

TOTALFINAELF
MINISTÈRE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

**APPLICATION AUX POLLUTIONS ACCIDENTELLES
DE TECHNIQUES EPROUVÉES
DE PROTECTION ET DE RESTAURATION
DE LA FAUNE, LA FLORE ET DES BIOTOPES**

RAPPORT FINAL

**Etude réalisée avec le soutien de
TOTALFINAELF
et du ministère de l'Ecologie et du
Développement Durable**



Adresse
Rue Alain Colas
BP 20413
29604 BREST Cedex France
Internet : <http://www.le-cedre.fr>
 +33(0)2 98 33 10 10
 +33(0)2 98 44 91 38
 contact@le-cedre.fr

TITRE :

**APPLICATION AUX POLLUTIONS
ACCIDENTELLES DE TECHNIQUES EPROUVÉES
DE PROTECTION ET DE RESTAURATION DE LA
FAUNE, LA FLORE ET DES BIOTOPES**

ETAT D'AVANCEMENT
RAPPORT INTERMEDIAIRE
RAPPORT FINAL

AUTEUR(S) :

Michel Girin
Anne Le Roux
Franck Laruelle

CLIENT(S) :

Etude réalisée avec le soutien de TOTALFINAELF et du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

RAPPORT n° : R.02.33.C./3181	CLASSIFICATION : C	CLIENT REF :	Pages : 46 hors page de garde/résumé/annexes
Date : 29/11/02	Coordinateur : Michel Girin Chef de projet : Anne Le Roux	Relu par : Georges Peigné Loïck Kerambrun	Certifié exact par :

Mots clés : Pollution accidentelle/Protection/Restauration/Faune, Flore/Biotopes/Pollution pétrolière/Technique dépollution

Observations :

Diffusion externe : TOTALFINAELF Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable	Nombre d'exemplaires : 2	Copies internes : Direction Formation Suivipol Intervention Documentation	Nombre d'exemplaires : 1 1 1 1 1
--	------------------------------------	---	--

RÉSUMÉ

Ce travail s'inscrit dans la ligne de l'étude « Application aux pollutions accidentelles des eaux de techniques éprouvées de restauration de biotopes aquatiques », réalisée en 1999-2000 et du « Guide de suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux », publié en 2001. Il a pour objet essentiel un retour d'expérience des principales opérations conduites ou programmées à la suite des dernières pollutions majeures, dont naturellement celle de l'Erika, en portant une attention particulière à ce qui a été réalisé dans d'autres pays européens et aux collaborations qui peuvent être menées entre services opérationnels et associations environnementales.

Trois chapitres traitent successivement :

- *de l'évolution des concepts et de la pratique en Europe,*
- *du cas particulier des oiseaux,*
- *des techniques éprouvées de restauration et de l'expérience de l'Erika.*

Un large fossé se confirme dans l'évolution des concepts et de la pratique entre la restauration « raisonnable à l'identique » indemnisable par le FIPOL, et la restauration « vers une amélioration environnementale », dont le Corridor vert du Guadiana est l'exemple européen le plus achevé. Les deux approches ne sont pas nécessairement incompatibles si l'on accepte que ce qui dépasse le « raisonnable à l'identique » reste à la charge de l'autorité ayant engagé l'action. Cela pose néanmoins la question de la stratégie française en la matière.

Concernant l'avifaune, des techniques de prévention existent, mais ne se sont avérées réellement efficaces que très ponctuellement. L'essentiel de l'effort porte actuellement sur le nettoyage et la réhabilitation des oiseaux une fois ceux-ci touchés par la pollution, avec des résultats inégaux. La problématique vient de faire son entrée dans la planification Polmar-terre, sans que soit encore établi comment les préconisations émises au stade de la planification seront mises en œuvre en conditions réelles. Des études techniques, entre autres sur les techniques de prévention, et une réflexion opérationnelle sur la prise en compte des soins à l'avifaune en cas d'accident, restent à mener. La collaboration entre les associations de protection de la nature se développe au niveau européen.

De nombreuses techniques de protection, sauvetage et restauration sont envisageables pour différents peuplements et habitats. Elles sont présentées et analysées ici, avec description de leur mise en œuvre dans la pollution de l'Erika. Elles s'appuient, le plus souvent, sur la capacité d'auto-restauration intrinsèque des systèmes concernés. Elles doivent être mises en œuvre en évitant une transformation importante des paramètres structurant les milieux et en conservant leurs fonctionnalités, afin d'éviter leur banalisation. Par ailleurs, la sensibilité des milieux doit être considérée dès la mise en œuvre d'opérations de nettoyage afin de minimiser les impacts sur les milieux à forte valeur patrimoniale, dont la restauration « à l'identique » est techniquement, soit impossible, soit extrêmement difficile.

Au total, les concepts et les outils actuels permettent de développer de véritables stratégies de protection et de sauvetage de la faune aviaire, de réduction des impacts sur les biotopes, de restauration vers un mieux à l'occasion d'une pollution accidentelle. Des techniques sont disponibles, d'autres peuvent être expérimentées et perfectionnées. Les objectifs peuvent varier de la restauration environnementale naturelle à l'aménagement paysager, selon des diagnostics et des suivis des groupes pluridisciplinaires compétents dans l'écologie et la dynamique des milieux concernés. Comme dans le cadre de la restauration post Erika, les choix peuvent aller vers des opérations compensatoires intégrant l'ensemble des altérations (chroniques, tempête, marée noire) subies par le littoral sur le linéaire pollué par la marée noire. Mais ces choix gagneraient à être clarifiés et fixés à l'avance.

SOMMAIRE

RESUME

SOMMAIRE

1. PRESENTATION	3
1.1. LE PROJET ET SON CONTEXTE	3
1.2. LES TRAVAUX EN SYNERGIE AVEC D'AUTRES CONTRATS	4
1.2.1. L'ATELIER EUROPEEN SUR LA RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE ET LE SUIVI ECOLOGIQUE	4
1.2.2. L'IMPACT DES MAREES NOIRES, LES MESURES DE RESTAURATION ET LES ETUDES APRES POLLUTION.....	4
1.2.3. LES ASPECTS TECHNIQUES	5
1.3. LES TRAVAUX PROPRES A CETTE ETUDE.....	5
1.3.1. LA PROTECTION DES OISEAUX MARINS.....	5
1.3.2. L'EVOLUTION DES POSITIONS ET DE LA PRATIQUE	5
1.3.3. L'EXEMPLE DU PROGRAMME « CORRIDOR VERT » DU GUADIAMAR	6
1.3.4. L'EXPERIENCE DE L'ERIKA EN MATIERE DE RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE	6
2. EVOLUTION DES CONCEPTS ET DE LA PRATIQUE EN EUROPE.....	7
2.1. LES PRISES DE POSITION A L'INTERNATIONAL	7
2.2. ITALIE : LE CAS DU HAVEN	7
2.2.1. LA SOURCE DU PROJET	8
2.2.2. LE PROGRAMME	9
2.2.3. LES COMMENTAIRES	11
2.3. ESPAGNE : LE CORRIDOR VERT DU GUADIAMAR	11
2.3.1. LE FONDEMENT DU PROJET	12
2.3.2. LE PROGRAMME	13
2.3.3. LES COMMENTAIRES	15
2.4. EUROPE : L'ATELIER SUR LA RESTAURATION	16
2.4.1. LES DEFINITIONS	16
2.4.2. LES DISCUSSIONS	17
2.5. LES CONSEQUENCES.....	17
3. LE CAS PARTICULIER DES OISEAUX.....	19
3.1. LE PROBLEME.....	19
3.2. LES TECHNIQUES.....	19
3.2.1. LA CAPTURE PREVENTIVE	19
3.2.2. L'EFFAROUCHEMENT	20
3.2.3. L'UTILISATION DE DISPERSANTS.....	22
3.2.4. L'UTILISATION D'ABSORBANTS POUR LIMITER L'ADHERENCE DU POLLUANT AUX PLUMES	23
3.2.5. LES TECHNIQUES DE SOINS	24
3.2.6. LES UNITES MOBILES DE SOINS AUX OISEAUX MAZOUTES.....	25
3.3. LES CONSEQUENCES.....	26
4. LES TECHNIQUES EPROUVEES DE RESTAURATION ET L'EXPERIENCE DE L'ERIKA.....	28
4.1. LES TECHNIQUES, RECHERCHES ET PROJETS EN COURS.....	28
4.1.1. LES TECHNIQUES.....	28
4.1.2. LES RECHERCHES ET AVANCEES RECENTES.....	28
4.2. LA RESTAURATION DU LITTORAL APRES LA MAREE NOIRE DE L'ERIKA	29

4.2.1. LA TYPOLOGIE DES DEGRADATIONS CONSTATEES	30
4.2.2. L'INVENTAIRE DES SITES DEGRADES	35
4.2.3. LE PROGRAMME DE RESTAURATION DE LA SOCIETE TOTALFINAELF.....	35
4.2.4. LE PROGRAMME DE RESTAURATION DANS LA REGION PAYS-DE-LA LOIRE	35
4.2.5. LE PROGRAMME DE RESTAURATION DANS LA REGION BRETAGNE	40
4.2.6. L'EVALUATION DE TECHNIQUES EXPERIMENTALES	42
4.2.7. LA RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE DANS LE PLAN POLMAR	43
5. CONCLUSION.....	45

ANNEXES

1. PRESENTATION

1.1. LE PROJET ET SON CONTEXTE

Cette étude s'inscrit en suite directe de l'étude « Application aux pollutions accidentelles des eaux de techniques éprouvées de restauration de biotopes aquatiques », réalisée dans le cadre de la programmation technique 1999-2000 sur financement de TotalFinaElf. Elle possède par ailleurs un lien net avec le « Guide de suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux », publié en 2001 dans le cadre d'un contrat de la programmation technique 2000 soutenu par TotalFinaElf et le ministère chargé de l'Environnement. Le suivi écologique peut en effet, comme l'indique le guide : « servir de base à d'éventuelles opérations de restauration environnementale ».

Lorsque cette étude a été proposée au comité stratégique du *Cedre*, les assureurs européens et le FIPOL continuaient à rejeter le principe de l'indemnisation des dommages à l'environnement. Mais ils avaient ouvert des voies de protection et de réparation intéressantes en admettant le principe d'indemniser des interventions humaines visant à protéger et soigner la faune (oiseaux, mammifères), ainsi qu'à accélérer la restauration des biotopes affectés, sous la réserve que les techniques utilisées soient raisonnables et éprouvées.

Un premier débat sur la restauration, organisé par le *Cedre* en 1999 à l'occasion de sa journée d'information, avait par ailleurs mis en évidence que des techniques existent pour certains peuplements, en particulier végétaux (herbiers sous-marins, mangroves), éventuellement animaux (coraux). En complément, l'inventaire des techniques de restauration biologique proposées par la recherche et expérimentées ou appliquées dans des contextes de restauration ou de reconstitution de sites naturels affectés par des catastrophes naturelles ou des pollutions d'origine humaine, réalisé dans le cadre de la programmation 2000 (rapport *Cedre* R.01.20C), avait bien mis en évidence ce qui est encore du domaine de la recherche et ce qui a déjà été éprouvé au niveau opérationnel.

Au moins trois accidents intervenus en 1999, l'un en France (*Erika*), les autres en Argentine et en Afrique du Sud, avaient amené de nouvelles interrogations et réalisations dans le domaine. Il paraissait intéressant de les suivre de plus près, pour faire évoluer l'état des connaissances et les recommandations pratiques en découlant.

Construite sur ces bases, la présente étude a pour objet essentiel l'établissement d'un retour d'expérience des principales opérations conduites ou programmées à la suite des dernières pollutions majeures. Cela intègre aussi bien les opérations qui étaient identifiées au moment de la proposition, que celles découvertes en cours d'étude. C'est par exemple le cas, dans la pollution de l'*Erika*, de la protection des peuplements fixés par produit filmogène, du sauvetage des oiseaux, de la restauration de pelouses dégradées et de chemins côtiers à Belle-Ile, de la remise en état de sites dunaires de stockage de déchets.

Une attention particulière a été portée :

- d'une part, à ce qui a été réalisé ou est en cours de réalisation dans d'autres pays européens, avec visites d'opérations d'intérêt particulier dans ces pays ;

- d'autre part, aux collaborations qui peuvent être menées entre opérationnels et associations environnementales, en vue de tester des produits et procédures susceptibles de réduire l'impact du polluant sur la faune et la flore (ex : absorbants réduisant l'effet d'englacement des plumes).

1.2. LES TRAVAUX EN SYNERGIE AVEC D'AUTRES CONTRATS

1.2.1. L'Atelier européen sur la restauration environnementale et le suivi écologique

Cette action a consisté à organiser, gérer et animer, en synergie avec cette étude et un contrat subventionné par la Commission européenne, un **atelier européen « Restauration environnementale et suivi écologique »** qui a attiré un nombre exceptionnel de participants d'horizons très divers : 49 contre un standard habituel de 25-30 participants pour les autres ateliers du programme, dont des représentants d'associations environnementales pour partie membres de l'observatoire des marées noires et 8 représentants du Fonds International d'Indemnisation pour les dommages dus à la POLLution par les hydrocarbures (FIPOL) et de l'International Tanker Owners Pollution Federation (ITOPF). Les experts, ingénieurs et scientifiques présents ont pu échanger leurs connaissances touchant aux études d'impact et aux opérations de restauration environnementale liées aux pollutions du *Haven* (Italie, 1991), du *Sea Empress* (Pays de Galles, 1996), du *Pallas* (Allemagne, 1998) de l'*Erika* (France, 1999), du *Baltic Carrier* (Danemark, 2001). Des synthèses des points de vue des participants ont été produites par les présidents et les secrétaires des séances et transmises à la Commission européenne. Ces synthèses portent sur :

- la définition et les limites du nettoyage, de la restauration environnementale et du suivi écologique ;
- les études d'impact et la restauration dans de petites et grandes pollutions (avec un recensement des textes européens et nationaux qui règlent ces sujets) ;
- le financement et les techniques de la restauration.

Les principaux éléments du rapport de cet atelier sont résumés et discutés ici.

1.2.2. L'impact des marées noires, les mesures de restauration et les études après pollution

En liaison directe avec cette étude et dans le cadre de la délégation française au FIPOL, le *Cedre* participe actuellement, sous l'autorité du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, à la rédaction d'une note de la France au FIPOL faisant le bilan technique et financier de ce que représenterait la mise en œuvre de la proposition du 28 mars 2002 sur **l'indemnisation des coûts des mesures de restauration et d'études après pollution** citée plus haut. C'est un travail lourd, qui va constituer une référence importante pour des discussions futures sur l'évolution de la pratique au niveau international et qui pourra influer sur les avancées européennes dans le domaine.

En liaison non moins directe avec cette étude, le *Cedre* a été chargé par le ministère de l'Ecologie et du Développement Durable de gérer la recherche documentaire et la rédaction par un ensemble de stagiaires de DESS, sous le contrôle de parrains scientifiques, d'un projet de synthèse sur **l'impact écologique et écophysiologique des marées noires**. Les éléments documentaires collectés dans ce cadre et intéressant la présente étude sont en cours d'exploitation, en particulier ceux concernant les opérations de restauration menées à la suite de la pollution du pétrolier *Exxon Valdez* en Alaska.

1.2.3. Les aspects techniques

L'étude bénéficie sur ces aspects de la sortie toute récente du rapport final du contrat de la programmation technique « Evaluation de matériels et techniques de lutte sur le littoral, retour d'expérience de la pollution de l'*Erika* », sur commande de la Direction du Transport Maritime des Ports et du Littoral (DTMPL) (rapport *Cedre R.02.27C*). Cette étude analyse entre autres les opérations réalisées pour la protection des sites sensibles, par barrages flottants, barrières de terre et dispositifs de filtration, ainsi que les chantiers botaniques en zones de marais et en hauts de dunes et de falaises. Les opérations de protection ont été, pour la plupart, dédiées à la préservation de biens et d'activités économiques, principalement des ports, des sites conchyliques et des salines. Mais certaines ont aussi eu des effets protecteurs pour des éléments de faune, flore et biotopes. Les chantiers botaniques de l'*Erika* sont analysés comme une originalité notable dans l'histoire de la lutte contre les pollutions par hydrocarbures, le suivi des sites mettant en évidence jusqu'à présent de fortes capacités de récupération de la plupart des végétations. Ces éléments sont analysés et discutés ici.

1.3. LES TRAVAUX PROPRES A CETTE ÉTUDE

1.3.1. La protection des oiseaux marins

Les sollicitations d'inventeurs soucieux de valoriser des produits visant à protéger les oiseaux de mer, ou tout au moins à réduire leur souillure par les hydrocarbures, ont été nombreuses et pressantes pendant et après la pollution de l'*Erika*. Il a donc paru utile de faire un point sur la capture préventive, les différentes techniques d'effarouchement et l'utilisation de dispersants. En complément, une étude spécifique a été réalisée sur les possibilités d'utilisation des absorbants « naturels » (coton, tourbe, écorce de pin, graines torréfiées) pour limiter l'adhérence du polluant aux plumes : ces produits ont été mélangés avec plusieurs types d'hydrocarbure avant d'être mis en contact avec les plumes et on s'est intéressé au poids total retenu par la plume, au temps de nettoyage de celle-ci et à l'état de la structure. Concernant les soins, les principales techniques sont rappelées.

Les résultats sont synthétisés et commentés ici. Au-delà de cette expérimentation, l'étude sur les possibilités de protéger les populations en cas de déversement accidentel d'hydrocarbures a été poursuivie, notamment via une réflexion menée conjointement avec des associations de protection de la nature et de l'environnement dont la Ligue pour la Protection des Oiseaux dans le cadre de la mise à jour des plans Polmar-terre sur la pertinence de la mise en place de dispositifs de protection des zones fréquentées par l'avifaune et les moyens (conventionnels ou non) d'assurer cette protection.

Par ailleurs, on s'est intéressé aux nouveaux outils créés par les associations de protection de la nature et de l'environnement en matière de sauvetage de l'avifaune, et en particulier aux unités mobiles en construction au sein de la Ligue pour la Protection des Oiseaux (Unité Mobile de Soin, centre de tri et de premiers soins) et de la Société pour l'Etude et la Protection de la Nature en Bretagne (SEPNB-Bretagne Vivante) (Unité Mobile de Soin aux Oiseaux Mazoutés, centre de soins complet, incluant des piscines de réhabilitation). Une fiche technique, rappelant de plus la procédure de mobilisation de l'UMSOM, a été produite par nos soins. Il est prévu de faire de même pour l'UMS quand l'assemblage de celle-ci sera plus avancé.

1.3.2. L'évolution des positions et de la pratique

Le premier travail a consisté à analyser ce qui a pu changer dans le domaine entre la rédaction de la proposition et sa mise en œuvre. Il est apparu que rien de ce qui constituait la base technique du projet

n'a changé de manière sensible. Tous les éléments de l'étude précédente restent valables aujourd'hui, y compris ceux concernant la mise en œuvre d'opérations de restauration après la pollution de l'*Erika* : rien de sensiblement nouveau n'est apparu au plan technique. Au plan des principes, l'intérêt de l'étude a été renforcé par des **prises de position sans équivoque de plusieurs intervenants majeurs sur la scène internationale de la lutte contre les pollutions marines accidentelles** :

- L'ITOPF, l'OCIMF et Intertanko ont pris publiquement et formellement position en faveur du financement des études d'impact et de restauration environnementale sur des critères clairs par le système international d'indemnisation⁽¹⁾ ;
- 8 pays membres du FIPOL, dont la France, se sont joints au Royaume-Uni pour défendre au comité exécutif de l'institution l'adoption d'un texte établissant formellement le principe d'une indemnisation des coûts des mesures de restauration et d'études⁽²⁾ après pollution.

1.3.3. L'exemple du programme « Corridor vert » du Guadiamar

Une autre action réalisée dans le cadre de cette étude a consisté à aller visiter, sous la conduite d'un responsable technique de la société de gestion environnementale de la province d'Andalousie (EGMASA/Empresa de Gestión Medio Ambiental Sociedad Anónima), le site de la mine de pyrite d'Aznalcollar, source de l'une des deux importantes pollutions accidentelles des eaux continentales de la dernière décennie en Europe, **et les principaux sites du « Corridor vert » du Guadiamar, programme de restauration environnementale après une pollution accidentelle sans équivalent à notre connaissance en Europe**. La visite a été accompagnée d'une collecte des principaux rapports, textes et documents divers publiés sous formes papier et électronique à la suite de cette pollution, pour constituer un dossier complet sur ce qui s'est passé, les mesures qui ont été prises, les études d'impact qui ont été réalisées et le programme d'expropriation, restauration et éducation qui a été mis en œuvre.

Cette opération est discutée ici, avec un dossier synthétique en annexe, et le responsable de la restauration environnementale d'EGMASA a été invité à présenter le travail réalisé à la dernière journée d'information du *Cedre*, dont le thème était « L'impact environnemental d'une pollution accidentelle des eaux » (Paris, 17 octobre 2002).

1.3.4. L'expérience de l'*Erika* en matière de restauration environnementale

Suite aux dégradations induites par certaines opérations de nettoyage de la pollution inhérente au naufrage de l'*Erika*, des actions de restauration, sous tutelle des Directions Régionales de l'Environnement (DIREN), ont été entreprises en Bretagne et dans la région des Pays-de-la-Loire. En Loire-Atlantique et Vendée, une étude préalable complète du littoral a été effectuée afin de faire le point sur l'ensemble des dysfonctionnements touchant les milieux naturels littoraux, d'informer les élus pour éventuellement susciter des candidatures, et d'établir un programme des priorités d'intervention. Suite à ce diagnostic, les opérations projetées tiennent compte de l'ensemble des problématiques du littoral dans un but de réparation, mais également de « remise en valeur » globale dans un esprit de compensation au préjudice subi. Dans la même logique, en Bretagne, et en particulier sur les îles du Morbihan, des opérations de restauration des sentiers d'accès élargis et des sites de dépôse du matériel nécessaire aux opérations ont été entreprises. La liste des secteurs concernés par ce type d'opérations et les techniques utilisées en fonction des dégradations constatées sont présentées ici.

¹ voir entre autres, dans le rapport annuel 2002 de l'ITOPF, page 4 : « *This has resulted in ITOPF staff organising a number of environmental damage surveys using independent experts. It also illustrates the importance of establishing clear criteria for such claims under the 1992 Civil Liability and Fund Conventions* »

² Proposition du 28 mars 2002 sur l'indemnisation des coûts des mesures de restauration et d'études après pollution (document 92FUND/WG.3/11/3).

2. ÉVOLUTION DES CONCEPTS ET DE LA PRATIQUE EN EUROPE

2.1. LES PRISES DE POSITION A L'INTERNATIONAL

L'étude de la programmation technique 1999-2000 « Application aux pollutions accidentelles des eaux de techniques éprouvées de restauration de biotopes aquatiques » avait clairement montré que ces applications restent essentiellement localisées dans les pays qui ont choisi de préférer au système international du FIPOL un système basé sur l'Oil Pollution Act américain.

De nouveaux éléments, signalés au chapitre précédent, sont en passe de faire évoluer le système du FIPOL pour le rapprocher un peu de celui de l'Oil Pollution Act. Rappelons ici les principaux points :

- la proposition de 8 pays membres, dont la France, sous leadership du Royaume-Uni, pour établir formellement le principe d'une indemnisation par le FIPOL des coûts des mesures de restauration et d'études après pollution ;
- le soutien apporté par l'ITOPF, l'Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) et Intertanko à cette proposition ;
- la préparation, sous l'autorité du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, d'une note de la France au FIPOL faisant le bilan technique et financier de ce que représenterait la mise en œuvre de la proposition précédente dans le cas de l'*Erika* ;
- la sortie prochaine de la directive européenne sur la responsabilité environnementale ;
- la négociation en cours sur le fonds de 3^{ème} niveau, qui assurera, pour les pays qui choisiront d'y souscrire, les moyens financiers d'appliquer la directive européenne et les propositions ci-dessus.

Mais la mise en œuvre de ces changements va prendre de nombreuses années, pendant lesquelles on peut s'attendre à voir évoluer aussi bien la pratique internationale que les règles de l'Oil Pollution Act. Rien n'assure donc que le fossé entre un système et l'autre ira en se comblant avec le temps. Il était donc important d'aller regarder de près ce qui a été fait, comment et aux frais de qui, dans les cas les plus extrêmes de ces dernières années. Ce sont en effet les cas extrêmes qui alimentent la revendication d'une logique évidente « si ceci s'est déjà fait ailleurs, pourquoi donc n'en ferions-nous pas au moins autant chez nous ».

Deux cas nous ont paru mériter une analyse :

- celui du pétrolier *Haven* en Italie, illustrant jusqu'où il est pensable d'aller au nom de la restauration environnementale du milieu marin,
- celui du Corridor vert du Guadiamar en Espagne, illustrant jusqu'où il est pensable d'aller au nom de la restauration environnementale de rives ou d'un littoral.

2.2. ITALIE : LE CAS DU HAVEN

Le cas du pétrolier *Haven* est aujourd'hui l'exemple emblématique d'un bilan d'impact et d'une opération de restauration environnementale en mer ouverte, réalisés longtemps après une pollution. Rappelons que ce navire, au mouillage devant le port de Gênes avec 144 000 tonnes de pétrole brut à bord, a pris feu le 11 mai 1991, subi une série d'explosions, puis s'est brisé en trois parties pendant une tentative de remorquage. Ces trois parties ont coulé dans des zones exploitées par la pêche :

- la partie arrière, morceau le plus important, par 90 m de fond,
- une section du pont par 80 m de fond,
- la partie avant par 120 m de fond.

2.2.1. La source du projet

Une discordance de dispositions entre la loi italienne sur l'environnement marin, en vigueur au moment, et les dispositions du FIPOL, auxquelles l'Italie avait adhéré au moment de l'accident sans en avoir encore intégré les règles dans son droit interne, a alimenté une longue procédure judiciaire. Le FIPOL, comme on le sait, ne prévoit pas d'indemnisation du dommage écologique. La loi italienne prévoit une indemnisation sur la base d'une évaluation commandée à un comité d'experts choisi par le juge en charge du dossier, ces experts travaillant sur des bases établies par eux et acceptées par le juge.

En juin 1994, le gouvernement italien a quantifié les dommages à l'environnement à une somme équivalente à 550 millions d'Euros environ, comprenant :

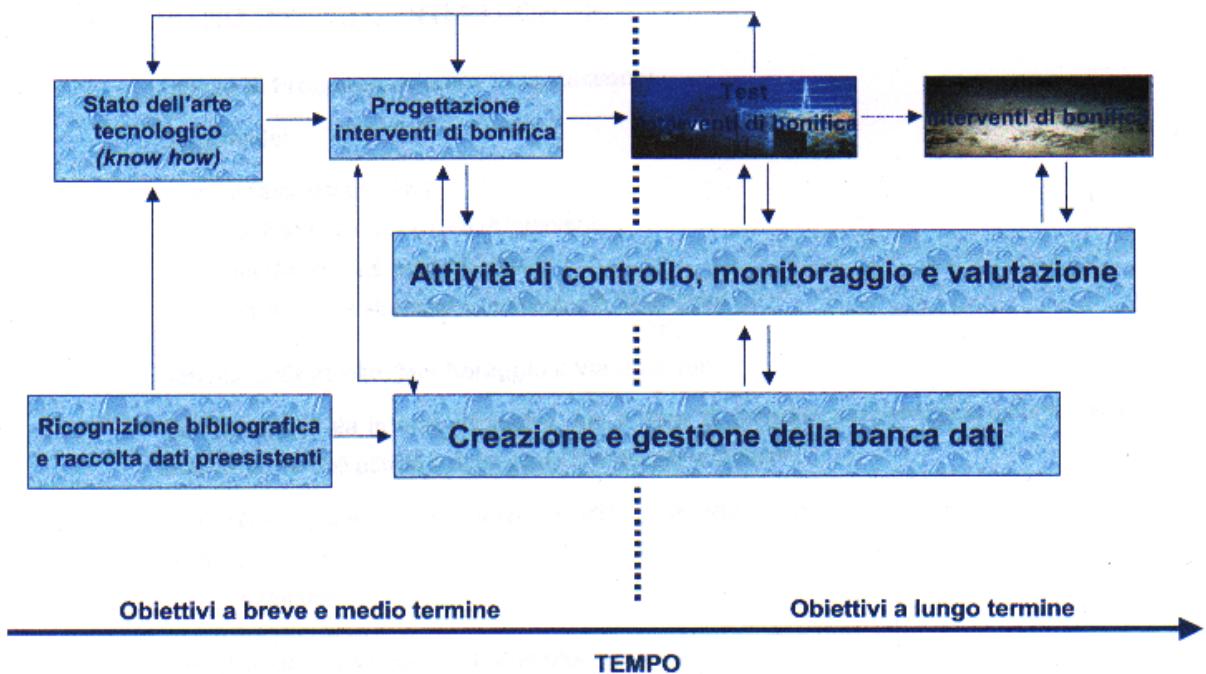
- la remise en état de 43 hectares d'herbiers sous-marins (30%),
- les dommages environnementaux au milieu marin et à l'air qui seraient réparés par la nature (27%),
- l'enlèvement de l'épave (2%),
- divers autres coûts, l'inflation et les intérêts (41%).

Etaient en outre laissés à l'appréciation du tribunal la valeur environnementale de l'érosion des plages ayant perdu la protection des herbiers sous-marins et les dommages irréparables à la mer et à l'air.

Après de longs combats d'experts et de juristes et plusieurs décisions judiciaires suivies d'appel de l'une ou l'autre des parties en présence, un accord amiable a pu être établi, en 1999, entre elles pour une indemnisation forfaitaire globale des frais de lutte et dommages de l'Etat italien à hauteur de 65 millions d'Euros, dont 40 par le FIPOL et 25 par l'assureur de l'armateur. L'accord, qui ne fait aucune mention de dommage environnemental, intègre dans le versement de l'assureur « un montant à titre gracieux que l'on a versé sans admettre la responsabilité des parties, et ce dans la mesure où le montant dépassait le solde de la responsabilité du propriétaire du navire » (rapport annuel 1999 du FIPOL). La signature de cet accord a nécessité du côté italien le vote d'une loi spécifique par le parlement, la loi n°239 du 16 juillet 1998 « Autorisation pour définir par voie extrajudiciaire les dommages subis par l'Etat italien pour l'événement *Haven* et destination des sommes à finalité environnementale ».

Cette loi fixe en article 5, point 1, que « les ressources provenant de l'accord extrajudiciaire (...) seront versées au compte de l'Etat pour être réassignées à hauteur du montant net de 22 579 millions, par décret du ministre du Trésor (...au budget) du ministère de l'environnement, pour faire face en priorité au reliquat des dépenses relatives au naufrage (...) et aux interventions de restauration de la mer... ». Elle ajoute en article 5, point 2, que la somme restante après ce versement et d'autres au titre des dépenses de lutte « est destinée aussi à des interventions de requalification environnementale des principaux milieux marins et côtiers frappés par les conséquences dommageables du sinistre ». La traduction présentée ici est libre. Elle n'engage pas le *Cedre*. Le texte complet en italien est reproduit en annexe 1.

La mise en œuvre de cette loi a conduit à l'établissement d'une convention en date du 15 novembre 1999 entre le ministère de l'Environnement, la région de Ligurie et l'ICRAM (Institut central de recherche appliquée à la mer), établissant une entente sur un programme d'intervention proposé par l'ICRAM, puis à une convention en date du 24 juillet 2001 entre la région de Ligurie et l'ICRAM, fixant les responsabilités respectives des deux parties : la préparation des dossiers d'appels d'offres par l'ICRAM, leur mise en œuvre par la région de Ligurie, dans le cadre du plan d'intervention ci-dessous :



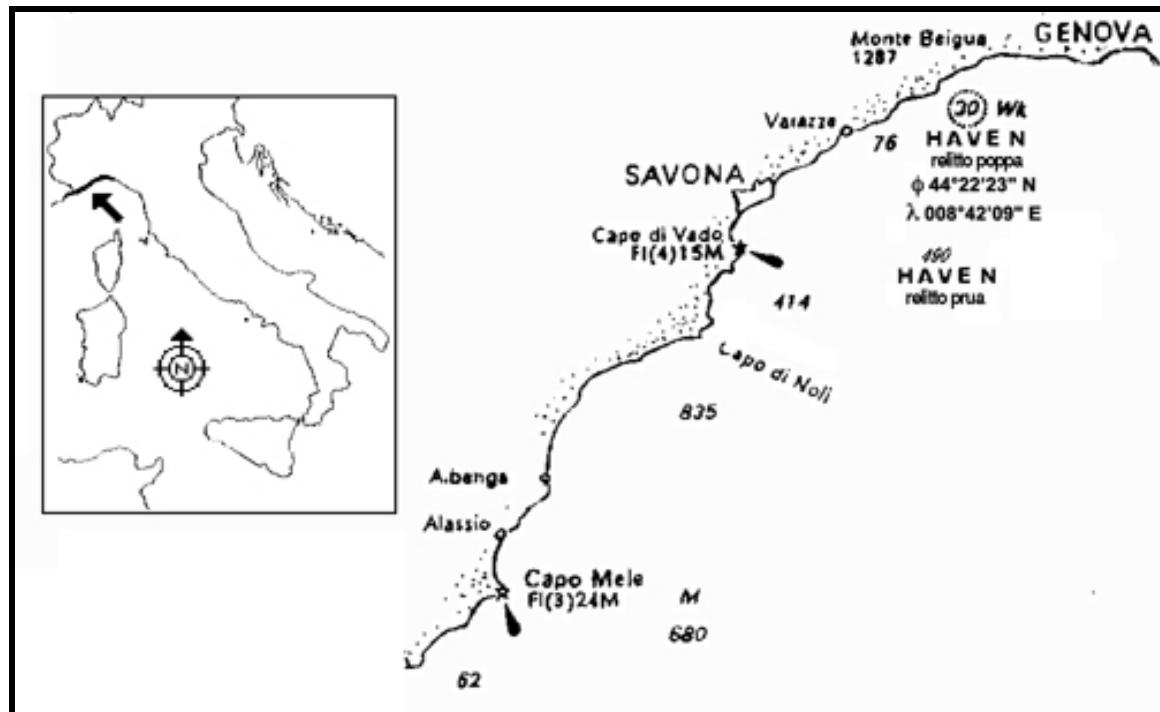
2.2.2. Le programme

Le programme entendu entre les parties est en cours de construction détaillée par un comité de 4 experts, 3 Italiens et 1 étranger (le directeur du *Cedre*). Il comporte deux composantes : les travaux sur l'épave et les travaux sur le fond.

Les travaux sur l'épave, maintenant bien définis, sont prévus en 3 marchés séparés :

- le premier marché porte sur l'inspection des éléments d'épave en vue de déterminer les quantités, localisation et modalités pratiques d'enlèvement de tous hydrocarbures y subsistant, dont l'appel d'offres (européen). Le cahier des charges est établi et l'appel d'offres, ouvert à la candidature européenne, devrait être publié en octobre 2002 ;
- le second marché porte sur l'enlèvement de ces hydrocarbures afin de supprimer tout risque de déversement futur. Le cahier des charges sera finalisé à l'issue de l'inspection et l'appel d'offres, ouvert à la candidature européenne, devrait intervenir vers la mi-2003 ;
- le dernier marché porte sur le suivi des conséquences environnementales des opérations d'inspection de l'épave et d'enlèvement des hydrocarbures. Son contenu vient d'être finalisé. Il devrait être ouvert à candidatures en novembre 2002, dans le cadre d'une procédure nationale négociée.

**PROGETTAZIONE DELLA BONIFICA DEL RELITTO PRINCIPALE DELLA VLCC HAVEN
PROPOSTA DI CAPITOLATO DA PORRE ALLA BASE DELLA GARA PER L'AFFIDAMENTO DELL'INCARICO**



a cura di Ezio Amato

Agosto 2002

Extrait du futur dossier d'appel d'offres pour les travaux sur l'épave

Les travaux sur le fond sont en cours de définition. La réalisation devrait commencer en 2003 et s'étendre jusqu'en 2005. Sont envisagées :

- la prospection électro-acoustique des dépôts en place,
- l'étude de la biodégradation de ces dépôts et des possibilités de l'améliorer,
- l'étude des phénomènes de précipitation, sédimentation, remise en suspension et variation spatio-temporelle des dépôts,
- l'étude des risques environnementaux liés, y compris la biotoxicité, la bioaccumulation et les transferts dans la chaîne alimentaire, et des altérations subies par les peuplements benthiques et démersaux,
- l'identification, l'évaluation et la réalisation de toutes opérations utiles et réalisables visant à assurer la durabilité de l'environnement.

Il s'agit donc de mener, plus de 10 ans après la pollution, toutes les actions permettant d'établir l'inventaire détaillé des résidus polluants encore dans l'épave et sur le fond, de mesurer leur impact, d'enlever ce qui peut l'être et d'intervenir si cela se peut pour faciliter l'achèvement de la restauration environnementale.

2.2.3. Les commentaires

Qui prendrait pour référence l'expérience française des dépollutions des épaves de l'*Erika* et du *Ievoli Sun*, réalisées dans l'année du naufrage (par l'affréteur dans un cas, par l'armateur dans l'autre), pourrait s'étonner de voir un programme de restauration environnementale commencer 11 ans après le naufrage par une dépollution de l'épave. La raison est simple. Les références des négociations sur les dépollutions de l'*Erika* et du *Ievoli Sun* n'étaient pas disponibles à l'époque. Faute de telles références, les autorités italiennes n'ont pas réussi à obtenir la prise en charge de la dépollution du *Haven* par l'armateur. Ne voulant pas pré-financer le travail, elles ont dû attendre l'arrivée de l'indemnisation pour le lancer.

Cette dépollution d'épave et sa surveillance peuvent aujourd'hui être considérées, à la lumière de l'expérience française, comme des opérations d'une nécessité évidente pour éviter un inévitable suintement à terme d'hydrocarbures dans une zone de pêche, à proximité d'un littoral à économie touristique forte.

L'innovation ici porte sur l'intention d'inventorier la pollution déposée sur le fond, mesurer son impact et si possible l'éliminer ou tout au moins la réduire. L'information actuellement disponible sur le sujet fait apparaître que les responsables du projet se trouvent en face de trois problèmes pour lesquels ils n'ont pas de solution clairement identifiée :

- La cartographie fine du polluant se heurte au problème rencontré pour le même travail sur le polluant de l'*Erika* : aucun outil d'observation autre que visuelle n'est disponible et ce type d'observation n'est performant qu'en eau très claire. Au stade actuel, le comité tend à s'orienter vers un projet de recherche sur le sujet, éventuellement un concours d'idées.
- La mesure de l'impact pose le problème des espèces et observations nécessaires et interprétables. Il y a là un équilibre à trouver entre mesurer de nombreux paramètres sur de nombreux échantillons, pour être sûr de trouver quelque chose, quitte à dépenser beaucoup et obtenir des données difficiles à interpréter (ex : indices de stress) ou expérimenter des mesures et ne les systématiser qu'après avoir vérifié leur intérêt, au risque d'étendre excessivement la durée du projet.
- L'enlèvement du polluant reste aujourd'hui un problème entier, en l'absence de données précises sur sa cartographie. Il est cependant clair qu'un enlèvement par sociétés de dragage pourrait conduire à des coûts considérables. Une réflexion est en cours sur la possibilité éventuelle d'impliquer les pêcheurs de la zone.

Le dossier est donc loin d'être clos. Il devra être suivi pendant encore plusieurs années pour déterminer s'il se conclut sur de réelles innovations en matière de restauration environnementale, ou se limite à des opérations de nature classique, habillées d'une image d'innovation.

2.3. ESPAGNE : LE CORRIDOR VERT DU GUADIAMAR

Le projet « Corridor vert » du Guadiamar est aujourd'hui l'exemple emblématique d'une opération de nettoyage et de restauration environnementale d'un bassin fluvial, mise en œuvre par une région, avec les objectifs clairement affichés de favoriser une prise de conscience environnementale du public local et de parvenir à une situation globalement meilleure que celle d'origine. Cette opération présente en outre la caractéristique d'avoir été menée sans se préoccuper ni du montant ni des délais de la contribution éventuelle à ces actions du responsable de la pollution : contrairement au cas du *Haven*, l'opération de restauration environnementale et le combat pour l'indemnisation se mènent en parallèle, sans que les résultats du second influent sur la première.

Rappelons que ce projet résulte d'une rupture accidentelle, le 25 avril 1998, d'un élément de digue des bassins de stockage des boues d'exploitation de la mine de pyrite d'Aznalcollar (Andalousie). La rupture génère un déversement brutal de 600 000 m³ de boues acides chargées en métaux lourds, sur un volume global de 2 300 000 m³ représentant plus de 30 ans de stockage accumulé (voir en annexe 2 la présentation de l'accident dans une page additionnelle de la lettre du *Cedre*).

*Les bassins de stockage et le lit du Guadiamar et ses abords après le déversement
(source : EGMASA)*



2.3.1. Le fondement du projet

Le projet du « Corridor vert » est la réponse d'une région autonome espagnole dont l'économie devient de plus en plus liée à une offre touristique basée sur un environnement de qualité, suite à une pollution qui a menacé un moment une zone écologique parmi les plus emblématiques de l'Europe, le parc naturel national de la Doñana. Les motivations de l'autorité régionale (Junta d'Andalousie) sont présentées par son président, en ouverture de l'ouvrage « Corridor vert du Guadiamar, avril 1998 – avril 2001 », sous la forme suivante :

«Depuis ce moment (= celui de l'accident) la priorité du gouvernement andalou a été de garantir l'absence de problèmes sanitaires pour la population et de limiter les effets socioéconomiques et environnementaux de la coulée toxique. Pour cela, et avec la collaboration du gouvernement de la Nation et de la communauté scientifique, a été mise en marche la plus grande action publique jamais entreprise à ce jour pour résoudre un problème environnemental».

On ne développera pas ici la lutte contre la pollution, qui a fait l'objet d'une présentation à la journée d'information du *Cedre* du 17 octobre 2002, par un responsable de la société régionale d'aménagement environnemental, EGMASA (une copie de la présentation est disponible dans le dossier de la journée et peut être fournie sur demande). On rappellera seulement quelques éléments démontrant qu'un tel chantier ne le cède en rien aux travaux de nettoyage du littoral, d'enlèvement et de traitement des déchets des plus grandes marées noires :

- 4 634 hectares ont été couverts de boue et d'eau acide ;
- un mur de rétention a été construit en amont du parc de la Doñana et une unité de traitement des 2 millions de m³ d'eaux bloquées derrière ce mur de rétention avant leur rejet dans le Guadalquivir a été mise en place ;

- 3 millions de m³ de boues ont été enlevés dans un chantier de 280 jours, sur des épaisseurs de 10 cm à 4 m tout au long de 62 km de zone fluviale, mobilisant en pointe jusqu'à 500 camions et 150 engins de chantier simultanément.

Ce qui sera décrit et discuté ici est l'opération de restauration environnementale postérieure au chantier d'urgence, dénommée « Corridor vert ». Cette opération est basée sur 3 objectifs fondamentaux définis par l'autorité régionale comme :

- contrôler la pollution générée par le déversement et y remédier ;
- restaurer une fonction que le Guadiamar et son bassin avaient perdue avant la catastrophe, son rôle de couloir d'espèces et de processus naturels entre la sierra Morena occidentale et le littoral de la Doñana ;
- améliorer la qualité de vie des habitants du bassin.

La continuité entre les travaux du chantier d'urgence et l'opération « Corridor vert » a été assurée par 5 groupes de travail sectoriels rassemblant les services de l'autorité régionale, ceux de l'administration centrale et des experts scientifiques nationaux et étrangers :

- le groupe « suivi de la mine »,
- le groupe « retrait des boues »,
- le groupe « suivi des eaux et des habitats »,
- le groupe « agraire »,
- le groupe « sécurité et surveillance ».

Toutes ces activités ont été auditées par un cabinet de réputation internationale, Coopers & Lybrand. L'audit a été rendu public par l'autorité régionale.

Le budget cumulé du chantier d'urgence et de l'opération « Corridor vert » est établi dans les documents de l'autorité régionale à 24,4 milliards de pesetas, soit aux alentours de 150 millions d'euros, une somme directement comparable au budget Polmar engagé par l'Etat français dans la lutte contre la pollution de l'*Erika*.

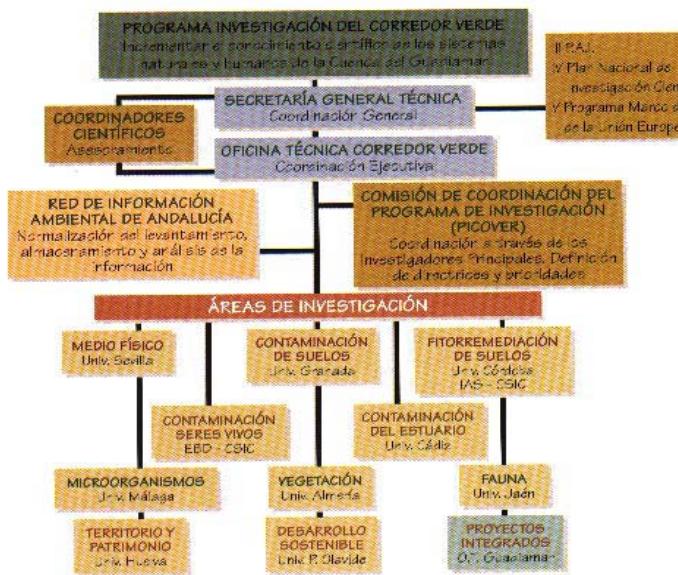
2.3.2. Le programme

Le projet du Corridor vert a été organisé en deux composantes :

- le « programme d'investigation du Corridor vert du Guadiamar » (PICOVER), visant à fournir les bases scientifiques de la meilleure mise en œuvre possible ;
- la réalisation matérielle du Corridor vert, à partir des données du programme d'investigation.

PICOVER a été divisé en 4 lignes de recherche :

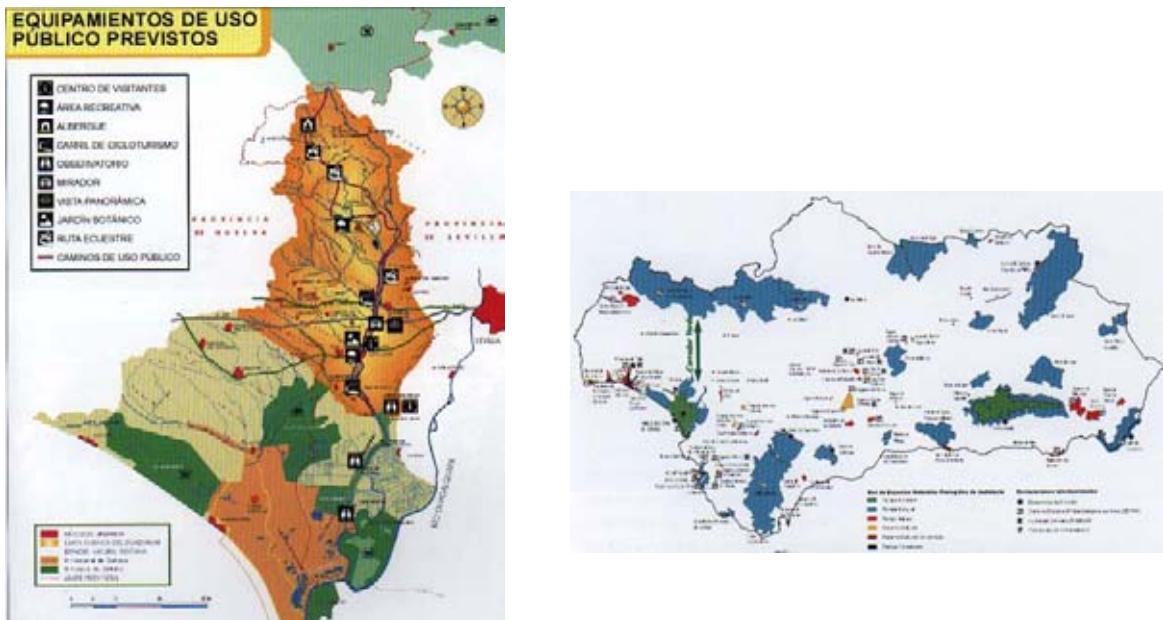
- le suivi, la surveillance, le contrôle et la restauration de la pollution générée par le déversement (surveillance et restauration des sols contaminés, surveillance et restauration des êtres vivants, biorestauration des sols par des techniques de phytoremédiation, surveillance et contrôle de la pollution de l'écosystème),
- la conception du couloir écologique du Guadiamar,
- la restauration écologique des écosystèmes du Guadiamar et de sa plaine alluviale (restauration des processus hydrogéomorphologiques, restauration des populations et communautés végétales et animales),
- l'intégration des systèmes naturels et humains du bassin du Guadiamar (réalisation territoriale et économique du couloir vert, surveillance de la pollution minière et de la santé humaine).



Organisation du PICOVER et distribution sur le territoire national des 28 laboratoires participants

La réalisation matérielle du Corridor vert a commencé par l'acquisition de toutes les terres agricoles qui touchaient directement le lit du Guadiana, de façon à constituer un couloir naturel libre de toute exploitation humaine. Cette acquisition, majoritairement à l'amiable, pour partie par expropriation, a mobilisé un peu plus du quart du budget global du programme. Une fois la continuité géographique assurée, quatre lignes d'action ont été menées en parallèle :

- la restauration de fonctionnalité hydrologique, travaux de génie civil visant à redonner au fleuve et au marais d'Entremuros « l'espace de liberté » permettant au fleuve de modéliser son cours sans restriction, de rétablir son profil longitudinal naturel et toutes ses caractéristiques de sinuosité, connectivité et hétérogénéité ;
- la restauration de fonctionnalité morphologique, reconstruction des modèles d'origine des différents biotopes fluviaux, sur la base des travaux du PICOVER, travaux de génie civil assurant un rétablissement des flux naturels de matière et d'énergie longitudinaux et latéraux, sans barrière artificielle ;
- la restauration de fonctionnalité écologique, opérations de replantation végétale visant à reconstituer des peuplements naturels équilibrés ;
- l'éducation environnementale et l'accès à l'usage public, avec des actions d'information et d'éducation construites autour du programme et d'un réseau de zones naturelles récréatives, librement accessibles au public.



Carte des aménagements réalisés à l'usage du public et situation du couloir vert dans le réseau des espaces protégés d'Andalousie

2.3.3. Les commentaires

Qui prendrait pour référence le principe du FIPOL d'une restauration environnementale limitée au retour à la situation avant l'accident jugerait le programme du corridor vert du Guadiamar totalement excessif. Ce programme relève clairement du principe « faire un bien à partir d'un mal » qui régit la restauration telle qu'elle est vue dans l'Oil Pollution Act américain. On n'entrera pas ici dans le débat sur le raisonnable ou le déraisonnable des choix qui régissent le FIPOL et l'OPA. Ce n'est pas l'objet de cette étude.

Ce qui est particulièrement innovant ici est la prise en charge de l'action par l'autorité régionale. Il est fréquent, dans une pollution accidentelle majeure, que les autorités régionales et locales se mettent en position de critique de l'action de l'Etat (voir les cas de l'Aegean Sea et de l'Erika, entre autres), puis en contestataire du système d'indemnisation en place et en partie prenante forte des procédures juridiques visant à faire évoluer le système. Ici, l'autorité régionale mobilise des fonds d'urgence, organise un programme d'une dimension exceptionnelle, le dote de moyens et le met en œuvre. Ce n'est évidemment pas transposable tel quel en France, où la décentralisation est beaucoup moins poussée. Mais c'est un exemple à connaître, qui peut donner des idées constructives.

Les actions en cours vont se poursuivre encore tout au long de l'année 2003. Il pourrait être intéressant d'organiser en fin de parcours une visite des réalisations à l'usage de représentants d'autorités régionales françaises, pour alimenter leur réflexion sur leurs initiatives possibles dans le cadre des plans infra-polmar.

2.4. EUROPE : L'ATELIER SUR LA RESTAURATION

2.4.1. Les définitions

Les 49 participants à l'atelier européen « Restauration environnementale et suivi écologique », réalisé par le *Cedre*, sur financement européen, du 30 janvier au 2 février 2002, représentaient 10 pays et provinces littorales d'Europe ainsi que la Communauté Européenne, l'Organisation Maritime Internationale (OMI), ITOPF, le FIPOL, et des associations environnementales. Ils se sont attachés à définir le nettoyage et ses limites, la restauration environnementale, la frontière entre les deux concepts ainsi que le suivi écologique (voir compte-rendu intégral en annexe 3). Il en est ressorti les définitions suivantes :

- **Le nettoyage** consiste en la mise en œuvre de techniques pour extraire de l'environnement les hydrocarbures polluants, tant sous leur forme initiale qu'après avoir subi les processus de vieillissement en mer ou sur le littoral. L'objectif est d'extraire le polluant jusqu'à ce qu'il ne représente plus un danger pour la santé humaine ou l'environnement. Les techniques utilisées doivent minimiser les impacts et permettre la restauration spontanée des milieux en terme de communautés et de diversité en rétablissant des conditions autorisant le fonctionnement normal des écosystèmes.
- Il n'existe pas de norme universelle du niveau de **nettoyage requis**. Ce niveau dépend de nombreux paramètres, notamment la nature du polluant, la sensibilité du littoral, les usages et fonctions du site, la saison et des conditions climatiques, l'intérêt et la sensibilité de l'opinion publique, les intérêts économiques, les traditions et la culture du pays concerné, la connaissance scientifique et les inquiétudes de l'opinion publique vis à vis du polluant.
- La **restauration environnementale** consiste en l'ensemble des mesures mises en œuvre pour accélérer la restauration spontanée, notamment les mesures préventives pour limiter les dommages de la pollution, la mise en œuvre de techniques facilitant la restauration spontanée ou l'accélération de la restauration par l'implantation ou la réintroduction d'espèces. Les techniques spécifiques de restauration doivent être envisagées lorsque la restauration spontanée est peu probable. La mise en œuvre de ces techniques implique une bonne compréhension du fonctionnement de l'écosystème afin d'éviter des modifications profondes, ce qui nécessite l'évaluation des risques et une analyse technique préalable, même si l'évaluation quantitative des bénéfices pour l'environnement est très difficile. La prise en compte de la durée des processus qui peut dépasser une décennie est essentielle.
- Le **suivi écologique** consiste en l'évaluation scientifique de la distribution spatio-temporelle de la contamination, des résultats au cours du temps des opérations de nettoyage et/ou de restauration, des concentrations en polluants dans tous les compartiments de l'écosystème (air, eau, sédiments, nourriture, faune et flore avec comme objectif principal la protection de la santé publique) de l'impact de la contamination sur les habitats, les fonctions biologiques, les populations, les communautés et la biodiversité, ainsi que l'évaluation des processus de recolonisation pour mieux comprendre les réponses de l'environnement et prévoir son éventuel rétablissement. Les états de référence et les suivis à long terme sont essentiels pour permettre de distinguer les fluctuations liées à la pollution accidentelle des fluctuations naturelles ou liées à une pollution chronique.
- La **limite entre nettoyage et restauration** est floue. Le nettoyage est une étape du processus global de restauration.

2.4.2. Les discussions

Suite à la présentation de cas concrets, l'ITOPF a exprimé que l'établissement d'états de référence systématiques était peu efficace étant donné le caractère unique de chaque accident. L'ITOPF considère que l'application de suivis à court terme sur des sites comparables et pour des déversements similaires serait plus utile.

Les participants se sont accordés sur la nécessité d'une harmonisation des protocoles de suivi au sein de l'Europe. La nature des données recueillies au cours des suivis préalables (références) à un éventuel déversement, devrait être spécifiée dans ces protocoles.

Concernant les petits déversements, il a été généralement admis que la quantité de polluant ne constitue pas le paramètre le plus déterminant, mais que la localisation du déversement, la nature du polluant et son potentiel à induire des dommages, ou encore les caractéristiques du secteur impacté et la saison sont des paramètres plus importants que la quantité.

Dans la partie de l'atelier consacrée aux aspects financiers et relatifs à l'indemnisation, ITOPF a confirmé la possibilité d'indemnisation d'études d'impacts justifiées et de mesures de restauration environnementale raisonnables par les Clubs P&I et le FIPOL. L'ITOPF considère également que les études suite à des déversements doivent être encouragées afin d'obtenir des données pratiques fiables permettant de planifier des mesures de restauration et d'atteindre les objectifs établis par les conventions internationales.

Le FIPOL a décrit les conditions de financement des suivis écologiques et des mesures de restauration. Ces suivis et mesures doivent être raisonnables, les coûts ne doivent pas être disproportionnés au regard des résultats escomptés, les techniques doivent être adaptées et avérées en terme d'efficacité. Cela n'exclut pas la possibilité pour les Etats membres d'entreprendre des actions considérées comme déraisonnables par les experts du FIPOL mais ces actions ne seront pas indemnisées.

La prise en compte, dès le début des opérations de nettoyage, des diagnostics et recommandations d'équipes pluridisciplinaires afin de limiter les dommages induits par le nettoyage et faciliter ainsi des opérations de restauration ultérieures justifiées, est considérée comme primordiale. Un suivi permettant d'évaluer la restauration et la réalisation des objectifs est indispensable tout au long des opérations.

La discussion finale a souligné le fait que, suite aux accidents du *Haven*, de l'*Erika*, du *Baltic Carrier*, du *Sea Empress* et du *Pallas*, l'expérience acquise en terme de mesures de restauration est suffisante pour permettre la rédaction de guides nationaux en Europe. Les participants français se sont accordés sur le fait que le *Cedre* était la structure logique de coordination d'un tel travail pour la France.

Constatant que l'expérience acquise par chaque pays était profitable à tous et que les retours d'expérience propres à chaque accident devraient donner lieu à des traductions et à une diffusion, les participants se sont tournés vers le Comité européen de gestion des pollution marine accidentelles et intentionnelles pour supporter cet effort. Le Système Communautaire d'Information est apparu comme l'outil naturel de diffusion des expériences nationales.

2.5. CONSEQUENCES

On peut voir dans ces exemples un large fossé qui n'est pas près de se combler entre la conception de la restauration « raisonnable et à l'identique », dans le cadre d'une absence de valeur monétaire du dommage environnemental que défend la majorité des délégations nationales au FIPOL, et la

restauration « vers une amélioration environnementale » envisagée par l'Italie dans le cas du *Haven* et mise en œuvre par l'Andalousie dans le cas du Corridor vert du Guadiamar. Mais les deux approches, aussi distantes soient-elles, ne sont pas nécessairement incompatibles. Comme l'ont exprimé les représentants du FIPOL à l'atelier environnemental européen, l'indemnisation par le FIPOL correspond à un recours de base, accessible à l'ensemble des pays membres. Elle n'empêche absolument pas un pays ou une région de faire « d'un mal un bien » en allant au-delà de la simple restauration « raisonnable et à l'identique ». Simplement, tout ce qui dépassera la limite fixée par les experts du FIPOL restera à la charge de l'autorité ayant engagé les dépenses, sauf don gracieux d'une partie quelconque.

La question qui se pose aujourd'hui, dans ce contexte, est celle de la stratégie française en la matière. C'est ce qu'on abordera au chapitre 4, dans le cadre conjoint de l'*Erika* et des tempêtes de décembre 1999.

3. LE CAS PARTICULIER DES OISEAUX

3.1. LE PROBLEME

Victimes les plus visibles d'une marée noire, les oiseaux sont, dans ces circonstances, un sujet majeur du jugement du public et des politiques sur l'efficacité de la lutte. Il faut donc agir, si possible de manière efficace, mais de toute façon de manière visible.

Dans la gamme des actions possibles, une première option est d'éloigner les oiseaux de la pollution. Cela intègre la capture préventive, qui consiste à retirer du site des oiseaux menacés pour les déplacer vers un lieu d'attente, et l'effarouchement, qui consiste plus simplement à effrayer les oiseaux pour leur faire quitter ou éviter la zone polluée. La capture préventive n'est évidemment pas applicable à toutes les espèces : sa mise en œuvre n'est possible qu'avec les espèces faciles à attraper, notamment les espèces australes non volantes (manchots, gorfous, etc...).

Une seconde option consiste à réduire le risque représenté par le polluant. La récupération mécanique du polluant à l'aide de récupérateurs ou de filets est la solution préférable mais elle n'est pas toujours réalisable, faute de temps ou de moyens. Le mazoutage des oiseaux se produisant essentiellement en surface, l'usage de dispersants pour provoquer la dispersion du pétrole dans la colonne d'eau peut alors réduire le risque de contact. La dispersion peut aussi empêcher le produit de dériver vers une colonie importante ou un site de nidification. Lorsque la dispersion ne peut pas être employée, on peut envisager de rendre le produit moins adhérent aux plumes des oiseaux par l'usage de produits agglomérants.

Qu'il ait pu ou non y avoir éloignement, réduction du risque ou les deux, des oiseaux seront inévitablement souillés. La question qui se pose alors est celle de la performance des techniques de nettoyage.

3.2. LES TECHNIQUES

3.2.1. La capture préventive

L'exemple récent et le plus caractéristique de cette technique est son application suite au naufrage du vraquier *Treasure* en baie de la Table (Capetown, Afrique du Sud) le 23 juin 2000, ayant entraîné un déversement de 400 tonnes de fuel lourd.

Le pétrole échappé de l'épave s'approchait des îles de Dassen et de Robben, où vivent de grandes colonies de manchots, qui constituent 25% de la population mondiale de cette espèce. Ces animaux revenant d'eux-mêmes à leur habitat d'origine lorsqu'ils sont déplacés, les autorités locales et le SANCCOB (centre national sud-africain pour la préservation des oiseaux côtiers) prirent la décision de capturer autant de manchots propres que possible et de les libérer suffisamment loin de la pollution pour que la durée de leur trajet permette la décontamination des sites. Il s'ensuivit une gigantesque opération de sauvetage. Les oiseaux des deux colonies, soit 19 500 individus, furent capturés pour être libérés à proximité d'une autre colonie à Port Elizabeth, soit à environ 500 km de leurs sites de

nidification. Une deuxième opération porta ensuite le total des manchots déplacés à 41 000 (ITOPF review, 2001). Certains restèrent dans la colonie où ils avaient été envoyés, mais la majorité revint à la nage vers ses îles d'origine. Le retour de trois d'entre eux, équipés de balises satellite, put être suivi en direct du monde entier sur Internet. Leur trajet, qui dura 19 jours pour le plus rapide, permit effectivement de nettoyer les secteurs fréquentés (ITOPF, 2000).

Tous les manchots ne purent être capturés et certains, mazoutés, furent nettoyés dans les centres de soins. Trois centres furent mis en place. Environ 14.000 oiseaux y furent nettoyés après capture active sur les colonies. Parmi les oiseaux nettoyés et soignés, 1.450 manchots moururent dans les centres, soit 10,3% des admis. Cette opération de capture préventive et de nettoyage mobilisa un grand nombre de bénévoles (entre 12 000 et 43 000 selon les sources). L'IFAW (International Fund for Animal Welfare) indique qu'au 16 août, soit 8 semaines après l'accident, 39 614 volontaires avaient été impliqués dans les opérations de sauvetage des oiseaux (fournissant l'équivalent de 554 596 heures volontaires, sur une base de 14 heures de travail par jour) ainsi que 100 membres de la Marine sud africaine. Par ailleurs, l'état du Massachusetts envoya 30 experts pour assistance. Le coût de l'ensemble de l'opération a été estimé à 1,2 millions de US\$ par l'Oil Spill Intelligence Report (*OSIR 00/26*, 27, 28, 29, 32, 46) et 5,9 millions de US\$ par l'agence pour la protection de l'environnement des USA (US EPA Oil Drop, Oct 2000).

Une telle démarche requiert une main d'œuvre qualifiée, possédant un certain savoir-faire dans la capture des oiseaux, ainsi qu'une logistique importante, notamment pour le transport des animaux. L'exemple du *Treasure* est de ce fait exceptionnel. Mais le procédé avait déjà été employé lors de l'accident du *New Carissa*, aux Etats-Unis, en 1999 : des biologistes piégèrent la plupart des gravels menacés à proximité de l'épave (*Cedre*, 2001)

3.2.2. L'effarouchement

L'efficacité et donc le choix des méthodes à mettre en œuvre dépendent des paramètres suivants (Environment Canada, 2000) :

- les espèces cibles : les espèces qui vivent au contact de l'homme sont plus difficiles à effaroucher notamment par les techniques qui imitent des bruits ou des éléments visuels liés à un environnement anthropique ;
- la période : les oiseaux en mue (fin d'hiver et d'été), en particulier, sont difficilement dispersés ;
- l'accoutumance : les oiseaux peuvent rapidement s'habituer à un dispositif d'effarouchement, d'où l'intérêt de combiner plusieurs méthodes ;
- le type de pétrole : lorsque le pétrole présente une forte concentration de composés inflammables, les techniques potentiellement génératrices d'étincelles sont à proscrire ;
- le voisinage : la gêne potentielle pour les riverains, notamment sonore, occasionnée par les dispositifs d'effarouchement, doit être prise en compte, en particulier de nuit ;
- la main-d'œuvre et le matériel disponibles ;
- la mobilité et le rayon d'action du dispositif.

Parmi les nombreuses méthodes permettant l'effarouchement, seules les plus caractéristiques sont présentées ici, en annexe 4 :

- les aéronefs,
- le bateau à moteur,
- les véhicules tout terrain,
- la pyrotechnie,
- les épouvantails,
- le fusil laser,
- le canon au propane,

- le fusilier marin « Phoenix Wailer »,
- la bouée effaroucheuse Bréco,
- l'aversion sensorielle.

En dehors de la dernière, toutes sont basées sur la dissuasion auditive, la dissuasion visuelle ou une combinaison des deux. Les techniques les plus répandues sont cependant celles qui n'utilisent que la dissuasion auditive. Parmi les sons produits par ces différents engins, on peut distinguer les sons dits naturels, tels que les cris d'alerte ou de détresse des espèces à disperser ainsi que les cris des prédateurs, et des sons artificiels tels que détonations ou des bruits électroniques abstraits.

Nombre de ces techniques ont été développées à l'origine pour éloigner les oiseaux des aéroports, des déchetteries et des parcelles agricoles, puis adaptées pour une utilisation côtière ou marine pour disperser les oiseaux marins en cas de déversement pétrolier.

Avant le déclenchement de toute opération d'effarouchement, il faut bien prendre en compte les conditions de milieu, les données sur les populations d'oiseaux du secteur (distribution, abondance, espèces présentes, notamment les espèces rares ou en danger), le type et l'étendue de la pollution et les exigences des différentes techniques disponibles. Ainsi, par exemple, selon la situation, le service canadien de la faune fait les recommandations suivantes (Environment Canada, 2000) :

- **Pollution en mer**

Les techniques préconisées sont l'avion, le bateau à moteur et la bouée effaroucheuse Bréco. Il est préférable qu'elles soient déployées aussitôt que possible après le déversement (dans les 6 heures si les conditions le permettent).

- L'avion devrait rester constamment dans le voisinage de la nappe, voler de 50 à 200 m d'altitude et de 70 à 100 m derrière les oiseaux,
- Les bateaux devraient être placés de préférence en avant de la nappe, pour des nappes de petites taille (1 km). Pour les nappes plus imposantes, un bateau devrait être déployé tous les 2 km.
- Les bouées devraient être directement placées dans chaque nappe principale et espacées d'environ 1 à 1,5 km. De plus, un avion doit patrouiller pour s'assurer que la bouée est toujours dans la nappe. Ainsi, l'avion participera également au dispositif préventif et renforcera l'effet des bouées.

- **Pollution à proximité du littoral**, dans des baies ou lagunes connues pour être des lieux de stationnement ornithologique important.

Dans ces situations, on recommandera le fusilier marin Phoenix Wailer, le canon au propane et les effigies humaines placées sur des bateaux ancrés ou sur des radeaux flottants ancrés. Un fusilier marin Phoenix Wailer est efficace pour 75 ha contre 40 ha pour un canon au propane. Ces dispositifs devraient fonctionner 24h/24h. Les effigies humaines devraient être déployées avec une densité de 1 pour 5 ha.

- **Pollution à terre**

Il est recommandé d'agir au moins 2 heures avant l'arrivée de la nappe. De plus, avant de disperser des oiseaux réfugiés dans un marais, par exemple, il faut s'assurer, d'une part, qu'aucune nappe de pétrole n'est présente sur les eaux environnantes et, d'autre part, de l'existence d'un site d'alimentation ou de repos alternatif pour ces oiseaux.

Pour le service canadien de la faune (Environment Canada, 2000), la dissuasion apparaît appropriée lorsque :

- un grand volume de pétrole menace une grande concentration d'oiseaux rassemblés dans des sites d'alimentation, de mue, de repos ou de nidification,

- des sites alternatifs sont disponibles à quelques kilomètres,
- le secteur menacé n'est pas trop large (moins de 50 km). Dans le cas contraire, l'avion constitue la méthode la plus pratique et rapide pour disperser des oiseaux sur de grandes étendues.

Mais aucun exemple récent d'utilisation de ces techniques n'a été suffisamment probant pour faire l'objet d'un dossier dans une revue scientifique ou technique spécialisée. On en tirera donc la conclusion qu'il n'y a pas eu d'évolution sensible en ce domaine au cours des deux dernières années.

3.2.3. L'utilisation de dispersants

Les dispersants sont des produits chimiques qui réduisent la tension superficielle entre le pétrole et l'eau. Ils facilitent ainsi la fragmentation du pétrole en micro gouttelettes dans la colonne d'eau. En fait, cette dispersion, renforcée par l'agitation de la mer, accélère le processus de dégradation naturelle du polluant.

La dispersion peut être un moyen de protéger une colonie d'oiseaux menacés par l'arrivée imminente d'une nappe d'hydrocarbures (Percy, sd) : le mazoutage des oiseaux se produisant essentiellement en surface, disperser le pétrole dans la colonne d'eau réduit le risque de contact oiseau-pétrole. Mais l'emploi de ces produits doit être bien mesuré. En effet, les dispersants augmentent la toxicité potentielle du pétrole pour le milieu marin en le rendant beaucoup plus biodisponible dans la colonne d'eau (Merlin, 1997). Par conséquent, il convient de prendre en compte la sensibilité des différents biotopes et organismes susceptibles d'être affectés. La dispersion peut affecter des espèces de pleine eau et de fond, éventuellement toucher des frayères, et détruire ou diminuer les ressources alimentaires de populations à protéger.

Il faut donc convenablement estimer l'avantage écologique de leur utilisation ou non utilisation. Cette démarche est appelée analyse du bénéfice écologique (« NEBA », Net Environmental Benefit Analysis). Il s'agit de comparer les conséquences des différentes options stratégiques : « ne rien faire », dispersion ou autre technique de lutte. Ainsi, la dispersion peut être 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.

Par contre, elle est plutôt déconseillée à proximité immédiate de la protection de :

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

Il est cependant important de noter que cette classification (Merlin, 1997) ne prend pas en compte certains aspects particuliers (saisonnières par exemple) qui peuvent amener à reconsidérer la stratégie de lutte anti-pollution.

Une étude norvégienne de Litchenthaler et Daling (1985, dans Environment Canada, 2000) montre que, tout en dispersant le pétrole dans la colonne d'eau, les dispersants augmentent la superficie de la

nappe dans les heures qui suivent l'épandage. Cela peut accroître le risque de mazoutage et donc augmenter le danger pour les oiseaux exposés, d'autant plus que très peu de rapports traitent des effets du pétrole chimiquement traité avec des dispersants, sur les oiseaux. Les résultats d'une étude (Environment Canada, 2000) semblent par ailleurs indiquer que ce pétrole chimiquement traité serait plus nuisible pour les oiseaux que le pétrole même. Peu d'informations sont disponibles sur ce sujet.

L'utilisation de dispersants peut être une bonne solution si l'on tient compte des contraintes inhérentes à ces produits, à savoir 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 en terme de protection et les chances de succès des différentes options envisagées (Merlin, 1997).

Enfin, les zones côtières constituant le plus souvent les secteurs les plus sensibles, la dispersion est plus indiquée pour une utilisation hauturière (c'est-à-dire en haute mer, le plus loin possible des ressources écologiques vulnérables). L'essentiel est donc d'évaluer correctement et rapidement l'avantage écologique.

En pratique, comme pour l'effarouchement, nous n'avons trouvé aucun exemple d'utilisation de cette technique pour protéger des oiseaux suffisamment probant pour avoir fait l'objet d'un dossier dans une revue scientifique ou technique spécialisée ces deux dernières années. On en tirera donc la conclusion qu'il n'y a pas eu d'évolution sensible récente dans ce domaine.

3.2.4. L'utilisation d'absorbants pour limiter l'adhérence du polluant aux plumes

Les absorbants sont des produits solides capables de piéger les polluants pétroliers. Ils sont utilisés pour :

- permettre ou faciliter la récupération du pétrole,
- limiter l'extension d'une pollution et diminuer son impact sur l'environnement (*Cedre*, 1991).

Le comportement de l'absorbant sur l'hydrocarbure laisse envisager la possibilité d'utiliser ces produits pour limiter le mazoutage des oiseaux. Des inventeurs l'ont proposé dans la pollution de l'*Erika*, certains de manière très insistant, à partir d'expériences faites par eux, mettant parfois en doute devant les médias et les élus la volonté des services publics d'utiliser tous les produits disponibles.

Aucune étude sur le sujet n'ayant été jusqu'à présent réalisée, le *Cedre* a entrepris une expérimentation visant à déterminer l'intérêt de l'utilisation des absorbants pour réduire l'impact des hydrocarbures déversés en mer sur l'avifaune. Par étude de l'impact, nous considérons l'analyse de l'adhérence du pétrole aux plumes, la facilité du nettoyage et l'état physique de la plume (agglomération des barbules).

Le principe de cette expérience est de tremper des plumes d'Alcidés dans un mélange hydrocarbure-absorbant ou hydrocarbure seul, en simulant un plongeon ou un oiseau flottant à la surface. La mise en contact de l'hydrocarbure et de l'absorbant a lieu dans des bacs montés en série (sur un banc pneumatique), soumis à une même agitation. Après égouttage et pesée, une partie des plumes souillées ainsi est nettoyée dans les deux heures. L'autre partie est stockée temporairement pour être lavée sept jours plus tard. Enfin, l'état de la structure de chacune de ces plumes est évaluée sous une loupe binoculaire. On trouvera le détail de l'expérimentation en annexe 5.

Cette expérimentation a montré que l'épandage de certains absorbants naturels (en particulier l'écorce de pin et le coton floconneux) sur les polluants, surtout lorsqu'il s'agit d'hydrocarbures moyens à

lourds, permettait de limiter son adhérence aux plumes. Si cette solution fonctionnait dans le milieu naturel, cela signifierait que les oiseaux, moins alourdis, auraient plus de chance de parvenir jusqu'au rivage vivants, et donc d'être récupérés et nettoyés. Par contre, l'adjonction d'absorbants semble ne pas réduire les temps de nettoyage. De plus, il est à craindre que ces produits posent problème en cas d'utilisation de la machine à laver les oiseaux (obstruction des tuyaux), mais ceci resterait à confirmer. Certains absorbants limitent la déstructuration de la plume par le polluant, d'autres au contraire l'aggravent.

L'épandage préventif d'absorbants naturels n'est donc ni une solution miracle ni une fausse solution à rejeter d'emblée. Ces produits semblent effectivement pouvoir limiter l'adhérence de certains hydrocarbures aux plumes. Mais les premiers résultats expérimentaux auraient besoin d'être validés par des essais complémentaires. Il faudrait notamment s'intéresser :

- au mode d'épandage (adaptation des épandeurs à la nature et à la granulométrie des absorbants utilisés),
- à la façon de mélanger les absorbants au polluant (d'après son concepteur, l'un des produits testés s'est révélé peu performant car il n'avait pas été assez brassé avec le polluant),
- à l'ingestion possible par les oiseaux de particules d'absorbant.

3.2.5. Les techniques de soins

En l'absence de mesures préventives ou si ces mesures ont partiellement échoué, se posent les questions du nettoyage des oiseaux souillés et de l'euthanasie. Certains oiseaux, qui arrivent trop faibles, gravement intoxiqués ou trop mazoutés, ne réagissent pas aux soins vétérinaires et sont euthanasiés.

La communauté scientifique s'oppose sur l'efficacité du nettoyage en termes de survie. La revue Nature a publié sous la signature de C. Meade (n°390, 4 décembre 1997) un article sur le très faible pourcentage de survie observé parmi les oiseaux nettoyés. Cette étude, réalisée sur des guillemots, jugeait inacceptables à la fois le stress infligé aux oiseaux et les dépenses importantes pour le nettoyage. A cet article s'opposent les résultats obtenus en Afrique du Sud et en Nouvelle-Zélande qui montrent que la sensibilité varie fortement selon les espèces, puisqu'un taux de réussite de 84% a pu être atteint pour les manchots du Cap en Afrique du Sud suite à l'accident du vraquier *Treasure*. D'une espèce à l'autre, d'une circonstance à l'autre, les résultats peuvent être très différents. Ils font malheureusement très peu l'objet de publications objectives détaillées.

Chaque pays a sa stratégie propre. En France, l'euthanasie est considérée comme le dernier recours. Elle peut être mise en œuvre aux différentes phases du nettoyage, selon l'évolution de l'état de santé de l'oiseau. Dans d'autres pays, la politique est différente. Au Canada, les espèces mazoutées non protégées sont euthanasiées suivant un protocole prédéfini. Le Danemark, se basant sur les résultats les plus pessimistes des suivis de l'efficacité du nettoyage, a inscrit dans son plan national d'urgence (révisé en 1997) l'arrêt de toute sollicitation aux centres spécialisés, en prônant l'euthanasie des oiseaux pollués.

Le nettoyage individuel reste la seule solution pour la survie de l'individu mazouté et échoué sur le littoral. Ce nettoyage, réalisé dans les centres de soins, implique plusieurs phases, toutes aussi délicates et stressantes pour l'oiseau :

- capture et transport,
- premiers soins,
- remise en forme,
- démazoutage (manuel ou en machine),
- réhabilitation en piscine.

Ces différentes opérations sont détaillées en annexe 6.

3.2.6. Unités mobiles de soins aux oiseaux mazoutés

Suite à l'impact majeur de la marée noire provoquée par le naufrage de l'*Erika* sur l'avifaune et dans le contexte plus large d'une atteinte chronique des oiseaux marins par les rejets illicites d'hydrocarbures en mer, la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) et la Société d'Etudes et de Protection de la Nature en Bretagne (SEPNB-Bretagne Vivante) ont développé des unités mobiles de soin aux oiseaux mazoutés afin de pouvoir intervenir à proximité des sites d'échouage.

Unité Mobile de Soins aux oiseaux en détresse (UMS LPO)

L'Unité Mobile de Soins LPO, est une semi-remorque de 19 tonnes disposant de 2 auvents latéraux démontables, aménagée pour assurer le tri et les premiers soins des oiseaux en détresse. Sa capacité d'accueil est d'environ 480 oiseaux (type alcidés) simultanément et sa capacité de traitement d'environ 120 oiseaux par heure.

Cette unité mobile n'est pas conçue pour assurer la réhabilitation totale des oiseaux, mais seulement équipée pour accueillir les oiseaux victimes de pollutions (marines ou en eaux intérieures, par hydrocarbures et/ou produits chimiques) et d'épidémies (telles que le botulisme), avant leur transfert vers un centre de sauvegarde (CS) spécialisé. Les objectifs de cette structure sont :

- d'intervenir sur les zones les plus touchées et/ou éloignées des CS pérennes,
- d'assurer la régulation entre la zone polluée et les CS,
- d'organiser et d'assurer une collecte efficace des oiseaux morts et vivants,
- d'organiser et d'assurer un tri des oiseaux à l'arrivée et les premiers soins (protocole du guide méthodologique d'aide à la création d'un CS temporaire).

En cas d'alerte, l'UMS, disponible au départ de La Rochelle, peut être réquisitionnée sur convention entre le préfet et la LPO, dans le cadre d'une activation de plan de secours, par exemple un plan de secours spécialisé (PSS). Elle est mobilisable en 3 heures à compter de la mise en alerte. Tractée, elle est totalement autonome et peut intervenir par voie routière sur l'ensemble du territoire français. L'UMS peut également être transportée par bateau, mais ne peut pas être aéroportée sauf par avion gros porteur. Son emprise au sol est d'environ 145 m². Le raccordement aux réseaux de fluides et l'évacuation des déchets sont à prendre en charge dans le cadre du plan activé, en collaboration avec la LPO.

La mise en œuvre et la gestion de l'UMS LPO nécessite 10 personnes bénévoles dirigées par 2 responsables LPO. La formation sur place de 10 personnes « locales » est envisageable. L'équipe dispose des équipements de protection individuels nécessaires. Les horaires de travail sont : 8h/20h. Le gardiennage est assuré par le responsable de l'UMS.

L'UMS devrait pouvoir fonctionner en 2003. Contact :

Ligue pour la Protection des Oiseaux
 Laurent BRUCY, Chargé de mission « Oiseaux en détresse »
 ou Anne-Laure DUGUE, Assistante Chargée de mission « Oiseaux en détresse »
 05.46.82.12.34
 Fax : 05.46.82.12.50
 : laurent.brucy@lpo-birdlife.asso.fr

Unité Mobile de Soin aux Oiseaux Mazoutés (UNSM)

L'UNSM, créée par la SEPNB – Bretagne Vivante, est une structure autonome et immédiatement mobilisable de soins aux oiseaux. Elle peut accueillir jusqu'à 500 oiseaux simultanément. A terme, un numéro de téléphone d'urgence, fonctionnant 24h/24, sera disponible. Les modalités financières de mise en œuvre de l'UNSM sont en cours d'élaboration.

Le transfert de l'UMSOM peut s'effectuer soit par la route, avec 5 semi-remorques, soit par avion. Une fois sur place, son déploiement et sa mise en route nécessitent 24 heures.

Pratiquement, l'UMSOM est composée d'une structure gonflable, de conteneurs aménagés (laboratoire, salle de lavage, infirmerie, ...) se raccordant sur cette structure gonflable, d'une chaudière, de groupes électrogènes, de plusieurs piscines de réhabilitation, d'une station de traitement des effluents et d'autres éléments annexes. L'emprise au sol de l'ensemble représente environ 50×40 m, soit 2000 m^2 .

L'unité produit son électricité et son chauffage, mais doit impérativement être raccordée à un circuit d'eau fournissant un débit d'eau au moins $4 \text{ m}^3/\text{h}$ pendant les périodes de lavage des oiseaux, soit 6 à 8 h par jour (1 à 2 borne(s) pompiers). L'avitaillage en fuel domestique doit être assuré dans les premières heures (3500 litres), puis renouvelé environ toutes les 48 h par la suite.

L'unité doit être installée sur un endroit plat, sans graviers ni roches pour éviter le poinçonnement du revêtement posé sur le sol et permettre de planter les piquets d'ancrage. Elle doit, autant que possible, être placée sur une aire clôturée et/ou entourée de haies. L'idéal consisterait donc en l'implantation sur un terrain de football ou équivalent. Les opérations de déchargement nécessitent une grue ou un camion-grue (capacité de levage de 30 tonnes), ainsi qu'un chariot élévateur (capable de lever 1,5 à 2 tonnes), avec des risques d'endommagement du terrain.

Une équipe de 10 personnes est mobilisée en même temps que l'UMSOM. Son rôle est de monter la structure, d'en assurer la maintenance, de rechercher les sources d'approvisionnement locales en poissons (nourriture des oiseaux) et tenues de travail, d'organiser la filière « déchets » de l'unité et d'encadrer les bénévoles. Cette équipe est relayée toutes les 3 semaines. L'UMSOM fonctionne ensuite avec une cinquantaine de personnes : l'équipe d'encadrement de 10 personnes et 40 bénévoles. Pour un fonctionnement optimal, il est cependant préférable de disposer de 2 équipes de 40 bénévoles travaillant en alternance (changement d'équipe tous les 3 jours). Ces bénévoles sont recrutés via une association locale.

L'UMSOM étant un centre de soins, la collecte et le tri des oiseaux vivants et morts doivent être effectués en amont par une autre structure.

L'UMSOM devrait pouvoir commencer à fonctionner fin 2002. Contact :

Jérôme Pensu, Responsable Technique UMSOM.

Tel : 06.62.11.72.70

E-mail : jpensu@cep-France.org

3.3. LES CONSEQUENCES

L'instruction Polmar, y compris dans sa dernière version (mars 2002), reste centrée sur la lutte. Elle ne propose ni stratégie en matière de protection / sauvetage des oiseaux et mammifères, ni solutions techniques en la matière. Mais le guide de révision des plans Polmar prévoit un chapitre sur ce sujet, dont la responsabilité échoit aux DIREN. Sur un aspect particulier, la chaîne de sauvetage (ramassage-nettoyage-réaccoutumance-lâcher) des oiseaux souillés, les DIREN peuvent maintenant s'appuyer sur le guide « Soins aux oiseaux mazoutés – Guide méthodologique d'aide à la création d'un centre de sauvegarde temporaire » livré au cours de l'été 2002 par la Ligue pour la Protection des Oiseaux, dans le cadre d'un financement du ministère de l'environnement et du développement durable, au titre des activités de l'Observatoire des Marées Noires.

Parallèlement à la sauvegarde des oiseaux mazoutés, l'organisation de la chaîne de sauvetage devrait permettre d'améliorer l'estimation de la mortalité en augmentant la couverture des sites pollués par du personnel rompu à l'identification et aux procédures de collecte et en clarifiant l'articulation entre les autorités en charge de la lutte et les associations en charge de la collecte des oiseaux. De plus, ce rapprochement devrait faciliter la mise en œuvre rapide d'éventuelles expérimentations susceptibles d'affiner l'estimation des taux de récupération.

Il reste à voir comment cette organisation théorique fonctionnera en cas réel et si la problématique « faune sauvage » deviendra une partie intégrante, « institutionnalisée », de l'organisation Polmar ou si elle restera un aspect connexe. Rappelons que, lors de l'*Erika*, l'organisation et la gestion des centres de soins avaient été prises en charge par des associations de protection de la nature. Certaines de ces associations se rapprochent maintenant systématiquement des préfectures terrestres et maritimes et du *Cedre*, en cas d'accident ou de simple alerte et demandent à être intégrées aux exercices de simulation. Ces rencontres régulières entre divers intervenants ne peuvent, à notre sens, qu'être favorables à des échanges d'expérience et au rapprochement de cultures parfois dissemblables.

Le définition d'une politique française quant à la sélection des oiseaux à prendre en charge (doit-on continuer à essayer de sauver tous les oiseaux trouvés souillés ? Doit-on faire une sélection en fonction de l'espèce, du degré de contamination ou des deux ?) serait également utile. Cette sélection est déjà faite dans les centres de tri et centres de soins, mais des directives claires applicables à tous pourraient permettre une meilleure efficacité des soins et une communication plus facile vers le public.

La réflexion, au niveau européen, sur le thème de l'organisation du sauvetage de la faune sauvage est maintenant bien engagée par diverses associations de protection de la nature, et formalisée dans le cadre de la fondation « Sea Alarm ». Cette fondation européenne est née en 1999, à l'initiative d'individus, d'associations et d'organismes impliqués dans les soins à la faune sauvage, avec les objectifs suivants :

- faire reconnaître aux différentes parties l'importance de considérer l'intervention sur l'avifaune comme une partie intégrante de la gestion globale d'une pollution,
- développer la compétence et le professionnalisme des intervenants sur la faune sauvage,
- encourager ces intervenants à s'intégrer dans le processus de planification d'urgence de leur pays ou d'industries,
- développer la coopération européenne,
- impliquer les autorités nationales dans ces processus.

La fondation s'efforce de travailler avec des interlocuteurs variés. Elle a reçu ou va recevoir des financements de l'union européenne (dans le cadre du plan glissant en matière de coopération dans le domaine des pollutions marines accidentelles et intentionnelles) et des financements et soutiens en nature de l'industrie (ITOPF, IPIECA, TotalFinaElf, INTERTANKO, etc.).

Les associations de plusieurs pays impliquées dans le sauvetage de la faune sauvage sont donc en train d'engager une démarche commune et de se constituer en réseau.

Ce chapitre met en évidence que les actions envisageables pour la sauvegarde des oiseaux dépassent sensiblement la seule chaîne du sauvetage des oiseaux souillés. Des stratégies de protection peuvent être élaborées à partir des expériences étrangères. Des expérimentations peuvent être lancées sur divers couples techniques-produits (ex : effarouchement, dispersants, absorbants). Des objectifs et une organisation peuvent être définis et mis en place, pour mieux aborder le prochain accident. Beaucoup de cela sort du domaine de compétences du *Cedre*, mais il peut y contribuer dans sa capacité documentaire, technique et relationnelle.

4. LES TECHNIQUES ÉPROUVÉES DE RESTAURATION ET L'EXPÉRIENCE DE L'ERIKA

4.1. LES TECHNIQUES, RECHERCHES ET PROJETS EN COURS

4.1.1. Les techniques

Les pollutions marines accidentelles significatives induisent systématiquement un préjudice environnemental d'importance variable selon la nature du déversement, la quantité déversée et le contexte environnemental. L'évaluation de l'étendue de ce préjudice implique la mise en œuvre d'études de tous les compartiments susceptibles d'avoir été impactés par la pollution. Cette évaluation peut conduire à la réalisation d'opérations de restauration. Ces opérations consistent à restructurer des milieux ayant subi des altérations irréversibles, à limiter l'amplification des dégâts par les éléments naturels suite à une vulnérabilisation du milieu, à repeupler les milieux suite à de fortes mortalités et/ou à accélérer la re-colonisation naturelle. En Amérique du Nord, elles peuvent également consister en des mesures compensatoires, qui donnent lieu à des opérations de restauration ou de mise en protection au-delà des secteurs directement impactés par les sinistres. Elles comprennent fréquemment un volet pédagogique et tiennent compte des activités touristiques et récréatives associées aux milieux dégradés.

Lors de pollutions marines, les impacts sont de plusieurs ordres : impacts dus à la toxicité du produit déversé (empoisonnement), à ses composants aromatiques (altération de goût), à des effets physiques (englacement, asphyxie, induration...), à des effets sublétaux à terme (mutagène, tératogène) ou conséquences de nature physiologique sur les fonctions de croissance et/ou de reproduction. Par ailleurs, les pollutions marines, par hydrocarbures en particulier, induisent des opérations de nettoyage qui peuvent entraîner une dégradation supplémentaire de la frange littorale terrestre.

Les techniques classiquement utilisées en restauration environnementale font intervenir, selon le niveau de dégradation, une ou plusieurs des étapes suivantes pour, en théorie, aboutir à la restauration de l'habitat et des niches écologiques :

- la restauration du milieu physique (bathymétrie / altitude, substrats, sols,...),
- la restauration des caractéristiques physico-chimiques du milieu, et en particulier des contraintes abiotiques (régime hydrique, hydrodynamique, halin,...),
- la restauration de la flore et de la faune,
- face à une disparition ou décimation d'espèce, la (ré-)introduction de la ou des espèce(s) souhaitée(s).

Une description de ces différentes techniques est fournie en annexe 7, avec indication, entre autres, des deux mises en œuvre intervenues depuis la marée noire de l'*Amoco Cadiz*.

4.1.2. Les recherches et avancées récentes

Concernant les opérations récentes menées à l'étranger, on citera l'Amérique du Nord, où les autorités se sont dotées de deux outils financiers spécifiques pour faire face aux coûts induits par des opérations de restauration de sites pollués : un fonds pour l'environnement, alimenté par des contributions

obligatoires de l'industrie, et des fonds spécifiques aux accidents alimentés par des « dommages punitifs » suite à des décisions de justice. Cinquante-trois accidents donnent actuellement lieu à des projets ou opérations de restauration aux Etats-Unis. Sept projets particulièrement intéressants sont décrits en annexe 8, ainsi que deux projets dans deux autres pays, le Royaume-Uni et l'Australie. Parmi ceux-ci, cinq des projets ont déjà été signalés dans l'étude « Application aux pollutions accidentelles des eaux de techniques éprouvées de restauration de biotopes aquatiques », réalisée dans le cadre de la programmation technique 1999-2000 (rapport *Cedre R.01.20*).

Les avancées en matière de restauration de sites pollués sont inhérentes aux expériences acquises suite à des opérations de restauration. Au-delà des opérations de restauration entreprises suite à des accidents maritimes, un certain nombre d'autres dégradations anthropiques, y compris littorales, donnent lieu à des opérations de restauration qui peuvent alimenter la réflexion. Citons, en particulier, l'aménagement et la pollution chronique du littoral, la sur-fréquentation touristique, la réhabilitation de sites industriels désaffectés, l'aménagement des infrastructures routières et ferroviaires.

A cet égard, la réflexion sur la restauration environnementale suite aux pollutions accidentelles s'inscrit, en France, dans un contexte plus large de recherches sur la réhabilitation des espaces dégradés. La direction des études économiques et de l'évaluation environnementale du ministère de l'Ecologie et du Développement Durable finance depuis 1996 un programme de recherche intitulé « Recréer la nature ». Ce programme vise à comprendre les processus écologiques et socio-économiques caractérisant les opérations de restauration écologique de différents types de milieux, principalement continentaux, suite à des atteintes diverses. Il a permis une réflexion sur un certain nombre de questions inhérentes aux opérations de restauration :

- la détermination des sites à restaurer : les contextes socio-économiques et écologiques impliquent de nombreuses contradictions quant aux contraintes et usages des milieux,
- le choix du système de référence : les systèmes évoluent sans cesse, et ce caractère dynamique implique l'utilisation d'une gamme plutôt que d'un état de référence. Dans le cas spécifique d'une marée noire, la référence est théoriquement simple à définir, dans le sens où il s'agit de l'état antérieur au sinistre, encore en mémoire chez les usagers et la communauté scientifique, dans la mesure où des études d'état initial ont été effectuées,
- les échelles spatio-temporelles : la variabilité des milieux dans l'espace et l'alternance de phases de stabilité et d'instabilité incite à multiplier les échelles spatio-temporelles d'observation,
- les modalités de suivi et d'évaluation des interventions : identifications des critères à retenir pour évaluer la pertinence de l'opération (biodiversité, recouvrement, effectifs, etc).

En dehors du contexte marée noire, et notamment dans le cadre de ce programme, des opérations de restauration concernent, en France, un certain nombre de milieux littoraux sur-fréquentés et dégradés, notamment de nombreux massifs dunaires, des pelouses aérohalines (pointe du Raz, Saint Hilaire de Riez...), des marais littoraux (estuaire de l'Orne, marais d'Orx) et des récif coralliens (Bora Bora, la Réunion...). Des dégradations de multiples types (pêche à l'explosif, pollutions diverses, sur-fréquentation) donnent également lieu à de nombreuses opérations de restauration à travers le monde, notamment sur les récifs coralliens. Les techniques mises en œuvre lors de ces opérations sont en toute logique directement utilisables suite à des dégradations provoquées par une marée noire ou un échouement. Elles complètent les connaissances nécessaires au succès d'opérations futures.

4.2. LA RESTAURATION DU LITTORAL APRES LA MAREE NOIRE DE L'ERIKA.

Pilotée par les DIREN concernées, la démarche de restauration du littoral après la marée noire s'inscrit dans le cadre des décisions du comité interministériel pour l'aménagement du territoire (CIADT) traduites dans l'avenant « tempêtes – marée noire » des contrats de plan Etat-Région. Ces

engagements publics entraînent une mobilisation financière très importante, spécifiquement destinée à l'aménagement du littoral. Ils sont caractérisés par un champ d'intervention large. En effet, ils traitent de l'ensemble des problématiques majeures du littoral dans un but de réparation, mais aussi de remise en valeur globale dans un esprit de compensation du préjudice subi.

4.2.1. La typologie des dégradations constatées

Les diverses atteintes constatées sur le littoral suite aux opérations de nettoyage sont listées ci-après. Ces dégradations, toujours ponctuelles dans l'espace et les suivis écologiques de la végétation terrestre, montrent une bonne récupération de la plupart de ces milieux à la rédaction de ce dossier, 30 mois après la marée noire. Les milieux les plus lents à cicatriser sont ceux ayant subi des remaniements importants du type excavation pour créer des fosses de stockage, ou bien dont les caractéristiques biologiques impliquent des processus lents, comme dans le cas des lichens dont les taux de croissance sont particulièrement faibles.

Notons par ailleurs que, quelle que soit la technique utilisée, même douce, son impact variera en fonction de la technicité et du soin mis par l'opérateur à la mettre en œuvre. Ainsi, les techniques ne doivent pas être évaluées au regard des dégâts éventuellement générés par un mauvais usage, puisque même les techniques les plus manuelles peuvent entraîner des dégradations localement importantes si elles sont mises en œuvre de façon inadéquate.

Les principales dégradations induites par les opérations de nettoyage sont décrites ci-après.

Mise à nu des secteurs à lichens incrustés ou à végétaux de fissures

La ceinture des lichens est le niveau ayant le plus souffert de la pollution par le fuel de l'*Erika*. Il en a résulté une pression de nettoyage importante, en particulier au nettoyeur haute pression, seule technique efficace pour l'élimination des souillures. L'ensemble du film bactérien et les lichens sous-jacents, englués par l'hydrocarbure, ont été décapés. La technicité variable des intervenants et la transmission parfois aléatoire des consignes ont pu résulter en un nettoyage peu sélectif de surfaces peu ou pas polluées. Ces milieux, pour lesquels aucune technique de restauration n'existe, se coloniseront naturellement par effet de bordure, comme cela se passe lorsqu'une surface minérale vierge est mise à jour, par exemple lors d'éboulement ou suite à d'autres phénomènes d'érosion. Si la re-colonisation par les lichens est un processus lent, à l'inverse la microflore bactérienne sombre tapissant les rochers, parfois confondue avec le pétrole, s'est très rapidement reconstituée dans le haut de la zone intertidale du fait de la cinétique rapide de multiplication de ces micro-organismes.



Nettoyage « à blanc » de la ceinture à lichen incrustant



Plate-forme rocheuse de la table du Diable, été 2000 (Loire-Atlantique)



Plate-forme rocheuse de la table du Diable, été 2001



Platiers rocheux nettoyés au nettoyeur haute pression, avril 2000



Recolonisation par la microflore bactérienne de rochers nettoyés, avril 2002

Creusement de fosses de stockage d'hydrocarbures

Le creusement de fosses de stockage d'hydrocarbures en falaise ou en milieu dunaire entraîne un remaniement des différents horizons du sol et un remodelage de celui-ci sans conservation de la banque de graines et des matières organiques qui permettraient une reconquête spontanée par le couvert végétal.



Fosse provisoire de stockage sur les falaises du Pouliguen (Loire-Atlantique)



Fosse de stockage de la Barre de Mont, Fromentine (Vendée), après réhabilitation

Circulation et/ou stationnement d'engins lourds

La circulation et/ou le stationnement d'engins lourds, lorsqu'ils sont répétés sur une période relativement longue, éventuellement en période pluvieuse, provoquent le creusement d'ornières et la dégradation du couvert végétal.



Dune perchée après circulation intensive d'engins



Stationnement et circulation d'engins lourds

Circulation d'engins légers

Les engins légers, tout en ayant, notamment les quads, un impact nettement limité par rapport aux engins lourds, provoquent une abrasion du couvert végétal et du sol, lorsque leur utilisation s'inscrit dans la durée, surtout si la vitesse minimale n'est pas respectée lors des girations.



Utilisation de quads pour le transport du matériel de lutte (source PCA de La Baule)



Circulation répétée d'un engin sur une dune perchée

Elargissement d'accès

Dans de nombreux cas, des accès existants ont dû être élargis pour permettre le passage d'engins de gros gabarit, ou bien ont été élargis par les engins eux-mêmes suite à leurs passages successifs.



Accès pré-existant élargi et terrassé au cours du chantier de Pen Bron (Loire-Atlantique)



Accès élargi et remblayé pour permettre la circulation des engins

Création d'accès

Certains chantiers très lourds, tels que le démontage / remontage d'énrocements fortement pollués, ont nécessité la création d'accès à travers un massif dunaire (Pen Bron, Loire-Atlantique) ou en pied de digue (Vendée). D'autres ont induit la création de rampes au travers de microfalaises pour permettre aux engins d'accéder aux criques.



Création d'accès pour la traversée de la dune grise par des poids lourds



Accès sur dune, mise en place de ganivelles sur le sable nu



Accès engins au travers d'une micro-falaise

Dépose de matériel et/ou de déchets

Dans tous les sites ayant donné lieu à des opérations de nettoyage, du matériel et/ou les déchets ont dû être positionnés à proximité du chantier. En l'absence de route ou de bas côté plus ou moins aménagé, le couvert végétal a pu, selon les cas et la durée de présence du matériel, être affecté, en général sur des surfaces relativement limitées et avec une intensité variable selon la mise en place ou non d'un dispositif de protection tel qu'une bâche ou un géotextile.



Site de dépose du matériel de lutte



Site d'installation d'un chantier de lutte



Dépôts de refus de criblage à même la dune



Site de stockage de déchets en poubelles

Décapage de la végétation et du sol

Au cours des opérations de nettoyage et malgré les préconisations, quelques sites ont subi un décapage, en général limité en surface mais toujours inutile. Ce traitement présente le désavantage d'éliminer sol, graines, voir système racinaire et donc d'altérer les capacités naturelles du milieu à s'auto-restaurer.



Décapage d'une dune perchée pour l'installation d'un réservoir d'eau



Décapage d'une dune grise pour l'installation d'un chantier

Extraction de sédiments

Au cours des opérations de nettoyage, malgré les préconisations des experts, de grandes quantités de sédiment ont été retirées de certaines plages avec les hydrocarbures, du fait de l'empressement à vouloir nettoyer et de l'intervention d'un personnel inexpérimenté et mal formé. Les conséquences de l'extraction abusive de sédiments résident essentiellement dans l'accentuation du risque d'érosion marine et dans l'accroissement significatif du volume de déchet à traiter.



Mauvaise utilisation d'un engin favorisant le mélange des hydrocarbures et du sable, qui sera extrait à terme



Site nettoyé mécaniquement avec extraction importante de sable

Exportation de galets

De la même manière que du sable a été exporté avec les hydrocarbures, des galets ont pu être éliminés comme déchets ou bien mal repositionnés sur l'estran après leur nettoyage, avec comme conséquence leur exportation du système sédimentaire au sein duquel ils participaient à la défense du trait de côte.

4.2.2. L'inventaire des sites dégradés

L'annexe 9 liste les sites dégradés lors des opérations de lutte, et montre l'origine et l'étendue des impacts ainsi que les travaux de restauration entrepris ou envisagés. La sur-représentation des milieux insulaires dans l'inventaire s'explique par le caractère remarquable des espaces naturels littoraux, où tout aménagement et toute dégradation ressortent nettement par effet de contraste, par rapport aux sites continentaux, généralement moins préservés. Elle ne révèle pas un manque de prise en compte de la sensibilité des sites sauvages insulaires. Le littoral du continent est, en effet, beaucoup plus aménagé et soumis à des dégradations chroniques beaucoup plus intensives, ce qui, respectivement, facilite les opérations et réduit les impacts potentiels.

Les dégradations ont pour origine principalement la circulation d'engins, le creusement de fosses de stockage intermédiaire, la mise en place d'aires de stockage et l'exportation de sédiments. La cartographie des extractions de sédiments très peu souillés est cependant mal connue et cet impact est, pour cette raison, sous-représenté dans le tableau.

Pour la plupart des sites, les dégradations ne couvrent que des surfaces restreintes, de l'ordre de quelques dizaines ou centaines de mètres carrés. Mais elles couvrent sur certains sites, notamment les stockages intermédiaires (Bodurstard, Lyarne, la Barre de Mont), des superficies plus importantes, atteignant 2000 à 7000 m².

Plusieurs options de restauration se présentent :

- beaucoup de sites vont faire ou ont fait l'objet de travaux dans le cadre de grands projets d'aménagement (cf. 4.2.4. et 4.2.5.),
- sur certains sites insulaires (Belle-Ile, Houat et Hoëdic), quelques techniques ont été ponctuellement mises en œuvre à titre expérimental (cf. 4.2.6.),
- les sites de stockage ont fait l'objet d'une démarche spécifique programmée dans le cadre des opérations de lutte *Erika* par TotalFinaElf.

4.2.3. Le programme de restauration de la société TotalFinaElf

La société TotalFinaElf a pris en charge en 2000 et 2001 la réhabilitation (diagnostic et traitement) des sites de stockage intermédiaire de produits pollués récupérés. L'inventaire des sites a été fourni par POLMAR. TotalFinaElf a mobilisé deux sociétés spécialisées :

- ANTEA pour le diagnostic : études, carottages et analyses sur le terrain afin d'évaluer la contamination potentielle des sols et sous-sols,
- RHODIA/ATE pour le traitement : curage et évacuation des matériaux pollués (vers Bossènes), remblai des zones excavées et, uniquement pour Belle-Ile (Bordurstard), replantation en arbres.

Le coût de cette réhabilitation est d'environ 1,5 million d'Euros, dont 90% pour le traitement.

4.2.4. Le programme de restauration dans la région Pays-de-la-Loire

Suite aux constats de la variabilité des impacts, de la sensibilité des élus vis à vis de la conservation du patrimoine naturel littoral et de la tendance générale à la dégradation accélérée du littoral depuis deux

ou trois décennies par une fréquentation touristique et une urbanisation mal maîtrisées, la Direction Régionale de l'Environnement (DIREN) a engagé les démarches suivantes afin de préciser la nature et l'étendue des dégradations :

- l'information des communes, notamment par des réunions d'information des élus du littoral en Loire-Atlantique ;
- l'étude préalable à la restauration des milieux naturels littoraux des Pays-de-la-Loire destinée à faire un état des lieux et à fixer les types d'intervention nécessaires sur l'ensemble du littoral de Loire-Atlantique et de Vendée ;
- deux études pré-opérationnelles pilotes de restauration du littoral avec les élus prêts à s'engager tout de suite dans la démarche : Préfailles et la presqu'île guérandaise.

Ces démarches ont été réalisées en associant les acteurs locaux les plus concernés : Directions Départementales de l'Équipement, Services Maritimes et de Navigation, Conservatoire du littoral, Conseils généraux, Conseil régional, élus communaux au travers d'un comité de pilotage pour chaque étude. Les études ont été financées par la DIREN qui en est le maître d'ouvrage dans cette phase pilote. La maîtrise d'ouvrage des études ultérieures sera assurée le plus souvent par les communes.

L'étude préalable sur le littoral des Pays-de-la-Loire fait un point d'ensemble sur les dysfonctionnements touchant les milieux naturels terrestres littoraux. Le rapport d'étude comprend :

- un état des lieux cartographique au 1:25 000 en 30 secteurs homogènes et 49 communes ;
- une hiérarchisation par secteur et par commune des enjeux de restauration par croisement de plusieurs critères : valeur écologique et paysagère, taille du site, intensité des dégradations, nombre d'origines des dégradations, fréquentation touristique, capacité d'auto-restauration ;
- un catalogue de 15 actions types déclinées en une quarantaine de solutions techniques avec une indication de coût unitaire ;
- des fiches de propositions d'actions par secteur et par commune.

Les études pré-opérationnelles ont pour but de faire des propositions pour revoir le mode de fonctionnement de la bande littorale terrestre. En effet, cette approche globale est nécessaire pour permettre une restauration efficace et durable. Les préoccupations fondamentales sont donc les suivantes :

- restaurer les milieux naturels dégradés par la marée noire, mais aussi et surtout, par le développement de la fréquentation touristique ;
- corollaire indispensable, maîtriser les différents cheminements (piétons, cycles, automobiles) ;
- coordonner la reprise de certaines infrastructures (voirie, parking, écoulement pluvial, eaux usées...) qui sont également souvent des sources de dégradation ;
- identifier les points forts et les points noirs afin de remettre en valeur le paysage dans le cadre des préoccupations précédentes ;
- la défense contre la mer et l'estran n'est généralement pas étudiée spécifiquement car cela relève d'études lourdes et sur des secteurs de côtes importants ; si besoin, la nécessaire prise en compte de la liaison avec la partie terrestre est signalée dans l'étude.

L'enveloppe gérée par la DIREN Pays-de-la-Loire sur ce programme est proche de 8 millions d'euros. Les secteurs donnant lieu à des projets ou opérations de restauration sont décrits ci-après :

• *Pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (Le Croisic-Le Pouliguen)*

Dans ce secteur, on constate des dégradations liées aux opérations de lutte relatives à l'Erika : le creusement de trois fosses provisoires de stockage, le piétinement et la circulation d'engins sur les hauts de falaise ou et les dunes, le nettoyage haute pression des secteurs pollués. Ces dégradations s'ajoutent à une dégradation chronique du secteur dont l'ampleur, largement supérieure à celle induite par les opérations de nettoyage, est principalement liée :

- au sur-piétement inhérent à une forte pression touristique favorisée par l'existence d'une route ;

- aux ruissellements superficiels occasionnés par l'imperméabilisation de la route ;
- à la présence de nombreux parkings côté mer.



Sites de stockage intermédiaire après élimination du polluant et des terres polluées puis réhabilitation sommaire



Pelouse aérohaline intégralement détruite par les effets du piétinement lié à une surfréquentation non canalisée

Sur ce secteur, les mesures techniques de restauration proposées sont :

- la collecte des eaux pluviales le long de la route littorale par aménagement de fossés, cunettes et busage ;
- la canalisation du public par mise en défens et par l'aménagement du sentier littoral (passerelles, murets et caillebotis) ;
- la revégétalisation des secteurs nus (6 techniques de revégétalisation ont été définies en fonction du niveau de dégradation des pelouses sommitales) ;
- l'aménagement des parkings côté terre par rapport à la route ;
- l'enlèvement des blocs, passerelles bétons effondrées, clôtures, etc ;
- la mise en place d'une signalétique et de panneaux d'information ;
- un suivi scientifique sur 5 ans ;
- la proposition de mise en place de gardes du littoral.

• **Littoral de Préfailles**

Sur cette commune, la restauration consiste uniquement en la remise en état du sentier côtier et la canalisation du trafic piétonnier particulièrement dégradé par le piétinement et la sur-fréquentation, et non suite à la pollution de l'*Erika*.



Erosion chronique de la pelouse sommitale du littoral de Préfailles par la fréquentation touristique

• **Restauration des dunes du secteur Collet-Lyarne**

Il s'agit là de dégradations liées à la pollution par l'*Erika*, en l'occurrence le creusement de stockage provisoire dans la dune grise et la circulation d'engins qui ont entraîné des dégradations impliquant des opérations de restauration réalisées par l'Office National des Forêts.

Ces opérations consistent en :

- la plantation d'Oyats et d'Euphorbes dans la dune grise,
- la mise en défens et la définition d'un cheminement sur la dune grise.

Au cours des deux années écoulées depuis les opérations de lutte, une reconquête spontanée a été observée sur cette dune, dans les secteurs dégradés par circulation, par contre la restauration de la fosse de stockage provisoire montre une dynamique plus lente du fait de l'excavation du sol et de son remodelage.



Dune fixée de Lyarne après circulation intensive d'engins, été 2000



Dune fixée de Lyarne, été 2001



*Fosse de stockage provisoire après réhabilitation,
Lyarne*



Fosse de stockage provisoire après plantation, Lyarne

- **Dunes du littoral vendéen en forêts domaniales**

Dans ce site également, les dégradations sont liées aux opérations de lutte suite à la pollution de l'*Erika* : le creusement d'une fosse provisoire de stockage et la circulation d'engins. Les opérations de restauration y sont réalisées par l'ONF et consistent en la mise en défens et la plantation.

- **Etude de restauration des pelouses sommitales de la corniche vendéenne et de secteurs dunaires (Saint Hilaire de Rietz)**

L'étude est en cours. Ces opérations ne concernent pas la restauration de sites dégradés par les opérations de lutte *Erika*.

- **Etude de restauration des espaces naturels littoraux de Château d'Olonne**

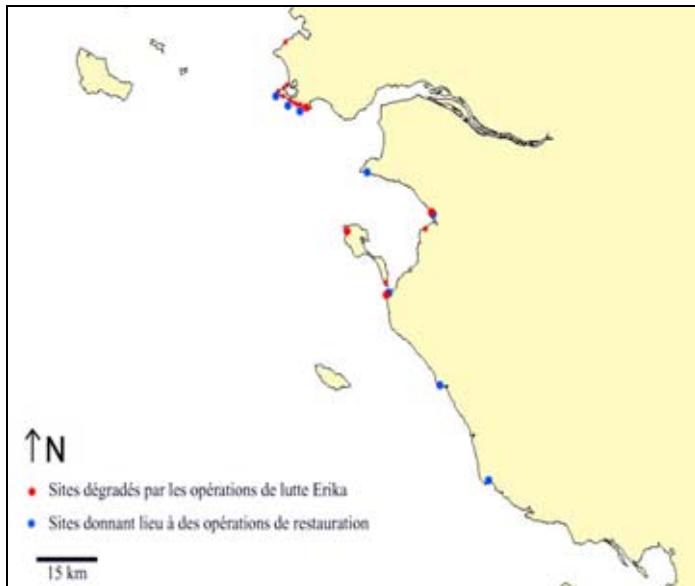
L'étude est en cours. Ces opérations ne concernent pas la restauration de sites dégradés par les opérations de lutte *Erika*.

- **Travaux de restauration douce des secteurs dunaires de la Tranche-sur-Mer**

L'étude est en cours. Ces opérations ne concernent pas la restauration de sites dégradés par les opérations de lutte *Erika*.

- **Etude de remise en valeur du littoral de la commune de la Bernerie-en-Retz**

Cette étude concerne surtout l'aménagement du littoral.



4.2.5. Le programme de restauration dans la Région Bretagne

De la même manière, les projets de restauration de sites dans la Région Bretagne s'inscrivent dans une approche globale et compensatoire concernant des sites peu ou pas dégradés par les opérations de nettoyage induites par la marée noire de l'*Erika*, mais emblématiques et essentiellement dégradés par la sur-fréquentation touristique.

Les opérations entreprises visent donc à réparer, requalifier, restructurer et compenser un déficit en terme d'image notamment. Ces opérations, conduites suite aux décisions du CIADT du 2 février 2000, peuvent concerter des défenses contre la mer, la remise en état de milieux naturels et/ou des actions en faveur du tourisme. Par ailleurs, et dans le cadre du contrat de plan Etat-Région, des opérations visent à promouvoir un nettoyage écologique des plages, la requalification d'itinéraires de randonnées, le soutien de filières économiques, la restauration écologique et la mise en valeur de l'environnement.

Les opérations retenues dans le cadre de la restauration post *Erika* font l'objet d'un financement mixte incluant l'Etat, la région et le département concerné, pour une enveloppe totale d'un peu plus de 3 millions d'euros.

Les secteurs donnant lieu à des opérations de restauration et/ou d'aménagement en Bretagne sont les suivants :

- ***Restauration de l'espace côtier du Loguy, de la Mine d'or et de Marescle à Penestin***

Ces secteurs touchés par la marée noire, et ayant donné lieu à des opérations de nettoyage, ont essentiellement souffert des tempêtes associées de fin décembre 1999, qui ont entraîné un recul significatif des falaises meubles caractéristiques de ce littoral qui est soumis depuis plusieurs années à l'érosion.

Les opérations projetées concernent la revégétalisation de secteurs nus, la reprise du sentier côtier, l'aménagement d'accès, l'amélioration du dispositif d'accueil du public (aménagements, signalétiques), voire des opérations foncières sur les terrains et habitations littoraux.



Erosion des falaises argileuses de la plage de la Mine d'Or suite aux tempêtes de décembre 1999

- ***Restauration des pelouses sommitales de la pointe des Poulains, du marais du Ster Vras et de la réserve de Koh Kastell à Belle-Ile***

Le projet de restauration des pelouses littorales de la pointe des Poulains était prévu avant l’occurrence de la marée noire et, si des opérations de nettoyage y ont eu lieu, les dégradations sont inhérentes à la fréquentation touristique du site.

- ***La restauration du littoral compris entre Gavres et Quiberon***

Il s’agit d’une restauration prévue de longue date dans le cadre d’une Opération Grand Site, sur un littoral ayant donné lieu à des opérations de nettoyage, dont les dégradations, très ponctuelles, ne représentent qu’une infime superficie au regard des dégradations chroniques liées à la surfréquentation et aux aménagements.

- ***Restauration des dunes de Sarzeau***

Il s’agit d’opérations de stabilisation du cordon dunaire par le procédé Ecoplage (drainage de la nappe de retrait des vagues) et la pose de ganivelles, sur un linéaire de littoral n’ayant pas significativement pâti des opérations de nettoyage.

- ***Réhabilitation du littoral de Ploemeur - Guidel***

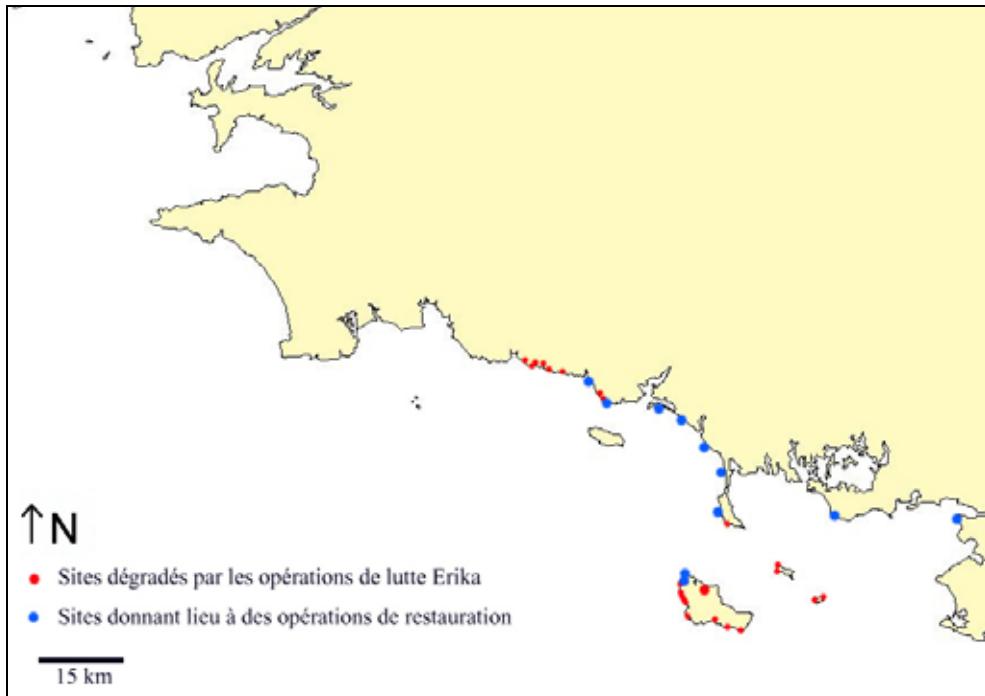
Il s’agit d’un projet d’aménagement du sentier côtier, des cheminements et de l’accès sur le littoral de ces deux communes, sans lien avec les opérations de lutte.

- ***Restauration du littoral de Houat***

Le projet concerne la réhabilitation d’un vallon dont les arbres furent couchés par la tempête de décembre 1999, sans lien avec les opérations de lutte.

- ***Restauration du site de Tronoën à St-Jean-Trolimon***

Le projet concerne la restauration des abords de la chapelle de Tronoën, haut lieu touristique de la baie d’Audierne, et du sentier menant à la plage. Ces opérations ne concernent pas la restauration de sites dégradés par les opérations de lutte Erika.



Cartographie des sites dégradés et/ou donnant lieu à des opérations de restauration en Bretagne

4.2.6. L'évaluation de techniques expérimentales

Les sites insulaires ayant donné lieu à des chantiers de nettoyage et susceptibles d'être restaurés se situent en majorité au sein d'espaces naturels remarquables tant du point de vue biologique que paysager. Pour ces sites, le *Cedre* réalise actuellement l'évaluation de quelques techniques de restauration *in-situ* sur divers milieux, avec le soutien de la Fondation d'Entreprise TotalFinaElf pour la Biodiversité et la Mer, en s'appuyant sur le diagnostic et les préconisations d'un botaniste. Ces techniques envisagées pour la restauration des chemins élargis, tassés et dévégétalisés, sont :

Pour les landes

Les semis manuels à partir de graines récoltées manuellement sur les sites, le choix des graines restant à définir en fonction de l'étude des sites (graminées, bruyères, ajoncs), selon deux techniques :

- le semis sur sol travaillé superficiellement avec passage de rouleau,
- le semis sur sol travaillé en profondeur par labour ou sous-solage.

Le travail du sol sans semis, en favorisant une reconquête spontanée à partir de la banque de graines du sol, selon trois techniques :

- le travail du sol en profondeur par labour ou sous-solage et passage de rouleau,
- le travail du sol superficiel par cultivateur rotatif et passage de rouleau,
- le travail du sol au râteau à main.

La plantation de mottes prélevées à la bêche sur le site après fauche

Pour les dunes à lichen

La restauration de ce type de milieu est une première et une série de tests d'ensemencement de lichen est prévue selon trois techniques :

- aucune intervention (témoin),
- simple ensemencement,
- ensemencement sous filet de chanvre.

Dans le cadre de cette étude, le *Cedre* effectue également des suivis suite à des tests de restauration réalisés à titre expérimental sur quelques sites insulaires selon les techniques suivantes :

- pose de filet de chanvre réalisée à titre expérimental en 2001 sur des pelouses dunaires en fin de chantier, par la société Le Floch Dépollution, mandatée par TotalFinaElf,
- techniques de remottage, semis, et griffage réalisées par la Communauté de Communes de Belle-Ile en Mer en 2001.



Utilisation de filet de chanvre pour la restauration des sols nus (Hoëdic)



Repousse de la végétation à travers le filet de chanvre

4.2.7. La restauration environnementale dans le plan POLMAR

L'instruction POLMAR⁽³⁾ reste centrée sur la lutte et ne propose ni stratégie de restauration ni solutions techniques en la matière. Sa seule référence à la restauration est : « *Dans chaque zone de responsabilité, le préfet maritime établit le volet maritime du plan de lutte contre les pollutions, POLMAR/MER, qui doit comporter un inventaire systématique des moyens navals et aériens civils et militaires disponibles pour faire face à une menace de pollution (remorqueurs de haute mer, dispositif d'allégement, etc.) ou pour lutter contre les pollutions et œuvrer à la restauration du milieu marin (matériel de ramassage spécialisé en mer, navires et aéronefs d'observation et d'épandage de dispersant, etc.)* ». La notion de restauration est prise ici au sens de récupération ou dispersion du polluant. Il s'agit donc d'une restauration des qualités physico-chimiques du milieu et aucune référence n'est faite au retour à une situation écologique comparable à celle existant antérieurement.

Considérant l'ambiguïté qui existe entre les phases de lutte et de restauration environnementale, nous proposons, à l'instar des participants à l'atelier européen sur la restauration organisé par le *Cedre*, l'articulation suivante :

- les opérations de lutte et de récupération consistent en la première phase de la restauration environnementale ; il s'agit, en effet, d'éliminer la contrainte représentée par un apport massif d'hydrocarbures, ou de tout autre substance dangereuse ;
- cette première phase peut éventuellement être complétée par des opérations de réparation du préjudice écologique subi par les milieux et/ou activités humaines (pêche, aquaculture,...).

Dans le cadre de la mise en œuvre d'opérations de réparation du préjudice écologique, un certain nombre de recommandations peuvent être émises :

³ Instruction du 2 avril 2001 relative à l'intervention des pouvoirs publics en cas d'accidents maritimes majeurs.

- considérer les contraintes et processus de la réparation des milieux dès la mise en place des chantiers ; certains milieux sont, en effet, beaucoup plus complexes à restaurer que d'autres, et dans la mesure où la pollution ne les a pas atteint, il convient de limiter leur dégradation au cours des opérations de nettoyage des secteurs adjacents en évitant de les utiliser comme zone de stockage, de circulation ou de dépôse de matériel ;
- n'entreprendre des opérations de réparation des milieux que lorsqu'il s'avère évident par expérience ou par l'observation que la restauration spontanée ne se produit pas ou pas correctement, suite, par exemple, à l'installation pérenne d'espèces opportunistes (phénomènes de rudéralisation et de banalisation des milieux). Les processus de restauration spontanée pouvant être relativement lents et s'étendre sur plusieurs années, il convient de les étudier et de les évaluer sur une échelle spatio-temporelle pertinente, avant de mettre en œuvre des techniques de restauration ;
- évaluer la capacité des milieux à se restaurer spontanément avant la mise en œuvre d'opérations de réparation et établir des diagnostics pour définir les objectifs écologiques (critères physico-chimiques, pédologiques, faunistiques et floristiques, diversité, abondance,...) à atteindre ;
- suivre la mise en œuvre de techniques de restauration et les milieux restaurés afin d'évaluer leur succès au regard des objectifs initiaux.

5. CONCLUSION

Entre la restauration « raisonnable et à l'identique » que défend la majorité des délégations nationales au FIPOL, et la restauration « vers une amélioration environnementale » mise en œuvre par l'Andalousie dans le cas du corridor vert du Guadiamar, la stratégie française dans le cadre conjoint de l'*Erika* et des tempêtes de décembre 1999 a clairement penché vers la seconde option. Même si l'instruction Polmar dans sa dernière version ne propose toujours pas de stratégie en matière de protection / sauvetage des oiseaux et mammifères, ni solutions techniques en la matière, il existe maintenant un guide méthodologique d'aide à la création d'un centre de sauvegarde temporaire associatif, et des outils nouveaux, financés sur fonds publics et donations, ont été réalisés pour permettre de travailler dans de meilleures conditions, lors du prochain accident. Les actions envisageables pour la sauvegarde des oiseaux dépassent par ailleurs de toute évidence la seule chaîne du sauvetage des oiseaux souillés. Des objectifs et une organisation peuvent être définis et mis en place pour mieux protéger les oiseaux au prochain accident.

De nombreuses techniques de protection, sauvetage et restauration de différentes espèces, différents peuplements, différents biotopes, sont envisageables, tout en utilisant au maximum la capacité d'auto-restauration intrinsèque aux systèmes concernés. Ces techniques doivent être mises en œuvre en évitant une transformation importante des caractéristiques physico-chimiques, hydrodynamiques et hydrologiques, pédologiques, etc., afin d'éviter le développement d'un milieu totalement différent, voire sa banalisation. Dans la mesure où l'objectif est la restructuration d'un espace naturel fonctionnel, le biotope restauré doit tendre vers un système correspondant à l'écosystème environnant du point de vue des biocoénoses rencontrées et de la biodiversité et susceptible d'évoluer en fonction des contraintes écologiques. Mais l'objectif peut à l'occasion résider dans la simple « mise en valeur » paysagère d'un espace péri-urbain à la façon d'un jardin public, auquel cas le concept d'aménagement convient mieux que celui de restauration environnementale qui sous-tend l'idée de rendre au milieu une dynamique écologique.

La sensibilité des milieux doit être considérée dès la mise en œuvre d'opérations de nettoyage afin de minimiser les impacts sur les milieux à forte valeur patrimoniale, dont la restauration est soit impossible, soit extrêmement difficile.

Face à l'ambiguïté persistante entre les phases de lutte et de restauration environnementale, et en accord avec les conclusions de l'atelier restauration environnementale organisé au *Cedre* en janvier 2002, la distinction entre une phase d'élimination du polluant proprement dit, correspondant à la lutte et au nettoyage, et une phase de réparation des dommages correspondant à la restructuration des milieux apparaît comme la plus pertinente, la succession de ces deux phases constituant la restauration environnementale.

La mise en œuvre d'opérations de réparation du préjudice écologique implique de prévoir d'une part une phase d'observation de l'évolution des milieux en dehors de toute intervention afin d'évaluer leur capacité de récupération, et d'autre part de poursuivre ces observations au cours et au delà des opérations afin d'évaluer le succès des techniques mises en œuvre au regard des objectifs initiaux. Ce type d'opérations nécessite donc la réalisation d'un diagnostic préalable et un suivi par un groupe pluridisciplinaire compétent dans l'écologie et la dynamique du milieu concerné. Elles ne doivent pas être systématiques, notamment si le milieu conserve des potentialités d'auto-restauration rapide, limitant ainsi sa vulnérabilité face à une amplification des dégradations par les éléments naturels, de

plus elles ne sont pas toujours possibles. Dans ce dernier cas, des mesures de restauration compensatoires ne s'appliquant pas forcément aux secteurs dégradés, mais permettant la protection de milieux similaires pourraient constituer une alternative à la systématisation de la restauration. A cet égard, la plupart des opérations projetées dans le cadre de la restauration post *Erika* sont des opérations compensatoires intégrant l'ensemble des altérations (chroniques, tempête, marée noire) subies par le littoral sur le linéaire pollué par la marée noire.

Le sujet est vaste. Il ouvre pour l'avenir des chantiers d'expérimentation et d'études d'une dimension et d'une diversité comparables à l'ensemble des chantiers d'expérimentation et d'études de la lutte antipollution, dont ils sont la suite logique. Il ouvre aussi sur une question fondamentale : comment établir, dans une opération de restauration au-delà de l'identique, quelle part des travaux correspond à l'indemnisable dans le cadre de la limite du « raisonnable à l'identique » du système international en vigueur ? Faute d'une réponse claire à cette question, l'autorité agissante risque de voir non pas la seule part « au-delà de l'identique » de son action rester à sa charge, mais toute son action.

ANNEXE 1

**TEXTE INTÉGRAL DE LA LOI
SUR LA DESTINATION DES VERSEMENTS
PERCUS PAR L'ETAT ITALIEN AU TITRE
DE LA POLLUTION DU HAVEN**

Legge 16 Luglio 1998, n°239

LEGGI, DECRETI E ORDINANZE PRESIDENZIALI

LEGGE 16 luglio 1998, n. 239

Autorizzazione a definire in via stragiudiziale le controversie aventi ad oggetto il risarcimento dei danni subiti dallo Stato italiano per l'evento Haven e destinazione di somme a finalità ambientali.

La Camera dei deputati ed il Senato della Repubblica hanno approvato:

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA PROMULGA

la seguente legge: vigilerà dal giorno dopo l'approvazione.

1. Il Presidente del Consiglio dei Ministri o un suo delegato, qualora ne sia ravvisata la convenienza alla luce dell'evoluzione dei giudizi in corso e della conclusione delle trattative in atto, è autorizzato a definire in via stragiudiziale, con uno o più atti transattivi, le controversie attinenti al risarcimento dei danni subiti dallo Stato italiano a seguito dell'esplosione e dell'affondamento della motocisterna Haven, di seguito denominato evento Haven, verificatosi nelle acque della Riviera

ligeure di ponente l'11 aprile 1991. La definizione stragiudiziale autorizzata riguarda le controversie pendenti e quelle eventuali future con l'International Oil Pollution Compensation Fund, con sede in Londra, istituito con la convenzione di Bruxelles del 18 dicembre 1971, ratificata e resa esecutiva in Italia ai sensi della legge 6 aprile 1977, n. 185, e con il proprietario e l'assicuratore della nave.

2. In deroga alle vigenti disposizioni di contabilità di Stato, la transazione verrà stipulata e sottoscritta dal Presidente del Consiglio dei Ministri o da un suo delegato.

La transazione dovrà assicurare allo Stato un risarcimento complessivo per tutti i danni subiti non inferiore a lire 117,6 miliardi, con rinuncia ad ogni ulteriore richiesta formulata.

Nella transazione dovrà essere pattuita, inoltre, la corresponsione allo Stato, da parte del proprietario della nave e del suo assicuratore, di una somma pari all'ammontare del costo complessivo delle perizie tecniche d'ufficio espletate nel procedimento penale per i reati contestati in relazione all'evento Haven. La pattuizione avrà effetto anche nell'ipotesi di assoluzione degli imputati.

3. Nella transazione potrà essere convenuto un termine per il pagamento delle somme partite non superiore a sessanta giorni decorrenti dalla comunicazione della sua stipula all'International Oil Pollution Compensation Fund ed al proprietario e all'assicuratore della nave. La transazione è stipulata escludendo l'estensione della sua efficacia in favore di eventuali ulteriori soggetti co-obbligati.

4. Nella transazione dovrà essere previsto che il proprietario della nave ed il suo assicuratore si assumano il rischio delle azioni risarcitorie in atto; ancorché proposte in via sostitutiva ai sensi dell'articolo 511 del codice di procedura civile, e di quelle che dovessero essere promosse da terzi in connessione all'evento Haven, manlevando lo Stato italiano da qualsiasi detimento ne dovesse derivare.

Art. 3.

1. Nella transazione dovrà essere previsto che lo Stato, l'International Oil Pollution Compensation Fund, il proprietario e l'assicuratore della nave, anche disgiuntamente, nei giudizi civili pendenti aventi ad oggetto il risarcimento dei danni subiti dallo Stato per l'evento Haven, ivi compreso il procedimento di limitazione di responsabilità nelle sue articolazioni concernenti la definizione dello stato attivo e la definizione dello stato passivo, rinunceranno agli atti e ad ogni presa ivi azionata.

2. Le spese, le competenze e gli onorari di lite resteranno integralmente compensati fra le parti e non sarà applicabile l'articolo 68 del regio decreto-legge 27 novembre 1933, n. 1578, convertito, con modificazioni, dalla legge 22 gennaio 1934, n. 36.

Art. 4.

1. L'atto o gli atti di transazione previsti all'articolo 1 scontano l'imposta di registro nella misura fissa.

Art. 5.

1. Le risorse rivenienti dalla definizione stragiudiziale delle vertenze di cui agli articoli 1, 2, 3 e 4 sono versate all'entrata del bilancio dello Stato per essere riassegnate, al netto dell'importo di lire 22.579 milioni, con decreto del Ministro del tesoro, del bilancio e della programmazione economica, alle apposite unità previsionali di base dello stato di previsione del Ministero dell'ambiente, per far fronte, in via prioritaria, alle residue spese relative agli interventi effettuati in occasione dell'affondamento della motocisterna Haven, avvenuto l'11 aprile 1991, nonché ai connessi oneri per interessi e rivalutazione monetaria e ad interventi di bonifica del mare, e alle unità previsionali di base degli stati di previsione della Presidenza del Consiglio dei Ministri e del Ministero dell'interno, sulla base delle quote individuate dal Ministro dell'ambiente, con proprio decreto.

2. La somma rimanente è destinata anche ad interventi di riqualificazione ambientale del tratto di mare e del tratto di costa maggiormente colpiti dalle conse-

guenze dannose del sinistro. Gli interventi da finanziare con tale somma saranno definiti con apposito accordo di programma proposto dal Ministero dell'ambiente, al quale parteciperanno la regione Liguria, le province e i comuni costieri da Arenzano ad Albisola-Marinella.

Art. 6.

1. Per l'espletamento del servizio antinquinamento, istituito dalla lettera a) del primo comma dell'articolo 2 della legge 31 dicembre 1982, n. 979, il Ministero dell'ambiente utilizza le risorse a tal fine ad esso attribuite nella tabella C della legge finanziaria, così come annualmente determinate ai sensi dell'articolo 7 della legge 31 dicembre 1982, n. 979.

Art. 7.

1. Per la sorveglianza nelle aree marine protette di cui al comma 7 dell'articolo 19 della legge 6 dicembre 1991, n. 394, e per l'attività di cui agli articoli 11 e 12 della legge 31 dicembre 1982, n. 979, le locali capitanerie di porto operano sulla base di direttive vincolanti, generali e specifiche, del Ministero dell'ambiente. Per altri interventi ed attività in materia di tutela e di difesa del mare il Ministero dell'ambiente può avvalersi anche delle capitanerie di porto sulla base di specifiche convenzioni.

Art. 8.

1. La presente legge entra in vigore il giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

La presente legge, munita del sigillo dello Stato, sarà inserita nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarla e di farla osservare come legge dello Stato.

Data a Roma, addì 16 luglio 1998

ANNEXE 2

PRÉSENTATION DE L'ACCIDENT DU STOCKAGE DE BOUES DE LA MINE DE PYRITE EXPLOITÉE PAR LA SOCIÉTÉ BOLIDEN A AZNALCOLLAR, ANDALOUSIE

Lettre du *Cedre* n°36

**PUBLICATION MENSUELLE D'INFORMATION DU CENTRE DE DOCUMENTATION DE RECHERCHE
ET D'EXPERIMENTATIONS SUR LES POLLUTIONS ACCIDENTELLES DES EAUX**

La Lettre du *Cedre*

n° 36 - nouvelles de mai 1998

Spécial Doñana

Rédaction, informations : *Cedre*, Technopôle Brest-Iroise - B.P. 72 - 29280 PLOUZANE - FRANCE
Tél. : 02 98 49 12 66 - Fax : 02 98 49 64 46 - E-mail : cedre@ifremer.fr



Espagne : marée de boue sur le parc naturel de Doñana

Après le glissement de 200 000 tonnes d'ordures ménagères de la décharge de Bens, en septembre 1996 (Lettre du *Cedre* n°16), ce nouvel incident, annoncé dans notre précédente lettre, soulève colère et passions bien au-delà des frontières de la péninsule ibérique. Y voir clair dans le déluge d'articles de la presse espagnole et les informations quelque peu divergentes de 11 sites Internet n'est pas facile et fait apparaître un nouvel élément de la gestion de crise en cas de pollution majeure : au-delà des points de vue des journalistes, ce ne sont plus seulement les organisations écologiques qui expriment leur vérité sur leurs sites Internet, mais aussi le ministère de l'Environnement, les autorités régionales et le groupe industriel concerné. La communication de crise est cette fois totalement entrée dans l'ère électronique, une dimension à intégrer dans les prochains exercices.

Essayons donc de comprendre. Le 25 avril, une déchirure dans le mur extérieur de deux bassins de stockage (16 ha chacun) de boues de la mine de pyrite d'Aznalcóllar (45 km à l'ouest de Séville) exploitée par *Boliden Aspira*, filiale de la société canadienne *Boliden International* (contrôlée par le groupe suédois Trelleborg) déverse 4 à 5 millions de m³ d'eaux et de boues acides (pH 2), chargées en métaux lourds, dans un affluent du fleuve Guadiamar. Ce fleuve débouche 60 km en aval, dans le delta de Guadalquivir, qui constitue, depuis 1969, un parc naturel de plus de 50 000 ha de zones humides et inondables. Le Guadiamar atteint en plusieurs points sa cote d'alerte et une partie des boues se répand sur 5 à 6 000 ha de terres cultivées. Le reste continue à descendre le fleuve.



La digue après la rupture

Entre le 26 et le 27 mai, en jouant sur le vannage à marées de la périphérie du parc et en construisant des levées de terre, les équipes d'intervention parviennent à maintenir en bordure de parc, à stopper dans la zone d'Eutremuros et à détourner vers le Guadalquivir ce qui continue à descendre. Cela protège le parc mais provoque une levée de boucliers des pêcheurs de Sanlucar de Barrameda, au débouché du delta sur la mer. La ministre de l'Environnement et présidente du parc se rend sur place.

Le 28, *Boliden* parvient à colmater la brèche et les écoulements cessent, tandis que se multiplient les questions : qui est responsable ? qui va payer ? pourquoi avoir sacrifié agriculteurs et pêcheurs au profit du parc ? Les premiers chiffres de dommages présumés (plusieurs milliards de F) sont annoncés. La presse établit des listes d'espèces sauvages en danger et fait état d'inquiétudes sur les risques liés aux métaux (fer, plomb, zinc, cadmium, cuivre). Comme il faut évacuer des sacs de poissons morts et engager le nettoyage de ce qui peut l'être, l'Etat et la Province pointent le doigt sur *Boliden*, dont le président vient sur place annoncer que son groupe assumera ses responsabilités.

Le 30, la presse déniche des exemples étrangers montrant qu'il y aura des infiltrations dans l'aquifère, qu'il faudra des décennies pour rétablir la situation, que *Boliden* avait contaminé avec du plomb un lac suédois en 1996, qu'une inspection des bassins de stockage par les autorités peu avant l'accident n'avait trouvé aucune anomalie tandis qu'un ingénieur de la mine, licencié quelques mois plus tôt, aurait signalé des défauts graves. La tension monte.

Le 2 mai, les opérations de nettoyage commencent à se heurter au problème de la destination des déchets (ex : où mettre 12 tonnes de poissons morts ?) tandis que la ministre de l'Agriculture se fait photographier en train de manger une crevette à Sanlucar de Barrameda pour rassurer les pêcheurs. Le 6 mai, les premières photos de cigognes mortes paraissent dans la presse. Le 7, on apprend que chaque tonne de boues contient 6 kg d'arsenic minéral et commence un débat d'experts sur la toxicité de ce produit et son évolution possible dans le milieu naturel.

Le Cedre est une association sans but lucratif, sous tutelle du Ministère de l'Environnement, chargée de faire progresser les connaissances et de conseiller les autorités en matière de lutte contre les pollutions accidentelles des eaux.

La lettre du *Cedre* - Publication mensuelle - N° I.S.S.N. : 1243 - 5201

Directeur de la publication : M. Girin - Rédacteur en chef : C. Rousseau - Secrétariat : C. Guézénec et C. Ollivier

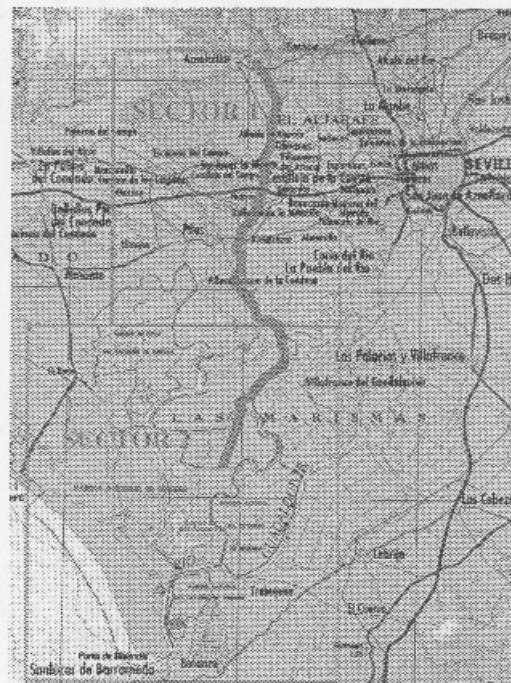
La Lettre du *Cedre*

Le 13, le parlement andalou débloque un fonds d'urgence de 400 millions de F tandis que, sur le terrain, la pluie et les manifestations d'agriculteurs freinent les travaux. Le 16, le gouvernement alloue 400 millions de F et annonce que les travaux de nettoyage seront achevés avant l'automne. Deux mille personnes manifestent à Séville le 20 aux cris de « sauvez la Doñana ! » tandis qu'un plan d'intervention de l'armée pour aider aux travaux de nettoyage est annoncé. Le 21, les mesures confirment qu'un aquifère du parc a été contaminé par le déversement, relançant l'inquiétude des habitants de la zone.

Pour ceux qui souhaiteront en savoir plus, la Lettre du *Cedre*, après avoir testé toutes les options dont elle a eu connaissance, recommande le site Internet de la province d'Andalousie (www.cma.caan.es). Vous y trouverez dès l'entrée un « special Aznalcóllar » en espagnol et en anglais avec des informations journalières complètes et précises. Un élément particulièrement intéressant de ce « spécial » est le rapport permanent de la commission de coordination conjointe Gouvernement / Province. Il donne des situations par groupes sectoriels (mines, récupération des boues et restauration des sols, agriculture, eaux, sécurité), fournit un numéro de téléphone pour l'information des citoyens et détaille les points d'intérêt particulier.

Chaque situation de ce rapport permanent annonce le total des boues récupérées depuis le début des opérations (250 000 tonnes fin mai), donne l'état des moyens en oeuvre, fournit le compte des poissons et crabes morts du jour, informe sur les analyses en cours lorsqu'il y a mort de bétail (ex : 5 chevaux le 24 mai). Le rapport du 25 mai détaille par quelle autorité scientifique, et selon quelle procédure, il a été décidé de commencer le rejet dans le Guadalquivir des 4,5 millions de m³ d'eau retenus dans la zone d'Eutremuros (pH 7, taux de zinc et de cadmium au-dessus des normes) après traitement à l'hydroxyde de calcium et/ou de sodium pour remonter le pH entre 8 et 8,5.

A la fin mai, toute activité agricole et d'élevage restait interdite dans la zone affectée par le déversement. On remarquera que celui-ci est qualifié dans certains articles de « marea negra » (marée noire), les journalistes rappelant à leurs lecteurs les pollutions de l'*Urquiola* et de l'*Agean Sea* en Galice et faisant des comparaisons de moyens engagés et des dommages causés.



La zone affectée, en haut, d'après le site Internet de la province d'Andalousie (bande sombre), en bas d'après le journal La Vanguardia (zone noire).



Le Lettre est une publication mensuelle du *Cedre*. Elle est disponible gratuitement sur simple demande à adresser au secrétariat du directeur. La reproduction des textes et documents parus dans le présent numéro est libre, sous réserve expresse de mentionner la source. Le *Cedre* ne peut être tenu pour responsable de l'utilisation qui serait faite par des tiers de ses textes et documents, ni d'une erreur qui aurait pu s'y glisser.

ANNEXE 3

SYNTHÈSE DU SÉMINAIRE “RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE ET IMPACT ÉCOLOGIQUE” BREST, 30 JANVIER – 2 FÉVRIER 2002

(la synthèse a été produite uniquement en anglais)

SESSION 1 - FIRST DAY

Cleanup, environmental restoration and ecological monitoring

Definition of cleanup

Clean-up is the process involving a range of techniques for removing the oil pollutant from the environment both in its original form and after weathering processes at sea and on the shoreline. A large range of techniques is available, requiring adaptation to any particular site and situation. The purpose of clean-up is to remove the oil from a polluted object or site, to the extent that it no longer represents a hazard to human health or the environment. Clean-up also requires that the cleaning is done by the best available techniques which minimise the environmental impacts and promote the natural restoration of the environment by achieving conditions where the natural ecology can re-establish itself to its previous population and diversity.

Clean-up programmes will be faced by the issue of defining methods and the level of cleaning that is required. There is no absolute standard for this because much depends on many parameters among which :

- nature and characteristics of pollutant
- type and environmental sensitivity of shoreline
- use and functions of the site
- season and weather conditions
- public interest and concern
- stakeholders concern
- country and traditions
- scientific knowledge and public views concerning the pollutant

As a result it is difficult to set objective criteria applicable in any situation, although the IPIECA Guidelines are well accepted, because they are based on criteria, not quantitative standards. The philosophy is based on a flexible approach which must take account not only of strictly scientific criteria but also a wider range of economic and social considerations. It is important that all groups involved agree on the criteria or guidelines which are to be used in setting the objectives and methods for cleaning. But the minimum requirement is the protection public health (including cleaners health). This includes compliance with existing standards.

Definition of environmental restoration

Environmental restoration is a set of voluntary measures to enhance natural recovery, including :

- precautionary measures to prevent further injury and pollution damage ;
- implementation of techniques to facilitate natural recovery ;
- acceleration of recovery by implants and re-introductions.

It covers a range of follow-up measures protecting the damaged environment from further impact and promoting the recovery process. Restoration can include both natural and accelerated recovery methods using replanting and re-introduction of species. These techniques must be considered in cases where natural recovery is not likely to occur.

Both natural and accelerated recovery methods require a good understanding of habitats and the relationships between species that comprise that habitat. Without this clear understanding of the ecology and how it recovers from damage, there is the danger of making the situation worse in the long term, or changing the ecology to a different one which is not sustainable. It is therefore essential to have a technical appraisal and risk assessment with the aim of avoiding the creation of an artificial or diversely poor site, or genetic pollution. It is important to examine advantages and disadvantages if possible, although the quantitative assessment of environmental benefits is very difficult.

It must be recognised that environmental restoration is a long term process, which may last up a decade or more.

Definition of ecological monitoring

The purpose of ecological monitoring is the scientific measurement and evaluation of :

- the concentration of contaminant in the environment through appropriate indicators in order to assess the spatial distribution and temporal evolution of the impact and contamination (through combination with modelling) ;
- the success over time of the clean-up operations and environmental restoration operations, and to aid the ongoing planning and implementation ;
- the concentration of pollutant when distributed in the environment including air, water, sediments, food sources, fauna and flora, with the primary objective of protecting public health ;
- the impacts of contamination on biotopes, biological functions, populations, communities and biodiversity ;
- assessment of the recovery process, to better learn how the different parts of the environment respond after impacts, and to predict if and when they will return to the set targets.

When a pollution strikes, swift mobilisation of scientists is required for sampling, observing, and measuring, ideally before, and certainly during the periods when impacts occur. It is important that reference baseline data is already available to account for local variations in relation with other pollution sources or incidents. Baseline information on biota requires data over several years with a knowledge of the way that fluctuations occur over time, to assess natural trends (fluctuations can occur over seasons or years)

Limit between cleanup and environmental restoration

Clean-up is a process which interfaces seamlessly with restoration. They are integral processes where those involved with clean-up must work toward the overall goal of environmental restoration. It must not cross the threshold where damage becomes irreversible. Below this threshold, it is expected that restoration is possible. This requires a good knowledge of the environment.

The primary purpose of the clean-up is to protect and rehabilitate the environment. This includes measures to enhance natural recovery and/or prevent further damage to the environment. Measures need to be feasible and reasonable. They may include actions taken at some distance from damaged areas if it can be shown that those actions would enhance recovery of damaged components of the environment. Clean-up is part of environmental restoration even where damage from the pollutant is superimposed on damage resulting from previous degradation processes such as erosion of soil.

SESSION 2 – DAY TWO

Impact assessments and restoration in small and large pollution

Pallas presentation

Among other points :

- data required and acquired within established monitoring programs did not show significant impact on benthic life.
- it was decided not to collect oil on East side of Island due to inevitable damage to sea grass (do nothing option).
- survival of oiled birds was assumed in the region of 1%

Baltic Carrier presentation

Among other points :

- slick drift model initially used was not reliable
- no baseline data were available, data were taken as the oil was arriving
- there is a need for reliable and useful baseline data
- mechanical damage caused was unavoidable - alternatives were considered and not allowed.
- environment showed it was tougher than originally thought and recovered well
- killing of severely oiled birds was carried out. Workshop participants accepted the justification for this, as it concerned non-threatened species, hunted species, re-colonisation, but felt it would be sensitive in other areas.
- contingency plans for environmental survey will be designed.

Discussion on small incidents

ITOPF expressed the opinion that baseline surveys are limited in effectiveness as each incident is unique. Application of short term monitoring from related sites and similar spills is more useful. Would like to see better focused monitoring and post-spill studies (e.g. Sea Empress)

General agreement was achieved on the interest of harmonisation of surveying and monitoring protocols on a European level. Pre-spill surveys must include the assimilation of data that will be required should a spill happen. Nature of these data should be specified in the protocols.

Question : are small spills easier to manage ?

It was agreed that each spill is different. Quantity of pollutant is not the most critical aspect. What is more important is spill location, the type of pollutant and its potential for damage, the characteristics of the impacted area, the season, etc.

Afternoon Round Table Discussion

The following points were in particular made:

- contribution of Shipper to the response operation was a major factor in the *Erika* spill.
- experts should be involved from the beginning in briefing clean-up personnel and the media.
- pre-spill reference baseline data is crucial and it must be continuously updated.
- any physical damage to the environment generated by clean up operations must be justifiable on a site by site basis.
- authorities must be ready to justify on scientific basis the ecological soundness of a leave-alone approach.

European references concerning rules, regulations, guidelines, technical notes, files

	CLEANUP	RESTORATION	MONITORING
BELGIUM	Law 20/1/1999 (BS 12/3/99) « wet MMM law »		
DENMARK	Law 476/30-6-93 Regulation 607/19-7-99 Regulation 992/14-11-00 National Cont.plan		
France	Polmar Instruction	<i>Cedre</i> studies	Guide <i>Cedre</i>
GERMANY	Water frame law (FRG) Water laws of coastal states Contingency plans of FRG and coastal	Same as for cleanup	Agreement between FRG and coastal States.

	states Information System (VPS) Agreement of the FRG and 5 coastal states 1995		
IRELAND	Sea Pollution Act90 Wreck & Salvage Act92 Oil Pollution Act 92 Contingency plans and IOPC Funds Claims manuals IPIECA manuals www.marine.dot.i		
ITALY	Law 41/82 Law 22/97 National contingency plan Guide response at sea Law 979/82	Law 349/86 Law 471/99 Guide ICRAM Law 979/82	Law 979/82 Law 152/99 Guide ICRAM <i>Haven Report</i>
SCOTLAND	Law MCA/Local Authority		
SPAIN	Law National Contingency plan		Monitoring network of contaminants (e.g.metal,chlorinated compounds, PAHs) in coastal areas
SWEDEN	Environmental code 99 Swedish rescue service Act 87 National Contingency Plan		
WALES	-UK legislation -Merchant Shipping Act 1995 -Merchant Shipping and Maritime Security Act 1997 -Merchant shipping (OPRC Convention) regulations 1998 Local Government Act1992 National Cont. Plan 2000 Scientific, Technical & Operational (STOP) Notes See : www.mcagency.org.uk	Same as for cleanup	Same as for cleanup
IMO	OPRC Cont.Plan		
IPIECA	Oil Spill Report series (for clean up and response) Oil Spill Report Series Vol10 on NEBA See www.ipieca.org		
ITOPF	Technical information papers See: www.itopf.com	IOPC claims of compensation guide	
EU	Eu contingency plan Community Information System Task force		

SESSION 3 –THIRD DAY

Restoration : financing and techniques

ITOPF Presentation

The ITOPF presentation confirmed that the Federation acknowledges the existing possibility for funding sound impact studies and reasonable reinstatement measures by P&I Clubs and the IOPC Fund. Post spill studies should be encouraged to plan relevant reinstatement measures with a view of providing practical data and meet the objectives set by the international conventions.

IOPC Funds presentation

The IOPCF presentation specified under which conditions impact studies and reinstatement measures are compensatable under the Conventions. Measures undertaken should be reasonable, cost should not be disproportionate as compared to expected results and techniques should be adapted according to chances of success. Furthermore, proposals for suitable amendments can be proposed by member countries through the ad-hoc Intersessional Working Group.

Cedre presentation

The presentation of reinstatement techniques by *Cedre* showed that a variety of restoration projects have been implemented over some countries, particularly the USA and Australia, but few examples were available for Europe. The restoration operations underway and planned in the aftermath of the *Erika* incident are financed by the French Polmar Fund, on national standards.

Discussion

The discussion showed that an essential point in compensability matters is the accepted limits of “reasonable”. It was recognised that any delegation at the Fund is fully entitled to make proposals to review the interpretation of the Conventions and that the accepted interpretation of any term is the result of a democratic process. It is up to each technical and scientific community to present proposals through its Governmental delegation. French participants were of the opinion that they could jointly draft such a white paper under the leadership of *Cedre*, to be proposed to the French delegation at the IOPC Funds

The Fund members interpretation of “reasonable” does not prevent a country from undertaking actions failing to meet reasonableness as admitted by the International System. But those actions may not be compensated.

It was considered of paramount importance that cleanup measures would take into account, right from the start, the views of multidisciplinary teams on preliminary diagnostics and existing baseline data, to avoid additional damage caused by cleanup and facilitate future, ecologically justified reinstatement operations.

There was general agreement that sound reinstatement evidently encompasses no less than the restoration of a natural balance of species, comparable to the pre-spill state.

During implementation, there is a need for continuous monitoring of reinstatement measures, in relation with the predefined objectives.

ONF and Botanical garden presentations

The presentations on restoration actions implemented on the French coastline impacted by the *Erika*, highlighted techniques of evident interest, likely to meet the criteria of the International Compensation System.

INERIS presentation

The presentation on environmental risk assessment modelling opened aspects of interest concerning pollution other than oil, which may have to be considered in the definition of measures for ecological survey and restoration in chemical pollution.

Environmental Associations views

The presentation by the Environmental Associations showed the importance of exchanges of views between all parties on environmental aspects, particularly as regards proper management during cleanup of natural resources such as sand collected on beaches. It was stressed that thorough and honest feed-back of experience by all parties involved is essential for improved response to future spills.

Discussion

The final discussion highlighted that sufficient experience of reinstatement measures, in particular from the *Haven*, *Erika*, Baltic Carrier, Sea Empress and Pallas incidents reviewed in this workshop, will soon exist in some European countries for national guidelines to be worked out. The French participants agreed that *Cedre* could take the lead of such national guidelines, with participation of all concerned.

The discussion also showed that dissemination of national experience among the different European countries is indeed profitable to all. The participants turned to European Management Committee for Marine Pollution for support on translation of national feed-back of experience reports and on common experimentation on restoration. It would of course be the responsibility of the national delegations to present specific projects for validation by the Committee.

The Community Information System appeared as a relevant tool for efficient dissemination of national experience.

ANNEXE 4

INVENTAIRE DES TECHNIQUES D'EFFAROUCHEMENT

(Source de base : Environment Canada, 2000 : Deterrent techniques and bird dispersal approach for oil spills. Environment Canada. Canadian wildlife service. 80p)

Les aéronefs

Les avions et hélicoptères peuvent être employés, dans la plupart des cas de déversements de pétrole (en mer ou à terre), pour rapidement disperser des oiseaux au sein de secteurs étendus en mobilisant un minimum de personnel.

Outre la rapidité, le principal avantage de cette technique réside dans le rayon d'action. Elle permet, en effet, d'atteindre rapidement des régions éloignées et difficiles d'accès. La réaction des oiseaux vis à vis des aéronefs varie toutefois en fonction des espèces ; ainsi, si les oies semblent être particulièrement sensibles au dérangement aérien (Owens, 1977 dans Environment Canada, 2000), les avions apparaissent moins efficaces pour éloigner les canards. Par ailleurs, une étude de Sharp (1978, dans Environment Canada, 2000) montre que si la dispersion des oiseaux par hélicoptère est efficace lorsqu'ils peuvent voler, elle l'est nettement moins lorsque leur capacité de vol est amoindrie par la mue. De nombreuses espèces d'oiseaux ont, en effet tendance pendant la mue à plonger à l'approche d'un avion volant à basse altitude (Barry et al, 1981, dans Environment Canada, 2000). De la même manière, cette technique est également moins efficace lorsque les oiseaux sont rassemblés dans des sites attrayants tels que les sites de nidification ou d'alimentation. De plus, comme la dissuasion se fait par des passages de l'avion à basse altitude, le risque de collision entre oiseaux et avion pendant les opérations d'effarouchement n'est pas négligeable. L'avion n'est pas efficace la nuit mais il peut être employé quand de mauvaises conditions météorologiques prévalent (particulièrement le brouillard). Enfin, les hélicoptères étant souvent très sollicités pendant une marée noire, il peut s'avérer difficile d'obtenir un appareil disponible plusieurs heures par jour dans l'unique but d'effaroucher les oiseaux, d'autant plus que les coûts de vol d'un avion ou d'un hélicoptère sont relativement élevés.

Le bateau à moteur

Quelques études menées ces 20 dernières années ont démontré que l'effarouchement des oiseaux de mer par bateau constitue un moyen efficace (Environment Canada, 2000). Cette technique permet la couverture de secteurs relativement étendus et nécessite peu de personnel.

L'utilisation d'embarcations présente toutefois un certain nombre de limites, notamment les risques liés à la navigation par mauvais temps ou de nuit. Elle implique par ailleurs de connaître la répartition des oiseaux et des nappes d'hydrocarbures sur le plan d'eau. Enfin, le comportement des oiseaux est incontrôlable une fois effarouchés et rien ne permet d'assurer que les oiseaux dispersés se poseront sur des eaux exemptes de nappes.

Les véhicules tout terrain

Les véhicules tout terrain (type quad) permettent un effarouchement auditif et visuel dans les sites où leur utilisation est appropriée. Cette technique permet la couverture de secteurs plus étendus que le recours à du personnel pied (entre 3 et 5 km au lieu de 1 ou 2 km à pied) (Environment Canada, 2000) et permet, par le déplacement rapide des opérateurs, une utilisation plus efficace des dispositifs d'effarouchement comme la pyrotechnie ou le fusil laser.

La technique est cependant restreinte aux oiseaux à terre et son utilisation doit être limitée aux secteurs non sensibles, relativement rares sur les littoraux préservés.

La pyrotechnie

Ce sont des dispositifs qui produisent un bruit sifflant, une détonation et un flash de lumière. Ils peuvent être projetés par des fusils de chasse ou par des pistolets à blanc à approximativement 45-90 m.

*Un dispositif pyrotechnique
(Source : Transport Canada,
<http://www.tc.gc.ca/aviation/aerodrome/birdstk/e/manual/i/i4-1.htm>)*



Cette technique est couramment employée pour disperser et éloigner les oiseaux dans les aéroports, les décharges, ou en agriculture. Peu d'études sur son utilisation dans un environnement aquatique ont été menées. Mais, les recherches de Biggs (1978) et de Lehoux (1990) (dans Environment Canada, 2000) montrent que la pyrotechnie se caractérise par un rayon d'action relativement étendu, l'efficacité variant de 200 à 1 000 mètres de la source selon les espèces d'oiseaux. Biggs (1978, dans Environment Canada, 2000) a estimé le bruit à environ 120 dB à 200 m de la source, sur l'eau et dans des conditions optimales. Ces dispositifs peuvent être employés sur terre ou en mer, de jour comme de nuit, et à proximité des oiseaux aquatiques (Environment Canada, 2000). La pyrotechnie peut éventuellement complémer d'autres techniques (bateau à moteur, effigies, etc.) et s'avère peu coûteuse.

La technique voit son efficacité réduite dans le temps (1 à 2 heures) et en présence de vent. Elle exige continuellement la présence d'un opérateur, qui doit porter des lunettes de sécurité et des protections auditives. Elle peut présenter des dangers pour l'opérateur et les témoins si elle n'est pas correctement utilisée. Elle est à éviter dans des secteurs contenant des composants pétroliers volatils. Enfin, elle peut être à l'origine de nuisances pour les secteurs résidentiels riverains.

Les épouvantails

Les épouvantails sont construits dans une large gamme de matériaux, de formes et de couleur. Idéalement, ils doivent être aussi réalistes que possible, sembler vivants, et avoir une forme humaine et des particularités faciales. Pour augmenter leur détectabilité par les oiseaux, il est recommandé de les peindre ou de les construire avec une couleur brillante et voyante, de préférer ceux qui peuvent se déplacer ou gonfler avec le vent et de les combiner avec une lumière stroboscopique pour permettre leur efficacité de nuit (Environment Canada, 2000).

Ils présentent l'avantage d'être faciles à mettre en place et de pouvoir être rapidement déplacés. Ils peuvent être installés près des secteurs résidentiels et sont relativement peu coûteux. Leur efficacité n'est pas sérieusement réduite en cas de mauvais temps (vents, pluie, etc.). Ils sont utilisables de nuit s'ils sont équipés de feux stroboscopiques ou combinés avec des dispositifs sonores. Enfin, ils peuvent être installés le long du littoral sur des radeaux (Ward, 1978, dans Environment Canada, 2000).

Cependant, l'accoutumance des oiseaux est rapide (quelques jours) et le rayon d'action d'un épouvantail n'est que d'une centaine de mètres, soit quelques hectares.

Le fusil laser

Ce dispositif d'effarouchement optique est principalement employé sur des dortoirs de cormorans ou d'étourneaux. Son utilisation entraîne une réduction du nombre d'oiseaux, voire l'abandon des dortoirs. En fait, l'effarouchement de l'oiseau est provoqué par la découverte visuelle de la présence

de la tache lumineuse ou du faisceau laser dans son environnement immédiat (J.D Soucaze-Soudat, 1997).

Cette technique nécessite cependant des conditions particulières, notamment une luminosité inférieure à 1 200 Lux. La présence de neige, brouillard, temps couvert ou de nuages épais, constitue un facteur positif (J.D Soucaze-Soudat, 1997). En effet, l'albédo, l'intensité lumineuse ambiante et l'humidité de l'air sont des variables ayant de l'influence sur la perception visuelle de l'oiseau.

Comme tous les lasers, ces fusils présentent des risques pour l'homme, essentiellement oculaires. Il faut donc respecter un périmètre de sécurité et ne pas diriger les fusils vers les yeux des personnes à proximité. L'utilisation de ces appareils implique des formations par du personnel habilité et implique la présence permanente d'un opérateur.

Dans l'optique d'une utilisation lors d'accidents pétroliers en mer, les délais de formation seraient problématiques. Enfin, s'agissant le plus souvent d'oiseaux de mer, l'effarouchement devrait être effectué à partir d'une embarcation, entraînant les mêmes inconvénients que pour l'utilisation d'un bateau à moteur, accentués par l'obscurité.

Le canon au propane

Un canon au propane produit un bruit fort, unidirectionnel, identique à celui d'un fusil de chasse. Les détonations sont émises à des intervalles de temps réglables d'1 à 30 minutes (Environment Canada, 2000). Certains canons peuvent avoir des intervalles de temps aléatoires entre les détonations et changer de direction de tir après chaque détonation. Le niveau sonore d'une détonation est d'environ 120 dB. La plupart des études sur l'efficacité des canons au propane ont été conduites dans des aéroports, des décharges ou des zones agricoles. Quelques études ont néanmoins traité de l'utilisation de canons pour dissuader et disperser des oiseaux dans des secteurs côtiers (Environment Canada, 2000). Ces études aboutissent toutes à des résultats similaires. Le canon à propane peut être employé sur terre ou en mer (sur un radeau ancré), notamment quand l'étendue de la nappe est limitée et lorsque le risque d'impact sur l'avifaune est important. Ce procédé est efficace sur des secteurs d'étendue relativement importante, 200 à 1 000 m soit 30 à 50 ha, et peut être déplacé très facilement (Environment Canada, 2000). Son fonctionnement est automatique et nécessite une main-d'œuvre réduite pour une vérification quotidienne. Il est efficace de jour comme de nuit, peu coûteux à l'achat comme en fonctionnement, et est largement disponible.

Les oiseaux s'habituent toutefois rapidement au son des détonations : moins de 3 jours, parfois quelques heures chez certaines espèces (Environment Canada, 2000). Ce système n'est pas efficace pour les espèces littorales telles que les mouettes. De plus, son impact est significativement réduit en cas de vent ou de brouillard. Il est par ailleurs difficile d'installer et de faire fonctionner un canon sur un radeau ancré par mauvais temps. Enfin, ce dispositif peut être un élément de perturbation dans les zones résidentielles avoisinantes.

Le fusilier marin « Phoenix Wailer »

Le fusilier marin « Phoenix Wailer » est un nouveau préventif conçu en 1992 par la société Phoenix Agritech. L'effarouchement est assuré par la production de 64 sons électroniques différents tels que, par exemple, une détonation de fusil de chasse. Ces sons, qui peuvent aller jusqu'à 130 dB, sont émis par 4 haut-parleurs (un dans chaque direction), avec en option 4 haut-parleurs éloignés complémentaires. La gamme de fréquence des sons est de 450 à 4 000 Hz ou 3 500 à 30 000 Hz selon les haut-parleurs. Les sons peuvent être émis de façon aléatoire et le niveau sonore est réglable, tout comme le temps entre les émissions (de 15 à 40 min) et la durée de la détonation (de 5 à 40 s). Une option de lumière stroboscopique orange, montée sur le sommet, est également disponible. Cette lampe apporte une capacité de dissuasion supplémentaire et sert en plus de témoin lumineux de navigation. Le dispositif est alimenté par 2 batteries de 12 volts ayant une autonomie de 5 jours d'utilisation. Il peut être utilisé à terre ou en mer.



Le fusilier marin « Phoenix Wailer »
(Source : Phoenix Agritech Ltd (Canada),
<http://fox.nstn.ca/~phoenix/wailer3.htm>

Cet appareil permet de protéger des secteurs relativement étendus (75 ha). Il peut fonctionner jour et nuit et par mauvais temps. Il produit une large variété de sons susceptibles de dissuader de nombreuses espèces d'oiseaux et de réduire l'accoutumance. De plus, son effet est durable puisque l'autonomie est de 2 semaines (Environment Canada, 2000). Son assemblage demande seulement 2 opérateurs et prend environ 30 minutes.

Cependant, les sons émis par l'appareil peuvent être irritants pour les riverains dans les secteurs résidentiels. Il est déconseillé de l'utiliser pour éloigner les oiseaux d'une nappe de produit fortement volatil, l'appareil pouvant générer des étincelles et donc un risque d'explosion / incendie. Ce dispositif nécessite l'utilisation d'un bateau pour le déploiement de l'unité sur le site d'utilisation. Enfin, c'est un appareil relativement cher et qui n'est pas rapidement disponible.

La bouée effaroucheuse Bréco

En 1995, le Service de la faune d'Environnement Canada, le programme d'innovation environnementale du gouvernement canadien, Ultramar Canada et les Consultants Bréco inc. ont financé le développement d'un effaroucheur spécifiquement élaboré pour disperser les oiseaux marins lors des marées noires. Cette bouée est un système autonome conçu pour suivre la dérive de la nappe ou être ancré le long d'une rive contaminée. Rapidement mis en place, l'effaroucheur émet des sons éloignant les oiseaux de mer dans un rayon de 800 mètres durant 3 jours consécutifs.



La bouée Bréco
(Source : Environnement Canada, 2000)

Etanche, et équipé de 4 haut-parleurs submersibles à l'épreuve de la corrosion, cet appareil peut émettre 30 sons avec des intervalles d'émissions allant de 30 secondes à 5 minutes et un signal d'une durée de 20 à 50 secondes. L'intensité sonore à un mètre est de 130 dB (Bréco, 2000). Muni d'un émetteur et surmonté d'un crochet, il est facilement récupérable par hélicoptère ou par bateau. Ce dispositif est, de plus, sécurisé pour ce qui concerne les risques d'explosion et d'inflammabilité (Bréco, 2000). Les sons sont programmés de façon à surprendre constamment les oiseaux, diminuant ainsi les risques d'accoutumance. Le dispositif est utilisable jour et nuit et par mauvaises conditions climatiques (brume, vent, orage). Il permet de protéger une zone d'environ 100-150 hectares (Environment Canada, 2000).

Cependant, même si les études de terrain réalisées montrent une grande efficacité de la bouée pour éloigner les oiseaux aquatiques, notamment les canards de mer (Environnement Canada, 2000), le dispositif est certainement moins efficace dans des secteurs où les oiseaux sont accoutumés aux dérangements sonores, où la pression de la chasse est faible, et où les oiseaux se rassemblent dans des habitats très sûrs (Environment Canada, 2000). De plus, quand il est employé comme dériveur, sa position doit être régulièrement réajustée 2 ou 3 fois par jour, afin de suivre précisément le déplacement des nappes de pétrole (Environment Canada, 2000). La diffusion de sons peut créer une nuisance pour les riverains. L'efficacité de cette technique est diminuée en cas de vitesse du vent supérieure à 30 km/h. Le déploiement d'une unité nécessite un bateau ou un hélicoptère. Enfin, cette bouée présente un coût élevé non seulement à l'achat, mais également pour les changements de batteries.

L'aversion sensorielle

Cette méthode agit dans un autre registre : celui des récepteurs sensoriels des animaux. Le méthyle andhranilate est un aversif chimique des oiseaux, qui a été efficacement utilisé pour dissuader les volatiles dans des décharges et des parcs publics (Thomas 1994, dans Environment Canada, 2000). L'emploi de tels produits sur les déversements pétroliers devrait créer une zone tampon autour de la nappe dans laquelle les oiseaux éviteraient de nager. Mais aucune donnée n'est disponible ni sur les effets de ces aversifs sur le reste de la faune et de la flore marines ni sur la dérive de l'efficacité de ce produit.

ANNEXE 5

EXPÉRIMENTATION SUR L'USAGE DE PRODUITS ABSORBANTS POUR LIMITER L'ADHÉRENCE DU PÉTROLE AUX PLUMES

Expérimentation menée en collaboration et avec l'assistance
de la station ornithologique de l'île Grande (LPO)

(Source : « Protection et sauvegarde des oiseaux marins en cas de déversements
d'hydrocarbures en mer » - Rapport de DESS - Anne Renoncourt – Sept. 2001)

MATERIEL ET METHODES

Les produits testés

Cette étude a été menée avec des absorbants naturels. En effet, même si le terme « naturel » ne garantit pas forcément une totale innocuité, il est préférable, notamment pour des raisons de sensibilité de l'opinion publique, d'éviter d'ajouter des produits synthétiques dans le milieu naturel.

Les quatre produits testés sont :

- **la tourbe CANSORB** de la société Acanthe,
- **le coton floconneux ERT-2** de la société Guilford Trade Ltd,
(ces produits étant tous deux hydrophobes, oléophiles et préconisés par le *Cedre* pour le traitement des nappes),
- **l'écorce de pin REBA** de la société Abtek, car la publicité du fabricant repose essentiellement sur le fait que le mélange hydrocarbure/écorce de pin collerait moins aux plumes,
- **les graines de ray-grass torréfiées** de M. Le Jolivet, inventeur breton, qui présente ce produit comme idéal pour protéger les oiseaux d'une marée noire.

Les hydrocarbures

Trois types d'hydrocarbures sont utilisés :

- **le FO2** : Fuel lourd de type 2 d'une viscosité élevée (Type *Erika*),
- **le BAL vieilli** : Brut Arabian Light vieilli, c'est-à-dire dont une partie des composés volatils s'est évaporée, par analogie à un déversement en mer,
- **le BAL vieilli émulsionné** : dans le milieu naturel, l'agitation favorise le mélange de l'hydrocarbure et de l'eau pour former une émulsion inverse encore appelée « mousse au chocolat ». Pour l'expérience, il s'agit d'une émulsion à 50% (c'est-à-dire 50% d'eau – 50% de pétrole).

Les plumes

Les plumes utilisées pour l'expérimentation sont des plumes du ventre d'un guillemot de Troïl (*Uria aalge*), aimablement mises à disposition par la station ornithologique de l'île Grande. Le guillemot de Troïl est en effet l'une des espèces les plus exposées et touchées par les déversements d'hydrocarbures en mer. L'expérience nécessitant 12 lots de 6 répliquats pour chaque hydrocarbure, seules les plumes du ventre sont en nombre suffisant.

Le dispositif

Le dispositif se compose d'un banc d'essais équipés de 12 bacs en verre, le tout monté sur un système de vérins pneumatiques permettant une agitation par un mouvement de bascule. Ce procédé permet d'avoir une agitation homogène pour les 12 bacs d'expérimentation.



Le banc d'essais

Pour chaque hydrocarbure, un banc d'essais comprend les échantillons suivants, placés au hasard, pour remplir les conditions du test statistique (*Fig. 3*) :

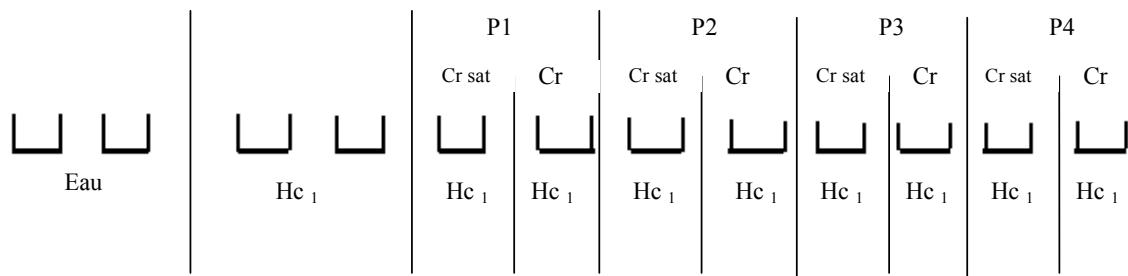


Figure 1 : Schéma d'un banc d'essais pour l'hydrocarbure n°1

Légende :

- Hc 1 hydrocarbure n°1
- P1 produit absorbant n°1
- Cr sat capacité de rétention en huile à saturation⁴
- Cr 90 capacité de rétention 90%⁵

Les bacs sont remplis avec 4,8 l d'eau de mer, soit une hauteur de 6 cm. Les températures de l'eau et de l'air sont mesurées afin d'éviter tout biais lié à ces paramètres. Le comportement des hydrocarbures, notamment celui du FO2, varie avec la température. 400 ml d'hydrocarbure sont, par la suite, déversés dans chaque bac.

La masse de produits absorbants correspondant aux Cr sat et Cr 90% a été calculée (*Tableau 1*). Une série est effectuée à Cr 90%, car il est difficile dans la pratique de savoir si l'absorbant est vraiment à saturation : le plus souvent, il reste du pétrole libre, non absorbé.

Tableau 1: masse des produits absorbants (grammes)

	Graines Jolivet		REBA		CANSORB		ERT-2	
	Cr 90%	Cr sat	Cr 90%	Cr sat	Cr 90%	Cr sat	Cr 90%	Cr sat
FO2	1,17	1,72	2,16	2,24	7,7	7,9	11,9	14
BAL vieilli	296,5	224,1	160,6	172,1	45	48,8	29,1	27,5
BAL vieilli émulsionné	251,8	190,3	136,4	146,1	38,3	41,4	24,7	23,4
	268,7	203,1	145,5	155,9	40,8	44,2	26,4	24,9

Les 6 plumes de chaque lot (un lot par bac) sont pesées et différencieras par un fil de couleur, soit 6 couleurs par lot. De plus, pour faciliter la reconnaissance des plumes après le mazoutage, un code de bandes adhésives a été établi.

⁴ La capacité de rétention à saturation est la quantité maximum de pétrole que l'absorbant peut fixer quitte à être plus ou moins suintant (Cr sat).

⁵ La capacité de rétention 90% signifie qu'il y a 10 % de pétrole perdu à l'égouttage (Cr 90%).

Après avoir versé l'eau de mer et les 400 ml d'hydrocarbure, le mélange repose 15 minutes pour permettre l'étalement de la nappe de pétrole et l'équilibrage de la température. Les produits absorbants, préalablement pesés sont, dès lors, ajoutés. L'ensemble est soumis à agitation constante pendant 1 heure.

L'immersion des plumes

Une fois l'agitation terminée, à l'aide de 2 morceaux de bois enveloppés de cellophane et munis d'un clou, les plumes (attachées par 3 au clou de chaque morceau de bois) sont trempées dans le mélange pétrole-absorbant. Le morceau de bois allongé sert à simuler le mouvement d'un oiseau qui plonge. L'autre pièce de bois représente un oiseau flottant ou s'agitant à la surface de la nappe. L'opération est renouvelée pour chaque aquarium.



Simulation d'un plongeon



Simulation d'un oiseau flottant sur la nappe

Toutes les plumes sont ensuite égouttées, suspendues à un fil, pendant 15 minutes.



Egouttage des plumes

Chaque plume est transportée dans du papier aluminium numéroté et préalablement pesé, jusqu'au laboratoire où l'ensemble (plume et aluminium) est pesé. Par déduction, on obtient le poids de la plume mazoutée et, par conséquent, on estime le poids du mélange pétrole-absorbant retenu sur la plume.

Dans chaque lot, 3 plumes sont prélevées au hasard pour être lavées et observées 7 jours plus tard. Ces plumes sont répertoriées et stockées dans un carton compartimenté (une plume par compartiment pour éviter tout risque de contamination). Une fiche « plan » accompagne chaque carton. Le stockage est réalisé dans des cartons où sont déposés les oiseaux pendant leur transport et leur attente avant leur nettoyage. Le délai d'une semaine représente le décalage entre le mazoutage de l'oiseau et son nettoyage (arrivée à la côte, capture, centre de tri, transport, premiers soins et lavage).

Le nettoyage

Les 3 autres plumes de chaque lot sont ensuite lavées et rincées, environ 2 heures après la fin de leur égouttage, selon une procédure suivie dans les centres de soins, puis séchées à l'air ambiant. Le nettoyage, supervisé par M. Bentz et M. Galant de la station ornithologique de l'Ile Grande (LPO), est effectué avec du détergent *Yes Ultra* (Procter & Gamble – Denmark, Forbrugerservice, fournis par la station LPO de l'Ile Grande) dans de l'eau à 42 °C. Après trempage de la plume dans la solution lavante, une goutte de détergent est versée sur celle-ci qui est massée délicatement dans le sens des barbes en faisant mousser. La plume est rincée dans le bain et l'opération répétée jusqu'à disparition des traces d'hydrocarbures. L'eau du bain doit être changée entre deux plumes.

La plume est rincée au robinet sous un jet d'eau continu (eau à environ 42 °C) d'abord dans le sens de la plume puis à rebrousse plume. La plume doit être tenue uniquement par la base du rachis. Le manipulateur doit bien se rincer les mains, les poignets et les avant-bras avant de rincer la plume pour ne pas risquer de remettre sur celle-ci un agent mouillant. Le rinçage peut être considéré comme terminé lorsque la plume n'a plus son aspect mouillé (barbes collées au rachis, couleur jaunâtre) mais quand elle a retrouvé son volume et présente un aspect sec.

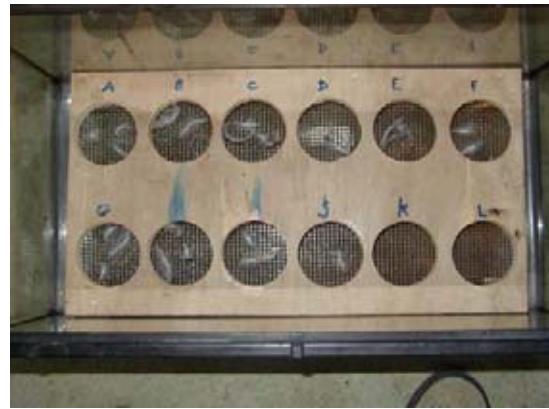
La méthode de rinçage à rebrousse plume permet aux barbules de se raccrocher et donc à la plume de redevenir imperméable en retrouvant sa structure. Le rinçage ne consiste donc pas uniquement à débarrasser la plume des traces de détergent.

Les plumes sont ensuite placées sur un séchoir constitué d'un aquarium muni d'une grille. Ce système permet un séchage à l'air ambiant et d'éviter les courants d'air. Les lots sont déposés dans des compartiments séparés. Aucune source d'air chaud ou froid, pulsé ou non, n'a été utilisée. Le temps de

séchage pour une plume est indéterminé mais a priori toutes les plumes une fois correctement lavées et rincées sont déjà sèches.



Nettoyage d'une plume



Le séchoir à plumes

Les plumes propres et sèches sont observées sous loupe binoculaire. Les informations recueillies, notamment sur la structure de la plume, sont notées sur une fiche d'observations.

ANNEXE 6

LES DIFFÉRENTES OPÉRATIONS DU NETTOYAGE DES OISEAUX

(Source : « Protection et sauvegarde des oiseaux marins en cas de déversements d'hydrocarbures en mer » - Rapport de DESS réalisé au *Cedre* - Anne Renoncourt – Sept. 2001)

Capture et transport

Collectés et mis dans des cartons à l'obscurité par 2 ou 3, voire plus, les oiseaux ne se toilettent pas et n'ingèrent donc pas d'hydrocarbures supplémentaires. Certaines espèces tel que le pingouin torda (*Alca torda*) se montrant agressifs envers leurs congénères, il est préférable de les séparer (Lebeau, 1998). Les oiseaux peuvent ensuite être transportés jusqu'à un centre de soins, par camion, voiture, avion ou bateau, comme lors du naufrage de l'*Exxon Valdez* en 1989 (Lebeau, 1998).



Guillemots de Troïl mazoutés

(source :

<http://www.multimania.com/go2bed/maree/oiseaux.htm>

Premiers soins

A l'arrivée au centre de soins, les oiseaux présentent un état général souvent très alarmant : déshydratation, hypothermie, stress, fatigue, perte de poids importante. Avant tout nettoyage, des soins sont prodigues en suivant un protocole bien défini, basé sur l'expérience acquise lors des précédentes catastrophes pétrolières. Ce protocole suit les étapes suivantes (LPO, 2000) :

- réhydratation rapide par voie orale avec des solutés glucosés et salés ;
- injections de fer pour lutter contre l'anémie, de protecteurs hépatiques pour combattre l'atteinte du foie et des reins, d'antibiotiques contre les germes opportunistes tels que l'aspergillus (champignon microscopique pathogène provoquant des dommages au niveau des poumons) ;
- administration d'une association de charbon actif et d'argile pour lutter contre les intoxications dues à l'ingestion de pétrole.

Après l'examen clinique et les premiers soins, les oiseaux sont placés seuls ou avec des congénères dans un milieu chauffé et calme. Leur litière, généralement en papier journal, est changée régulièrement (matin et soir) afin d'éviter le développement d'*aspergillus*. Une litière spécifique des oiseaux plongeurs comme le plongeon (*Gavia sp.*) est obligatoire pour éviter la détérioration des plumes ventrales et les plaies sur le bréchet.

Remise en forme

Les oiseaux encore beaucoup trop faibles pour supporter le nettoyage proprement dit après les premiers soins sont nombreux. Leur état général doit être stabilisé, toujours le plus rapidement possible, afin de leur permettre de retrouver un poids correct et de pouvoir supporter le stress du nettoyage. Ainsi, les individus trop faibles ou trop choqués pour s'alimenter seul sont gavés avec une mixture à base de poissons, de réhydratants et de vitamines (LPO, 2000). Parallèlement à ce gavage, les diverses pathologies présentes sont prises en charge. Les plus couramment soignées sont les irritations cutanées et oculaires, les plaies aux palmures et aux tarses, les entérites, les troubles respiratoires, etc.



Gavage d'un guillemot de Troïl (LPO, 2000)



Séance de soins des plaies aux palmures (LPO, 2000)

Démazoutage

C'est la phase de nettoyage proprement dite. Elle se divise en 3 étapes successives : le lavage, le rinçage et le séchage.

Le lavage manuel d'un oiseau nécessite la présence de 2 personnes, voire 3 ou 4 pour les plus grandes espèces telles que les fous de Bassan. L'oiseau est immergé dans une bassine d'eau à 42°C, soit sa température corporelle, pour éviter une hypothermie fatale. Il est également préférable d'utiliser de l'eau douce non calcaire. Certains individus fortement mazoutés nécessitent un pré-lavage. Les plumes sont méticuleusement nettoyées avec du détergent, dans le sens de leur croissance (Catalan, 1995 dans Lebeau, 1998), afin d'éliminer tout le pétrole. En effet, un plumage dont les barbules sont abîmées ou cassées ne retrouve pas son étanchéité après le lavage. Dans ce cas, seule la mue, c'est-à-dire le remplacement des plumes détériorées par de nouvelles intactes, permettra de nouveau la flottaison (Lebeau, 1998).



Lavage d'un pingouin torda (LPO, 2000)



Lavage d'un fou de Bassan (LPO, 2000)



Nettoyage du bec (LPO, 2000)

Différents détergents sont disponibles sur le marché (NutriClean, Taski-profi, Zalo, OB-5, etc.). Jenssen et Ekker (1989) remarquent qu'en utilisant les détergents les plus efficaces (comme Taski-profi), il est possible de réduire le temps de nettoyage et d'améliorer la restauration des propriétés isolantes du plumage. Ces produits sont toutefois plus ou moins irritants pour la peau.

L'eau de la cuvette doit être très fréquemment renouvelée. Pour une meilleure efficacité, l'oiseau doit être maintenu immergé tout en veillant à ce que sa tête reste hors de l'eau afin d'éviter tout risque de noyade. Le bec est nettoyé avec une brosse à dents. L'opération dure environ trente minutes pour un alcidé, alors qu'il faut près d'une heure pour un fou de Bassan.

Lorsqu'il n'y a plus de trace de pétrole sur le plumage, l'oiseau doit être rincé pour éliminer le détergent. En effet, il ne retrouvera pas son étanchéité et sa flottaison si du produit de nettoyage subsiste sur son plumage. L'oiseau est donc abondamment rincé sous un jet d'eau douce tiède dirigé à rebrousse-plumes. Le rinçage est effectué du haut vers le bas afin que le détergent rincé ne contamine pas les plumes voisines. Il dure de quinze à trente minutes pour un alcidé et entre 30 et 60 minutes chez un fou de Bassan. Quand l'eau « roule » à la surface des plumes, l'oiseau est rincé.

Une fois rincé, l'oiseau est placé pendant quelques heures sur des claies de séchage avec des chauffages soufflants, qui évitent son refroidissement. Une autre technique consiste à installer les oiseaux rincés dans un box chauffé par un petit radiateur à son entrée, pendant 24 heures (Lebeau, 1998). Selon Lebeau, cette dernière procédure permet un meilleur toilettage des oiseaux. Placer les animaux par couple ou en groupe stimule ce toilettage, qui permet de réorganiser la microstructure du plumage et d'étaler le sébum de la glande uropygienne (Lebeau, 1998).



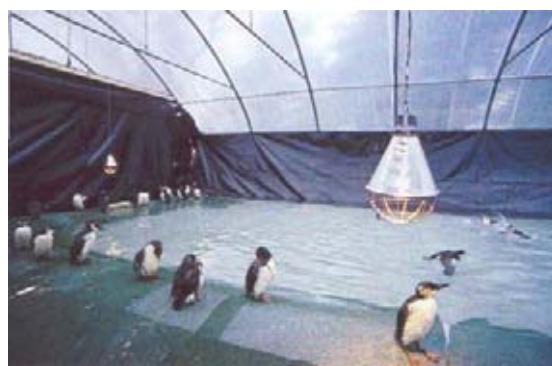
*Rinçage d'un fou de Bassan
(source : CHENE,
<http://chene.asso.fr>)*



Phase de séchage et toilettage de guillemots de Troïl nettoyés (LPO, 2000)

Réhabilitation en piscine

Après nettoyage, les oiseaux seront maintenus en piscine quelques jours à quelques semaines, temps indispensable à la récupération de l'imperméabilité de leur plumage. Durant leur séjour dans ces bassins, l'état général des animaux, mais surtout leur niveau de flottaison, sont vérifiés par les soigneurs. Parfois, certains oiseaux doivent être relavés, car leur plumage s'est de nouveau souillé. Cela peut provenir de la nourriture (poissons), des déjections, d'algues dans le bassin, etc. Il arrive également que l'oiseau doive être de nouveau nettoyé lorsque le premier lavage ou rinçage n'a pas été suffisant.



Piscine de réhabilitation (LPO, 2000)

Une fois rétablis, les oiseaux sont bagués afin de pouvoir suivre leurs déplacements, puis relâchés. Toutefois, peu d'individus résistent à l'épreuve du nettoyage, notamment chez les espèces les plus sensibles. Ainsi, par exemple, sur les 300 plongeons (*Gavia sp.*) recensés dans les centres après la catastrophe de l'*Erika*, aucun n'a été relâché. Outre le stress des oiseaux, l'efficacité du nettoyage dépend également des opérateurs et des moyens techniques. Le problème le plus courant est le manque d'expérience des personnes en matière de démazoutage. De plus, quand les centres permanents ne suffisent plus à recevoir le flux d'oiseaux, comme ce fut le cas dès les premiers jours de la marée noire de l'*Erika*, il faut créer dans l'urgence des centres temporaires. Or, avant d'être efficace sur la totalité de la chaîne de soins, il faut trouver des locaux et le matériel nécessaire, résoudre les problèmes techniques, la production d'eau chaude, l'installation de piscine, etc.

En réponse à ces difficultés, certains intervenants, comme l'association Bretagne-Vivante, s'orientent vers la conception d'un centre de soins mobile. D'autres se sont penchés, depuis plusieurs années, sur le développement d'une technique de nettoyage moins stressante pour les animaux. C'est ainsi qu'a vu le jour une machine à nettoyer les oiseaux.

La machine à laver les oiseaux

La société Sanofi, filiale du groupe Elf, a conçu, mis au point en 1995, en collaboration avec l'association Chene (Centre d'hébergement et d'étude de la nature, Allouville-Bellefosse, Seine-Maritime), après 5 ans de recherches, un système automatique de nettoyage des oiseaux mazoutés. Cette machine se centre autour d'un panier dans lequel on place l'oiseau, les ailes déployées et immobilisées. Sa tête reste à l'extérieur et sera lavée à la main. Des buses, placées autour du corps, projettent un « shampoing » sous pression, spécialement mis au point par le groupe Yves Rocher. Elles sont animées d'un mouvement rotatif et vertical qui couvre la totalité du plumage. Les cycles de nettoyage et de rinçage sont programmés et peuvent être modifiés selon les besoins (Bassères *et al.*, 1995). L'ensemble des opérations ne prend pas plus de 10 minutes en moyenne, contre plus d'une demi-heure pour un nettoyage manuel. L'utilisation d'un produit de lavage non agressif, adapté au plumage des oiseaux, et l'automatisation du procédé permettent un rétablissement plus rapide des oiseaux.

Utilisée pour la première fois suite à l'accident du *Sea Empress* en février 1996 sur les côtes galloises, cette machine présente l'avantage de permettre le traitement d'un grand nombre d'oiseaux et donc de pouvoir faire face à un déversement majeur. Néanmoins, le système n'a été conçu que pour des oiseaux de petite taille, comme les guillemots de Troïl. Ainsi, les fous de Bassan par exemple, ne peuvent pas y être lavés.

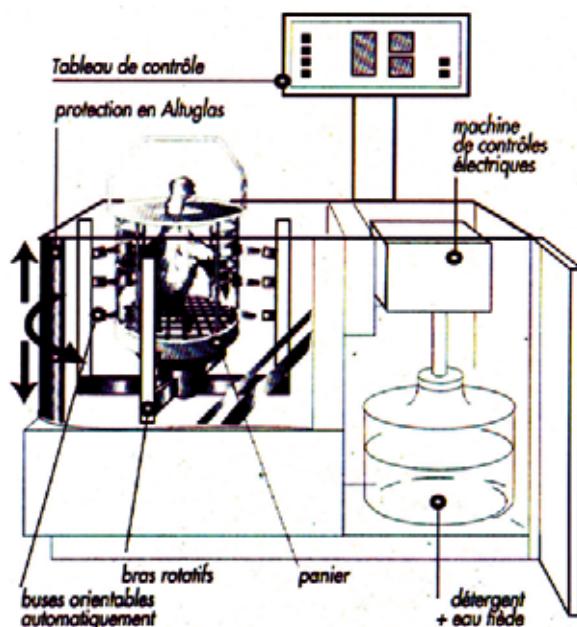


Schéma de la machine à nettoyer les oiseaux (groupe TotalFinaElf)

Fabriqué artisanalement, l'appareil est proposé pour un coût unitaire de l'ordre de 13 000 Euros. Très apprécié par certains utilisateurs, il ne les convainc pas tous. Il consomme beaucoup plus d'eau chaude que le nettoyage manuel, ce qui a posé des problèmes dans certains centres de soins suite à l'accident de l'*Erika*. Celui de Theix (56) a préféré poursuivre le lavage des oiseaux à la main, trouvant que sa machine fonctionnait mal et aggravait l'état de santé des animaux (MATE, 2000).

ANNEXE 7

DESCRIPTION DES TECHNIQUES DE RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE APPLICABLES A DES SITES ET PEUPLEMENTS AFFECTÉS PAR UNE MARÉE NOIRE

Cas des récifs coralliens

La restauration des récifs coralliens commence, en général, par le rétablissement du milieu physique afin de recréer des conditions hydrodynamiques propices au développement d'un récif. Par la suite, des transplants de corail à partir de secteurs adjacents non endommagés sont effectués pour accélérer la colonisation corallienne qui permet, à terme, un retour des espèces associées.

Cette restauration s'apparente à la restauration de communautés végétales du fait du caractère sessile de ces organismes.



Rétablissement du milieu physique (source : NOAA)



*remise en position des branches de corail brisés
(source : NOAA)*

Cas des massifs dunaires

De nombreuses techniques complémentaires peuvent être mises en œuvre dans les massifs dunaires selon le degré de dégradation et le type de dune considéré. Les objectifs principaux visés par la restauration sont, successivement, d'enrayer l'érosion du cordon dunaire et de rétablir la couverture végétale qui participe également à la fixation du cordon. Pour cela, on a recours aux techniques suivantes :

- le rechargement de la plage en sédiment, afin de combler d'éventuels déficits sédimentaires induits par l'extraction de sable au sein du système dunaire (plage et dune fixée) ;
- la mise en place de pièges sédimentaires (ganivelles, fascines, claires, canisses...) pour limiter la déflation éolienne ;
- la mise en défens pour limiter le piétinement et donc favoriser une recolonisation par des espèces natives à partir des parcelles adjacentes et de la banque de graines propre à la dune ;
- la plantation suivant des pratiques horticoles d'une végétation adaptée à ce type de milieu (en général les espèces de la dune mobile à forte capacité fixatrice : oyat, chiendent maritime).



*Accumulation de sédiment en pied de ganivelle et reconquête spontanée
par la végétation dunaire (source : Bretagne Vivante)*



Pose de ganivelle sur sable nu



Transplantation d'oyat

Cas des falaises maritimes

On distingue diverses techniques de restauration des falaises maritimes et plateformes sommitales associées, selon le degré de dégradation du milieu :

- la mise en défens pour permettre une revégétalisation spontanée ;
- le transplant de mottes à partir de secteurs préservés ;
- la reconstitution d'un sol mince et semis de graines + engrais (hydroseeding) ;
- l'adjonction d'un mélange favorisant le développement du film bactérien, des bryophytes puis des végétaux supérieurs (procédé Bryotech).



Mise en défens



*Revégétalisation spontanée après deux années
(source : B. Fichaut et F. Bioret)*



Mise en défens et ensemencement



Revégétalisation après une année (source : B. Fichaut et F. Bioret)



Transplant de mottes



Développement après une année (source : B. Fichaut et F. Bioret)

Cas des marais littoraux

La restauration des marais littoraux implique :

- la reconstitution du milieu physique et du régime hydrique, en particulier du point de vue de la bathymétrie ;
- la restauration du substrat par apport et/ou stabilisation du sédiment ;
- la re-colonisation spontanée ou la re-végétalisation par plantation des espèces caractéristiques de ces milieux, à partir de graines ou par transplants.



Restauration de marais par poldérisation : construction de digues (source NOAA)



Restauration de marais par poldérisation : plantations (source : NOAA)

On rappellera ici la restauration du marais de l'île Grande puis le suivi de sa cicatrisation naturelle, après un nettoyage à blanc suite à la marée noire de l'*Amoco Cadiz*. Les opérations de restauration furent précédées par l'étude et l'analyse des capacités respectives des différentes espèces végétales inféodées aux marais salés à recoloniser le milieu. Ces opérations ont consisté en la plantation de milliers de boutures d'espèces diverses, dont la stratégie biomorphologique varie, dans les secteurs dénudés. L'expérimentation a, par ailleurs, porté sur l'utilisation de différents types de fertilisants-retard à des concentrations diverses pour favoriser le développement de ces boutures. Levasseur (1998) conclut que les plantations d'espèces à développement clonal, lorsqu'elles sont bien positionnées et aux bons niveaux, sont des moteurs puissants dans la reconquête des terrains mis à nu. Le manuel de restauration environnementale de l'IPIECA présente cette opération comme un exemple caractéristique de traitement de dégâts causés non pas par la pollution, mais par un nettoyage excessif.

Cas des herbiers inter et subtiaux

La restauration des herbiers subtiaux passe par le rétablissement des conditions favorables au développement de l'herbier du point de vue de la qualité de l'eau, du substrat, voire de l'hydrodynamisme. La seconde phase consiste en la replantation de plants et de rhizomes prélevés dans un herbier en bon état ou cultivés préalablement. Par ailleurs, une équipe de l'Université du Rhode Island teste actuellement des techniques de restauration d'herbiers par semis, après collecte des graines et plantation à l'aide d'un traîneau creusant des microsillons et y enfouissant les graines.



*Collecte par plongée de graines à partir d'un herbier
(source : EPA)*



*Traîneau pour semis sous-marin développé par
l'Université du Rhode Island (source : EPA)*

Cas des espèces exploitées

La technique classiquement mise en œuvre pour le repeuplement des secteurs impactés consiste en le transfert d'animaux à partir de secteurs non impactés (captures par pêche) ou semis d'animaux produits par l'élevage. Cette technique implique la maîtrise de la capture et/ou de l'élevage au moins larvaire de l'espèce cible, d'où son application essentiellement limitée aux espèces donnant lieu à une exploitation aquacole. Un exemple historique est la création de deux éclosures de homards sur les îles de Houat et de Sein afin de repeupler les secteurs décimés par la marée noire de l'*Amoco Cadiz*, opération qui n'a pas apporté de résultats quantifiables.



Semis de bivalves (source : NOAA)

Cas de l'avifaune

Le repeuplement de colonies d'oiseaux fortement décimées implique la mise en œuvre de techniques d'attraction et/ou d'introduction sur les sites désertés :

- le transfert de poussins chez les espèces fidèles à leurs colonies ;

- l'aménagement de sites propices à la nidification (terriers, etc) ;
- le (re)-colonisation de sites propices à la nidification par attraction à l'aide de leurres sonores (imitant une colonie) et de leurres visuels (oiseaux factices) ;
- l'éradication des éventuels espèces prédatrices introduites ;
- l'acquisition, pour la protection, d'habitats propices à la nidification de l'espèce cible.



*Attraction visuelle par utilisation de leurres
(macareux factices) (source : NOAA)*

ANNEXE 8

**OPÉRATIONS DE RESTAURATION ENVIRONNEMENTALE
MENÉES RÉCEMMENT A L'ÉTRANGER
SUITE A DES ACCIDENTS MARITIMES**

USA, cas du North Cape

Suite à l'échouement de la barge *North Cape* sur le littoral du Rhode Island en 1996 et du déversement subséquent de 2 830 tonnes de fuel domestique en mer, dont la toxicité a entraîné une très forte mortalité au sein des populations de homards, bivalves et étoiles de mer en particulier, les parties responsables ont versé \$8 millions au titre de la restauration des milieux. Le programme de restauration s'articule autour de sept projets de restauration :

- le repeuplement du secteur impacté en homards femelles adultes (1,24 millions d'individus), avec protection de la zone et suivi de la recolonisation,
- le repeuplement en bivalves : semis de 118 millions d'huîtres juvéniles sur huit ans, semis de juvéniles de coquilles Saint-Jacques en 2002,
- l'acquisition de terrains littoraux afin d'empêcher leur urbanisation,
- la protection des sites de nidification du gravelot,
- l'acquisition de terrains sur lesquels niche le plongeon imbrin,
- l'acquisition de terrains insulaires dans le cadre de la protection des eiders à duvet,
- l'aménagement en faveur de la pêche récréative : restauration de passages pour les poissons migrateurs et entretien d'accès pédestres aux rives pour les pêcheurs à la ligne.

USA, cas du Kuroshima

Suite à l'échouement en 1997 du *Kuroshima* dans les Aléoutiennes, Alaska, et au déversement de 160 tonnes de fuel et gas-oil, un certain nombre d'alternatives sont soumises à évaluation dans le cadre de la restauration environnementale, notamment en ce qui concerne :

- les populations d'oiseaux : élimination des prédateurs introduits (renards) sur une île abritant des populations nidificatrices,
- la végétation littorale : évaluation de la capacité de la couverture végétale à la restauration spontanée et par plantation au regard de la biodiversité existante antérieurement à l'accident,
- le compartiment intertidal : suivi de la contamination et éducation des populations usagères,
- les populations de saumons : étude préliminaire pour évaluer l'impact sur celles-ci ; comptage des migrants et suivi de l'activité reproductrice ; réduction de la sédimentation à partir de la route et des rives par réfection de la voirie et végétalisation des bas-côtés et des rives,
- les activités récréatives des habitants : création d'équipement (sanitaires, plate-formes, huttes...) des sites utilisés en été par les habitants (Indiens) dans le cadre d'activités communautaires d'ordre culturel.



Kuroshima échoué



*Impact des opérations de nettoyage
(source : NOAA)*



Plantations sur la zone dégradée

USA, cas du Fortuna Reefer

Suite à l'échouement sur un récif corallien du porte-conteneurs *Fortuna Reefer* à Puerto Rico, en 1997, et au paiement par la partie responsable de \$1,25 millions, la NOAA a mis en place une action de restauration d'urgence consistant en le rétablissement de la structure physique du récif et la remise

en position compatible avec la survie des branches de corail brisés (*Acropora palmata*) à l'aide de clous, fils de fer , etc. Le suivi et l'évaluation des mesures restauratrices, en terme de survie du corail en particulier, est en cours ainsi que l'analyse de mesures compensatoires complémentaires.



Fortuna Reefer échoué sur le récif de corail
(source : NOAA)



*Branches de corail brisées (*Acropora palmata*)*
(source : NOAA)

USA, cas de l'*Elpis* et du *Alec Owen Maitland*

Echouement de ces deux navires, en 1989, dans le Sanctuaire Marin des Keys, Floride, et destruction subséquente de milliers de mètres carrés de récif. Dans les deux cas, la restauration consiste en la restructuration physique du récif, puis en la transplantation de corail, éponges et autre faune fixée, à partir de secteurs préservés. Le suivi de l'évolution de ces sites et l'évaluation des techniques mises en œuvre entrent également dans les mesures de restauration prises en charge par les parties responsables à hauteur de \$1,60 et \$1,08 million.

USA, cas du puits Greenhill

Explosion d'un puits dans le golfe du Mexique, en 1992, et déversement d'environ 30 tonnes de brut ayant pollué une cinquantaine d'hectares de marais maritime. Dans ce cas, les opérations de restauration ont consisté en la création artificielle de marais maritimes par poldérisation, drainage puis plantation de Spartines.



Accident de Greenhill well (source : NOAA)



Poldérisation par dépôt de dragage (source : NOAA)

USA, cas de l'*Apex Houston*

Suite au déversement, en 1986, à partir de la barge *Apex Houston* de 7,5 tonnes de pétrole brut ayant entraîné la mort d'au moins 9 000 oiseaux, le versement de \$6,4 millions au titre de la restauration est entériné par la justice. Les opérations de restauration, qui débutent en 1996, s'articulent autour de deux axes : la recolonisation par attraction (à l'aide de leurres sonores et visuels)

d'un îlot propice à la nidification abandonné par les guillemots suite à la pollution, et l'acquisition de 44 ha de forêt propice à la nidification d'une espèce rare et menacée.

Royaume-Uni, cas des marais salés de Fawley

Suite à la pollution chronique émanant d'une raffinerie, mise en place d'une station de traitement de l'eau, transplantation de touffes de spartines dans les secteurs dénudés et multiples suivis de la qualité des sédiments, et de la diversité faunistique et floristique.



Transplants de spartines dans des zones préalablement nues (source : IPIECA)



Maraïs salé de Fawley en 1971 (à gauche) et même endroit en 1993 (à droite) suite aux opérations de restauration menées par Esso (source : IPIECA)

Australie, cas du Bunga Teratai Satu

L'échouement du *Bunga Teratai Satu*, en 2000, sur la grande barrière de corail n'entraîne pas de déversement d'hydrocarbure mais provoque une brèche dans le plateau corallien et la libération dans le milieu de peinture antifouling par abrasion de la coque lors du choc. Les mesures de restauration consistent en l'élimination des fragments de peinture visibles et des sédiments et décombres contaminés, et en la remise en place des blocs déplacés afin de restructurer le plateau et permettre la recolonisation. En complément, un suivi à long terme de la dynamique de recolonisation est prévu.



Bunga Teratai Satu échoué sur la grande barrière de corail (source : Great Barrier Reef Marine Park Authority)



Brèche dans le récif de corail suite à l'échouement (source : Great Barrier Reef Marine Park Authority)

Photo courtesy of QPWS

ANNEXE 9**INVENTAIRE DES SITES DÉGRADÉS LORS DES OPÉRATIONS
DE LUTTE A TERRE SUITE AU NAUFRAGE DE L'ERIKA**

Erika : inventaire des sites dégradés

Site	Type de milieu	Type de dégradation	Etendue de la dégradation	Travaux	
				Réalisés	envisagés
Poulguen, Moëlan-sur-mer (29)	Fourré à prunellier sur pente forte	Ouverture d'un accès	~150 m ²		Reconquête spontanée
Kerabas, Moëlan-sur-mer (29)	Sentier côtier	Sentier défoncé au niveau du ruisseau et busage	~100 m ²		Reconquête spontanée
Beg Moc'h, Moëlan-sur-mer (29)	Microfalaise meuble, pelouse rudérale	Descente d'engins, destruction partielle de la microfalaise	~5 m ²		
Kersécol, Moëlan-sur-mer (29)	Pelouse aérohaline	Fosse de stockage	~10 m ²		Reconquête spontanée
Porz Chinec, Moëlan-sur-mer (29)	Lande haute à ajonc	Elargissement de l'accès, circulation d'engins dans la lande, arasement d'un muret en pierre sèche	~150 m ²		Reconquête spontanée
Porz Teg, Moëlan-sur-mer (29)	Microfalaise meuble, scirpaie	Descente d'engins, destruction partielle de la microfalaise	~15 m ²		Reconquête spontanée,
Baluden haut, Belle-Ile (56)	Prairie mésophile	Végétation piétinée, lieu de stationnement des véhicules	Ornières et élargissements sur une longueur de 50 à 300 m. d'un accès existant et actif		Pose de fascines
Le Skeul, Belle-Ile (56)	Lande	Chemin d'accès pour véhicules remblayé et busage			
Lezonet, Belle-Ile (56)	Lande rase à bruyère vagabonde	Chemin d'accès pour véhicules : sentier élargi,		Griffage, mises en défens	Fermeture à la circulation motorisée, mise en défens
Entre l'Apothicairerie et Er Hastellic, Belle-Ile (56)	Lande moyenne à bruyère vagabonde	Chemin d'accès pour véhicules : sentier élargi			Fermeture à la circulation motorisée, recalibrage du chemin et mise en défens
Roubouarh, Belle-Ile (56)	Contact lande rase - fourré bas	Chemin d'accès élargi et compacté, sol à nu	Ornières et élargissements sur une longueur de 50 à 300 m. d'un accès existant mais fermé ou d'usage limité	Pose de piquets pour réduire l'emprise du chemin	Mise en défens, pose de fascines, comblement des trous puis détassage
Port Coton, plateau, Belle-Ile (56)	Lande littorale rase à moyenne	Chemin d'accès pour véhicules : sentier élargi		Mises en défens, griffage épandage de broyat, transplants de mottes et semis expérimentaux	Fermeture à la circulation motorisée, recalibrage du chemin et mise en défens
Descente vers Port Coton, Belle-Ile (56)	Ptéridaie, fourré bas	Chemin d'accès pour véhicules élargi			Fermeture à la circulation motorisée, recalibrage du chemin et mise en défens
Apothicairerie, Belle-Ile (56)	Lande rase à bruyère vagabonde	Chemin d'accès pour véhicules : sentier élargi	Ornières et élargissements sur une longueur de 50 à 300 m. d'un accès existant mais fermé ou d'usage limité	Mises en défens, griffage épandage de broyat, transplants de mottes	Fermeture à la circulation motorisée, recalibrage du chemin et mise en défens
Borderune, Belle-Ile (56)	Fourré bas	Chemin d'accès pour véhicules : sentier élargi, zone de stationnement			Confortement du talus, et amélioration du ruissellement aérien, pose d'un escalier
Bordelane, Belle-Ile (56)	Mégaphorbiaie hygrophile, talus argileux suintants	Chemin d'accès pour véhicules : sentier élargi, creusement de fosses de stockage			Comblement du trou et détassage, transplantation, pose d'une passerelle en bois

Site	Type de milieu	Type de dégradation	Etendue de la dégradation	Travaux	
				Réalisés	envisagés
Baluden dune, Belle-Ile (56)	Dune perchée et dune mobile	Dune perchée : surcreusement des chemins et des passages dune mobile : érosion accentuée des couloirs d'accès à la plage	10 m ²		Pose de ganivelles
Bordustard, Belle-Ile (56)	Broussaille et lande haute à ajonc, lande méso-hygrophile	Défrichement et creusement de fosses de stockage des hydrocarbures	4000 m ²	Retrait de la terre polluée, recharge en matériaux et plantations d'arbres	
Les Roches Grises, Quiberon (56)	Microfalaise, végétation rudérale	Passage d'un engin chenillé sur la microfalaise	5 m ²		
Kasperakis, Hoëdic (56)	Pelouse aérohaline et dune perchée	Circulation d'engins légers (quad)	200 m ²	Mise en défens et pose de filet de chanvre sur 80 m ²	Reconquête spontanée
Treh Sinagot, Hoëdic (56)	Dune perchée	Circulation d'engins légers (quad)	50 m ²	Mise en défens	Reconquête spontanée
Crique de l'île Guric, Houat (56)	Pelouse aérohaline	Circulation d'engins légers (mule), stationnement de matériel	150 m ²		Reconquête spontanée
Grotte du Sinagot, Houat (56)	Pelouse aérohaline et végétation chasmophyte	Circulation d'engins légers (mule), stationnement de matériel, arrachage de végétation du haut de falaise par frottement de cordes	50 m ²	Mise en défens	Reconquête spontanée
Trou du sable, Ploemeur (56)	Sentier côtier	Ornières et destruction ponctuelle de la micro-falaise par engins lourds	10 m ²		
Bass Kandec, Ploemeur (56)	Pelouse aérohaline, sentier côtier, cordon de galet	Stationnement et circulation d'une toupie à béton (poids-lourds), et d'engins. Exportation des galets lavés au delà du système sédimentaire	500 m ²		
La Table du Diable, Piriac (44)	Pelouse aérohaline et végétation chasmophyte	Création d'un accès, dépose de matériel, nettoyage haute pression intensif	15 m ²		Reconquête spontanée
Flèche de Pen Bron, La Turballe (44)	Dune grise	Elargissement ou création d'accès	5540 m ²	Mise en défens, pose de ganivelles sur le sable nu, transplantation localisée d'oyat	Reconquête spontanée
Port aux Rocs, Le Croisic (44)	Pelouse rudérale	Création d'un accès, étrépage, exportation du sédiment	200 m ²		Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie du Crucifix, Le Croisic (44)	Pelouse rudérale	Création d'un accès, exportation de sédiment	100 m ²	Démontage de l'accès	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Pointe de Casse-Caillou, Batz-sur-mer (44)	Dune grise	Circulation d'engins, étrépage, dépôts de refus de criblage sans protection	2020 m ²		Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie de gentilly, Batz-sur-mer (44)	Dune perchée	Terrassement d'un accès, circulation d'engins, création d'ornières	250 m ²	Nivellement des ornières	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)

Site	Type de milieu	Type de dégradation	Etendue de la dégradation	Travaux	
				Réalisés	envisagés
Baie du Manérick, Batz-sur-mer (44)	Pelouse rudérale	Dépose de matériel	160 m ²		Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie du Scal, Le Pouliguen (44)	Pelouse rudérale	Fosse de stockage d'hydrocarbure	400 m ²	Retrait de la terre polluée et comblement par tout venant de carrière	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie de la grande jambée, Le Pouliguen (44)	Pelouse aérohaline	Fosse de stockage d'hydrocarbure et installation de chantier	750 m ²	Retrait de la terre polluée et comblement par tout venant de carrière	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie des Maures, Le Pouliguen (44)	Pelouse aérohaline	Stockage de « haut de plage »	130 m ²	Retrait de la terre polluée et comblement par tout venant de carrière	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie de la Lande, Le Pouliguen (44)	Pelouse aérohaline	Stockage de « haut de plage »	80 m ²	Retrait de la terre polluée et comblement par tout venant de carrière	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie de Convert, Le Pouliguen (44)	Pelouse aérohaline	Installation de chantier et stockage déchet	30 m ²	Reconquête spontanée	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Baie du Pavillon, Le Pouliguen (44)	Pelouse aérohaline	Installation de chantier	560 m ²	Reconquête spontanée	Restauration des pelouses sommitales de la presqu'île guérandaise (cf 4.2.4.)
Bôle de Goustan	Friche	Fosse de stockage d'hydrocarbure	4500 m ²	Retrait des matériaux pollués et comblement, reconquête spontanée	
Dune de Lyarde, les Moutiers-en-Retz (44)	Dune grise	Fosse de stockage d'hydrocarbure, circulation d'engins	1700 m ²	Plantation d'oyat Mise en défens	
Pointe du Paracaud, Bouin (85)	Shorre	Circulation d'engins en pied de digue côté mer	200 m ²		Reconquête spontanée
Dune de la Barre de Mont, Fromentine (85)	Dune grise, site d'une usine à béton démantelée	Fosse de stockage d'hydrocarbure, accès, circulation d'engins	6900 m ²	Retrait des matériaux pollués et comblement, plantation localisée d'oyat, mise en défens	
Pointe de la fosse, Barbâtre (85)	Massif dunaire	Création d'accès, circulation et stockage de déchets sur la dune	950 m ²		Usage permanent, dégradation chronique
Luzéronde, Noirmoutier-en-l'île (85)	Dune grise et dune mobile	Fosse de stockage, circulation d'engins et enfouissement de la végétation par refus de criblage	200 m ²		Reconquête spontanée