Le 2 janvier, en route de Changai vers le Kamchatka avec 19 000 tonnes de fuel intermédiaire à bord, le pétrolier russe *Nakhodka* a chaviré dans une tempête à l'Ouest de l'île japonaise de Honshu et s'est brisé en deux. Les 31 membres d'équipage ont pu être sauvés, mais pas le capitaine. Les premières nappes ont touché la côte japonaise le 7 janvier. Les jours suivants, sur quelque 300 km de côtes, d'importantes activités de pêche côtière, d'aquaculture et de tourisme littoral, ainsi que plusieurs sites naturels remarquables, ont été affectés.

Du 17 au 23 avril, dans le cadre d'une mission à la demande de l'ITOPF, pour le compte du FIPOL et du P & I Club, le directeur du *Cedre* a rencontré des coopératives de pêche des préfectures situées à la périphérie de la zone touchée et visité des sites de récolte d'algues pour lesquels des demandes d'indemnisation étaient en préparation.

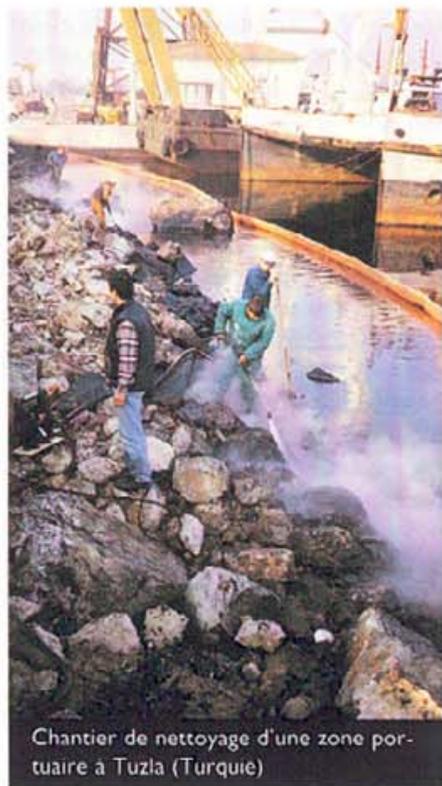
Une originalité de cet accident sera le grand nombre des demandes d'indemni-

sation de pêcheurs d'iwonori, une algue alimentaire de haute valeur marchande, récoltée en hiver sur des plates-formes naturelles et bétonnées en sites battus, dans la zone de balancement des marées.

Turquie : relais ITOPF-Cedre pour le SKULD

À la demande de l'ITOPF et du SKULD club, un ingénieur du *Cedre* s'est rendu à Tuzla (Turquie) pour aider à la mise en place d'opérations de nettoyage de sites littoraux et portuaires pollués par le pétrolier *Tpao*. La cuve à « slops » de ce pétrolier en cale sèche avait explosé début mars provoquant une pollution de plusieurs centaines de tonnes de résidus lourds. Environ trente kilomètres d'infrastructures portuaires (jetées, perrés, chantiers navals) s'en sont trouvés englués d'hydrocarbure lourd et visqueux. Le nettoyage a duré deux mois et a nécessité l'intervention de près de 300 personnes.

Cette première intervention du *Cedre* pour ce Club renommé est intervenue quelques jours à peine après une visite à Brest d'une délégation menée par le directeur général de SKULD-Paris pour discuter de collaborations opérationnelles. ■



Chantier de nettoyage d'une zone portuaire à Tuzla (Turquie)

Publications du Cedre

- Utilisation des dispersants pour lutter contre des déversements de pétrole en mer :
 - Manuel de traitement des nappes par bateau -1987, 28p. - (existe en version anglaise)
 - Manuel de traitement des nappes par voie aérienne -1991, 28p. - (existe en version anglaise)*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.
- Miniguides d'intervention et de lutte face au risque chimique : 61 guides vendus en lot ou séparément
 Acétate d'éthylglycol, Acétone cyanhydrine, Acide chlorosulfonique, Acide formique, Acide phosphorique, Acrylonitrile, Aldrine, Ammoniac, Anhydride arsénieux, Aniline, Baryum (composés du), Benzène, Butane, Carbure de calcium, Chlorate de sodium, Chlore, Chloroformiate d'éthyle, Chlorure de vinyle, Créosotes, Cyanure de sodium, Dibutylphtalate, Dichlorodifluorométhane, Diisocyanate de toluène, Dodécylbenzène, Explosifs de mine (type A), Ferrosilicium, Formol, Hexaméthylène tétramine, Hexanol, Isoprène, Manèbe, Mercure (composés du), Méthane, Méthanol, Méthylisobutylcétone, Méthylmercaptan, Méthylméthacrylate, Méthylparathion, Naphta, Naphtalène, Nitrate d'ammonium, Nitrocellulose, Oléum, Oxyde de propylène, Peintures et apparentés (ONU 1 263), Perchloréthylène, Peroxyde d'éthylméthylcétone, Peroxyde d'hydrogène, Phénol, Phosgène, Plombs alkyles, Polychlorures de biphényles, Sodium, Soude, Soufre, Styrene, Suif, Sulfure de carbone, Triméthylchlorosilane, Urée, Xylènes

Pour commander, ou obtenir de plus amples renseignements sur les diverses publications du Cedre, n'hésitez pas à contacter le service documentation au 02 98 22 4560.

Oilwatch

Un projet de recherche dénommé « Oilwatch » contracté par l'Union Européenne auprès d'organismes spécialisés de 5 pays européens (Espagne, Italie, Portugal, France, Royaume-Uni), dont le Cedre pour la France, vient d'entrer en œuvre. Ce projet se propose d'étudier les moyens pratiques pour détecter et contrôler les nappes d'hydrocarbures dérivant dans les régions Méditerranée et Sud-ouest Atlantique des eaux de l'Union Européenne, à partir d'images radar obtenues par satellite.

Venant compléter l'activité des avions de surveillance spécialisés (en France les avions POLMAR des Douanes), le projet va travailler sur quatre zones géographiques pilotes, pour tester l'intérêt et la faisabilité d'une détection des nappes en temps réel et d'une information opérationnelle des autorités nationales chargées de la lutte contre ces pollutions. Il

s'attachera à y évaluer la fréquence des déversements d'hydrocarbures en mer, à estimer la gravité du problème et à préciser les besoins en informations des autorités chargées de la surveillance et de la lutte. La zone pilote française sera située en Méditerranée, entre la Corse et le continent.

La démarche s'inscrit dans le cadre du cinquième Plan d'Action sur l'Environnement de l'Union Européenne, qui cible parmi ses priorités les actions de prévention des pollutions marines, considérant les océans comme un environnement sensible, nécessitant un important effort de prévention des pollutions à la source.

La source des données satellitaires sera le satellite « Radarsat », équipé d'un radar à ouverture synthétique (Synthetic Aperture Radar - SAR), dont les données sont traitées pour l'Europe dans une station de

détection des pollutions par hydrocarbures en mer (Oil Spill Detection Workstation - OSDWS) située à West Freugh, en Écosse. L'objectif, à terme, est d'étudier la possibilité d'une information en temps réel des utilisateurs finaux.

Une diffusion large de l'information sera effectuée par le biais d'un serveur Internet lié directement à celui du Centre d'Observation de la Terre de l'Union Européenne, le CEO EWSE (Centre of Earth Observation - European Wide Service Exchange).

Si vous êtes intéressés par des informations complémentaires sur ce projet, n'hésitez pas à contacter le délégué du Cedre pour la Méditerranée, M. Alain Febvre (centre de l'Ifremer Toulon - BP 330 - 83507 La Seyne-sur-Mer Cedex - Tél. : 04 94 30 49 93 - Fax : 04 94 30 13 72).

**POUR CONTACTER LE CEDRE
EN CAS D'URGENCE POLLUTION 24 H/24
(Y COMPRIS SAMEDI, DIMANCHE ET JOURS FÉRIÉS)**

EMERGENCY CONTACT « HOT LINE »

Tél. 02 98 49 12 66

International :

Tél. +33 2 98 49 12 66

■ les locaux du *Cedre* sont situés sur le centre de Brest de l'IFREMER à Plouzané (Finistère).
Cedre's offices are located on the IFREMER Centre at Plouzané (Finistère).

■ le plateau technique du *Cedre* est implanté sur la zone industrielle et portuaire de Brest, rue Alain Colas.
Cedre's technical facilities are located on the port of Brest, rue Alain Colas.

Tél. 02 98 44 96 19

International : Tél. +33 2 98 44 96 19



Centre de documentation de recherche et d'expérimentations
sur les pollutions accidentelles des eaux

TECHNOPOLE BREST-IROISE - BP 72 - 29280 PLOUZANÉ - FRANCE
Tél. 02 98 49 12 66 - Fax 02 98 49 64 46 - Télex 940 145 F
International : Tél. +33 2 98 49 12 66 - Fax +33 2 98 49 64 46
E-mail : cedre@ifremer.fr