



Le suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux

GUIDE OPÉRATIONNEL



Suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux
Guide opérationnel

Photo de couverture :
Echantillonnage biologique dans le sédiment (Cedre).

Le suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux

GUIDE OPÉRATIONNEL

CONCEPTION, GESTION ET
RÉALISATION DU PROGRAMME
DE SUIVI

Guide produit par le Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux (*Cedre*) dans le cadre de sa programmation technique, avec le soutien financier du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et de la société Total Fina Elf.

Rédacteur : Michel Girin.

Conseillers scientifiques :

Lucien Laubier, Pierre Chardy, Michel Marchand.

Les informations contenues dans ce guide sont issues d'un travail de synthèse et de l'expérience du *Cedre*. Celui-ci ne pourra être tenu responsable des conséquences résultant de l'utilisation des données de cette publication.

Objet du guide

Ce guide s'adresse aux **décideurs susceptibles d'être concernés par la conception et la mise en oeuvre du suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux**. Il a été conçu plus particulièrement pour le décideur public, mais tous les décideurs concernés, privés compris, pourront y trouver matière à réflexion.

Lors d'une pollution accidentelle des eaux d'une certaine importance, chacun suppose que le plan d'intervention va intégrer des programmes de suivis sanitaire, économique et écologique, afin que la lumière soit faite sur les conséquences à terme de ce qui vient d'intervenir. Il semble aller de soi que ces programmes seront mis en oeuvre à l'initiative de l'Etat et aux frais du pollueur.

C'est à peu près ce qui se passe aux Etats-Unis, où un ensemble de textes (*Clean Water Act*, *Comprehensive Environmental Response and Liability Act*, *Oil Pollution Act*) établit le principe de "dommages punitifs" que le pollueur doit verser à des fonds spécifiques, gérés par des administrateurs à dominante publique. Ces fonds ont pour objet de recevoir des propositions d'études et d'actions de toutes sources, en vue de sélec-

tionner les plus aptes à établir l'ampleur des dégâts et à réaliser les opérations de réhabilitation jugées utiles par les administrateurs.

La situation est différente dans la grande majorité des autres pays, France comprise. Ainsi, notre loi sur l'eau prévoit bien la possibilité de contraindre un pollueur à rétablir l'environnement dans son état initial, avec si nécessaire des pénalités de retard. Mais elle est muette sur le financement et l'organisation des études visant à établir la nature exacte de l'atteinte environnementale et des travaux à réaliser. L'Etat se trouve donc amené à les prendre en charge, puis à en réclamer le remboursement au responsable de la pollution.

Cette prise en charge soulève de multiples interrogations chez ceux qui doivent en prendre la responsabilité. **Qui décide ? Qui pilote ? Qui réalise ? Avec quel objectif ? Sur quel budget ? Dans quelles conditions ? Dans quelles limites ?** En proposant des réponses à ces questions, ce guide vise à fournir à chacun des indications pratiques pour construire son action au mieux de l'intérêt commun.

Sans aller jusqu'à prendre pour référence le cas extrême et hyper-médiatisé de la marée noire de l'*Exxon Valdez* en Alaska, le lecteur, soucieux de comprendre comment fonctionnent les fonds américains de dommages environnementaux, dans quels objectifs, avec quelles enveloppes et en utilisant quels opérateurs, pourra utilement visiter le site Internet du bureau de réponse et de restauration environnementale (DARP) de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) à l'adresse www.darp.noaa.gov/national.htm. C'est la pratique de ces fonds qui établit l'état de l'art discuté aujourd'hui dans les congrès internationaux. Pour les raisons indiquées plus haut, cette pratique n'est pas directement transposable ailleurs. On se gardera donc d'imaginer réalisable chez nous ce qui se fait dans un contexte différent aux Etats-Unis.

Sommaire

OBJET DU GUIDE	4	
A LA PREMIERE URGENCE	6	
A.1 - Mobilisation des acteurs	7	
A.2 - Réalisation des états de référence	8	
A.3 - Organisation de l'expertise	9	
B LA MISE EN PLACE DU PROGRAMME DE SUIVI	10	
B.1 - Moyens financiers	11	
B.2 - Objectifs et comité de pilotage	12	
B.3 - Organisation du travail	13	
C LES GRANDES COMPOSANTES DU SUIVI	14	
C.1 - Evolution et devenir du polluant	15	
C.2 - Contamination du rivage	16	
C.3 - Contamination terrestre	17	
C.4 - Contamination aquatique	18	
C.5 - Contamination du fond	19	
C.6 - Autres contaminations	20	
D LES SUJETS SENSIBLES	21	
D.1 - Impact sur les oiseaux et les mammifères	22	
D.2 - Impact sur les marais et les mangroves	23	
D.3 - Impact sur les herbiers et les récifs coralliens	24	
D.4 - Impact de la lutte	25	
E LE CAS DES RESSOURCES EXPLOITEES	26	
E.1 - Ressources de la pêche	27	
E.2 - Activités aquacoles	28	
E.3 - Saliculture et autres usages de l'eau	29	
F LA RESTITUTION DES INFORMATIONS	30	
F.1 - Gestion historique et géographique	31	
F.2 - Dossier informatif permanent	32	
F.3 - Colloques de restitution scientifique	33	
F.4 - Rapport de synthèse	34	
F5 - Après le rapport de synthèse	35	
POUR EN SAVOIR PLUS	36	



La première urgence

- Mobilisation des acteurs A1
- Réalisation des états de référence A2
- Organisation de l'expertise A3

Chaque pollution accidentelle suscite la même série d'interrogations. Quelle est la gravité de la contamination du milieu ? Quelles vont être les conséquences à terme sur la faune et la flore ? Les peuplements reviendront-ils à leur état initial ? Si oui, en combien de temps ? L'homme est-il en mesure de favoriser cette restauration ? Si oui, comment ? S'ajoutent à ces interrogations générales des questions liées à l'usage du milieu naturel et de ses ressources. L'usage du milieu par l'homme, la consommation de ses ressources, sont-ils devenus dangereux ? Des décisions lourdes de conséquences, comme fermer l'accès à une plage, interdire la pêche ou la vente de produits aquacoles, doivent être prises sans attendre.

Il faut agir vite et judicieusement. Prendre des mesures conservatoires pour établir un état de référence avant l'arrivée de la pollution, lorsque c'est encore possible. Convaincre du bien-fondé

de méthodes de lutte peu agressives pour l'environnement. Livrer au public des pronostics réalistes, construits à partir d'une exploitation judicieuse des données de pollutions antérieures. Le *Guide du décideur face à une pollution accidentelle des eaux*, dans cette collection, fournit un cadre pour y parvenir.

Il faut aussi, le moment venu, produire une information claire et complète sur l'impact environnemental réel. **Comme tous les autres domaines de la réponse à une pollution accidentelle, le suivi écologique comprend donc une composante visant à couvrir les besoins de l'urgence opérationnelle et une autre plus centrée sur l'établissement d'un bilan objectif d'ensemble.** Ces composantes obéissent à des contraintes différentes. Le temps prime pour la première, quitte à sacrifier l'exhaustivité. L'exhaustivité prime pour la seconde, quitte à imposer la production de documents sectoriels provisoires avant de parvenir à la synthèse finale.

Mobilisation des acteurs

Dès que survient une marée noire, ou toute autre pollution accidentelle des eaux, il est certain qu'un programme de suivi écologique va être mis en place : une mesure de l'impact environnemental est indispensable à la prise de décision sur des options de lutte, à la mise en oeuvre de mesures de restauration, à l'information du public. Mais nul ne peut alors dire clairement aux scientifiques qui va les mobiliser, dans quelles conditions contractuelles et quand.

La mise en place administrative et budgétaire immédiate d'un suivi écologique n'est pas prédéfinie aujourd'hui dans les plans de lutte contre

les pollutions accidentelles. La mobilisation en urgence des compétences nécessaires demeure une difficulté majeure, en particulier pour établir des états de référence. **C'est à chaque équipe compétente de décider de son implication, sans garanties de financement, pour apporter sa pierre à l'action générale de préservation de l'environnement.** Une fois en action, ces équipes se tournent naturellement vers le ministère chargé de l'Environnement : la pratique montre qu'il est en général le coordonnateur et le financeur de base des suivis écologiques en situation d'accident. Il en réclamera ensuite le remboursement aux responsables juridiques de la pollution.

Les médias n'attendent pas pour mobiliser leurs propres experts environnementaux et annoncer très vite ce qui est en danger. Ces coupures de presse des jours suivant l'échouement du pétrolier *Sea Empress* au pays de Galles le montrent.

Le suivi écologique demande plus de travail et plus de temps que les annonces médiatiques. La marée noire de l'*Amoco Cadiz* (1978) a mobilisé de nombreux scientifiques pour évaluer l'impact de celui qui reste le plus important déversement d'hydrocarbures dû à un échouement de pétrolier. Le premier programme de suivi écologique de cette pollution, qui s'est étendu sur trois ans, a été financé par le ministère chargé de l'Environnement. D'autres programmes, avec d'autres contributions, s'y sont ajoutés ensuite.

Quand est survenue la marée noire de l'*Erika* (1999), ni l'instruction nationale POLMAR, qui régit la réponse à ce type de pollution, ni les règles du Fonds international d'Indemnisation pour les dommages dus à la pollution par les hydrocarbures (FIPOL) ne fixaient encore le contenu et les sources de financement d'un éventuel suivi écologique de ce type de pollution. Pourtant, comme pour l'*Amoco Cadiz*, ce suivi s'est imposé et un premier programme de suivi écologique sur cinq ans a été financé par le ministère chargé de l'Environnement.



Réalisation des états de référence

La contamination de l'environnement et l'impact écologique d'une pollution ne peuvent être valablement appréciés qu'à partir de valeurs de référence établissant précisément la situation avant l'accident. Le milieu est en effet très rarement vierge d'atteintes à caractère chronique, voire de reliquats de pollutions accidentelles antérieures. Le hasard d'une étude juste achevée peut faire qu'une partie des mesures, analyses et échantillons nécessaires à cet état de référence, soit disponible. Mais, dans la majorité des cas, des mesures ou prélèvements immédiats sont indispensables pour établir des points importants de l'état de référence.

Point n'est besoin de longs débats pour établir ce qui doit être mesuré devant le front de la pollution, photographié ou prélevé et mis en lieu sûr pour une exploitation ultérieure. Les spécialistes locaux doivent savoir ce qui est nécessaire. Les moyens requis peuvent être lourds pour les prélèvements en mer. Ils sont modestes pour les prélèvements sur le littoral. **Ces travaux de première urgence n'ont donc pas à attendre la**

mise en place d'une organisation formelle du suivi environnemental. Ils peuvent être réalisés par des opérateurs des services de l'Etat, des universités, des instituts de recherche, des associations, des collectivités, sans attendre d'ordres, en simple collecte de données et d'échantillons, pour réduire les frais immédiats.

Ceux qui s'engagent sans commande dans ces actions, parce qu'elles entrent dans leurs missions publiques ou qu'ils estiment en avoir la compétence, ont intérêt à en prévenir aussitôt les PC opérationnels et le *Cedre*. Ils pourront en retour être informés en temps réel des caractéristiques de la pollution, de la progression des atteintes, des analyses du polluant en cours, des études lancées sur son vieillissement en laboratoire et dans le milieu. Ils pourront aussi établir par un écrit que leur engagement s'intègre dans une démarche structurée du PC opérationnel concerné, élément important pour un remboursement futur des frais engagés, et disposer si nécessaire de l'assistance d'un agent assermenté.

Idéalement, l'information recueillie dans les états de référence doit être cohérente avec les besoins du suivi écologique à terme, afin de fournir les bases d'un constat d'impact objectif. A défaut d'entente préalable, difficile à établir dans l'urgence, cela demande une bonne connaissance de ce qui sera nécessaire pour le suivi à moyen et long termes.

Il est tout à fait exceptionnel qu'une pollution accidentelle n'ait pas eu de précédent comparable, en France ou ailleurs. Des archives de ces pollutions et de leurs conséquences sont accessibles aux services de documentation du *Cedre*, de l'IFREMER, de l'IFP, de diverses universités et de leurs équivalents étrangers. Toutes ces structures disposent de sites Internet. Le spécialiste local, qui s'engage dans une contribution d'urgence à un état de référence, peut accéder très rapidement, à travers ces sites et ces archives, à une bonne connaissance de ce qui s'est fait ailleurs dans son domaine de compétences.

Organisation de l'expertise

A3

Une fois les premiers acteurs engagés dans les états de référence de leur domaine de compétences, une organisation des moyens budgétaires, des interfaces et de l'action sur le terrain et au laboratoire devient vite indispensable. En l'absence de structure opérationnelle pré-établie par les textes pour initier et piloter la démarche d'évaluation de l'impact environnemental, la constitution de cette structure et sa mise en œuvre font partie des responsabilités des autorités chargées de la lutte. Surchargées de travail par les urgences de cette lutte, ces autorités manquent généralement de temps pour se soucier du suivi écologique, tout en étant conscientes que la demande publique sur ce sujet est forte et pressante.

L'expérience de l'*Erika* a mis en évidence, à côté de l'IFREMER (surveillance, impact halieutique et aquacole) et des laboratoires universitaires, un rôle clé des DIREN dans cette nécessaire organisation. C'est à leur initiative et autour d'elles que se sont constitués les comités d'experts environnementaux qui ont assuré sur le terrain, avec le *Cedre*, les observations et prélèvements nécessaires ainsi que le dialogue permanent avec des opérateurs de la lutte sur les limites à ne pas dépasser pour éviter d'aggraver l'impact déjà provoqué par la pollution elle-même. C'est à travers la DIREN Pays-de-Loire que le ministère chargé de l'Environnement a soutenu la mise en place au niveau associatif de l'Observatoire environnemental des marées noires.

Au Royaume-Uni, un Groupe de Pilotage Ecologique (ESGOSS) a été mis en place, par le secrétaire d'Etat pour l'Ecosse, dans la marée noire du *Braer* (Shetland, 1993) et un Comité d'Évaluation Environnementale (SEEEC), par le secrétaire d'Etat pour le pays de Galles, dans celle du *Sea Empress* (Milford Haven, 1996). Les rapports finaux de ce groupe et de ce comité ont été publiés en 1994 et 1998 respectivement. Le rapport du SEEEC précise que le travail de suivi environnemental du début de la pollution a été piloté par l'équipe environnementale du Centre Commun de Réponse (l'équivalent de notre PC POLMAR), rapidement soutenu par des initiatives du Conseil de la Nature du pays de Galles (l'équivalent d'une DIREN) pour l'avifaune et du ministère de la Pêche, de l'Agriculture et de l'Alimentation pour les ressources marines, beaucoup des organisations impliquées utilisant alors leurs propres ressources. Le SEEEC a été officiellement mis en place huit semaines après le début de la pollution.



Marée noire du Sea Empress : couverture du rapport final du SEEEC.

La mise en place du programme de suivi

B

■ Moyens financiers

B1

■ Objectifs et comité de pilotage

B2

■ Organisation du travail

B3

Si la mobilisation dans l'urgence ne peut aujourd'hui être fondée que sur l'initiative et les moyens des équipes intervenantes, il devient vite nécessaire d'alimenter et d'organiser le travail à travers la mise en place de financements dédiés, la définition et l'adaptation permanente d'objectifs précis, l'organisation d'un travail sans duplications inutiles ni lacunes manifestes.

C'est la tâche logique du financeur de base, collectivité locale pour une petite pollution, ministère chargé de l'Environnement pour une pollution majeure. Ce financeur de base n'est pas nécessairement financeur unique, ni lui-même attributeur et coordonnateur des travaux.

Dans tous les cas, il doit être bien clair que les financements sont destinés à des études

d'impact sur le terrain et à des analyses en laboratoire de prélèvements d'eau, de sédiment et de matière vivante. Ils ne doivent pas aller à des recherches sur le polluant et ses effets, ni à des études ou expérimentations sur l'amélioration des techniques, produits et stratégies de lutte. Ces travaux, pour importants qu'ils soient, ne font pas partie du suivi écologique.

Si les données ne sont pas déjà disponibles, le programme de suivi écologique peut intégrer l'établissement de la nature exacte des produits déversés, la vérification de leur comportement dans le milieu naturel, l'élaboration des scénarios les plus plausibles de vieillissement et, le cas échéant, de formation d'émulsion : ces éléments constituent des informations de base indispensables.

Moyens financiers

B1

De la même manière que leurs bases de financement ne sont pas comparables, il n'y a pas de commune mesure entre la dimension budgétaire d'un suivi écologique à l'américaine et celle d'un suivi de type européen. Il y a par contre un point de convergence net : les partages de budget par le financeur, sous forme de subventions directes aux équipes scientifiques, qui se pratiquaient autrefois en Europe, tendent à disparaître au profit d'appels à propositions compétitives, gérés par un prestataire contracté par le financeur et assisté d'un comité scientifique, comme dans les appels à propositions des fonds américains.

Cette pratique est encore peu fréquente pour **les petites pollutions**, où la tendance reste soit à l'absence pure et simple de suivi écologique, soit à

un contrat direct entre le financeur local et un prestataire de services. Elle est déjà plus fréquente pour les **pollutions de dimension régionale**, où l'intervention d'une DIREN conduit généralement à un appel d'offres. Elle est devenue pratiquement systématique pour les **pollutions d'importance nationale**, où diverses sources de financement s'additionnent. Il peut y avoir des financements privés du responsable de la pollution ou de mécènes, à travers des contrats directs ou des fonds mis à la disposition d'un donneur d'ordre public. Il peut y avoir aussi des financements internationaux, en particulier européens : la contribution au suivi environnemental est aujourd'hui devenue une proposition constante de la Direction générale Environnement de la Commission européenne dans les pollutions accidentelles importantes.

Il faut avoir conscience des conséquences possibles de certains financements. Après des travaux de suivi de la pollution de l'*Amoco Cadiz* financés par la Standard Oil dans le cadre d'une convention de coopération entre la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA- USA) et le CNEXO (France), certains scientifiques français ont retrouvé au tribunal, en face d'eux, des scientifiques américains ayant exploité de manière différente les données dont ils s'étaient partagé la collecte.

Le financement du suivi écologique de la pollution du pétrolier *Erika* a été partagé entre des contributions :

- du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, à travers un programme exceptionnel "Suivi Erika", co-géré par l'IFREMER et l'INERIS, et une branche "Liteau-Erika" du programme scientifique permanent "Liteau", géré par l'IFREMER ;
- des Régions touchées, à travers des attributions de bourses et contrats de recherche dans le cadre de leurs appels à propositions habituels.

Objectifs et comité de pilotage

B2

Les objectifs d'un suivi écologique ne sont pas les mêmes pour le suivi d'urgence et pour le suivi scientifique.

Le suivi d'urgence, dans la phase de crise, vise à établir au jour le jour l'évolution de la situation sur le terrain, à repérer les points sur lesquels une intervention auprès des équipes de lutte peut orienter vers des pratiques plus écologiques et faire passer le message nécessaire, à quantifier les mortalités immédiates (oiseaux, faune et flore marines). Ce suivi est orienté sur les problèmes du moment, tout en rassemblant de l'information qui servira plus tard au suivi scientifique.

Le suivi scientifique vise à établir l'impact à terme de la pollution sur les sites, les peuplements et les espèces de la zone affectée, pour servir de base

à d'éventuelles opérations de restauration environnementale et permettre l'établissement d'un bilan objectif.

Dans une petite pollution, le comité de pilotage peut être restreint à une personne. Une pollution d'importance nationale peut conduire à des comités de pilotage propres à différents programmes, liés entre eux par des membres communs ou par un comité général de coordination. Chaque comité de pilotage fixe alors les limites de l'exercice qu'il pilote, ses priorités et ses échéances, en fonction des règles des financeurs et des moyens fournis par eux. **Il appartient au comité de fixer clairement et sans délai les produits du suivi** : rapports sectoriels, synthèse finale, dossier permanent sur site Internet, restitution groupée dans un colloque, etc.

Le comité de pilotage, où dominant généralement les financeurs du suivi, est chargé du choix des partenaires scientifiques ayant la compétence nécessaire et du contrôle de la bonne réalisation du travail. Il peut se faire aider dans ces tâches par un comité scientifique, chargé de l'évaluation des offres et du jugement des travaux réalisés.

Le rapport final du groupe de pilotage du suivi écologique de la pollution du pétrolier *Braer* aux Shetland fixe ainsi son usage des mots :

- Il utilise le terme **environnement** pour traiter des combinaisons de facteurs physiques affectant la vie en général, y compris celle de l'homme (parlant alors d'environnement physique) ou de ce qui influe sur la croissance des plantes et des animaux (parlant alors d'environnement biologique) ;
- Il utilise le terme **écologie** comme représentant la branche de la biologie qui traite des relations des organismes entre eux et avec le milieu.

Ces nuances établies, le groupe reconnaît que **les deux termes sont pratiquement synonymes pour le public**. Mais il précise que les conséquences d'une pollution sont plus souvent formulées en simples termes d'impact sur certaines espèces qu'en termes réellement écologiques, qui situeraient l'impact observé à l'intérieur des relations entre l'espèce et son habitat.

Organisation du travail

B3

Quatre problèmes d'organisation majeurs se posent à tout suivi écologique : la diffusion de l'information d'intérêt commun entre tous les acteurs, le respect des termes de référence et des échéances, la prise en compte des sujets sur lesquels il y a peu de réactivité des équipes scientifiques, la communication sur les informations établies. Si ces questions sont faciles à maîtriser dans le suivi d'une petite pollution, elles le sont beaucoup moins dans une pollution majeure à programmes de suivi multiples, surtout si les financeurs de ces programmes ont des intérêts potentiellement conflictuels.

Une bonne diffusion de l'information d'intérêt commun entre tous les acteurs est d'un avantage évident : les données techniques, historiques et géographiques sur le polluant, sur sa dangerosité, sur ses déplacements, sur les échantillonnages réalisés, sur les opérations de lutte, sont des besoins communs aux suivis économique et écologique. Faute d'une gestion documentaire adéquate, ces besoins sont généralement très mal couverts. Il en est souvent de même du nécessaire état des

lieux des travaux scientifiques disponibles sur la zone affectée. Ces besoins documentaires constituent un sujet de préoccupation majeur du *Cedre*, qui travaille à mieux le satisfaire, dans sa fonction d'archiviste des pollutions.

Le respect des termes de référence et des échéances, la prise en compte des sujets sur lesquels il y a peu de réactivité des équipes scientifiques sont des problèmes communs à la gestion de tout programme scientifique. Ils sont ici exacerbés par le fait que nombre de décisions sont prises sous la pression de l'urgence, sans avoir toujours été bien pesées. C'est aux comités de pilotage des programmes d'y porter une attention particulière et de prévoir en leur sein l'organisation et les procédures nécessaires.

La communication rapide et efficace sur les informations établies est un sujet délicat. Les comités de pilotage, peu familiers de la communication conflictuelle, y sont rarement préparés. Ils pourront trouver intérêt à faire appel pour cela aux conseils de spécialistes.

Un des outils de l'organisation : des termes de références larges mais clairs.

Deuxième point des termes de référence du Comité d'évaluation environnementale de la pollution du *Sea Empress* : *"Rassembler un ensemble complet de données de suivi des peuplements et des impacts, en tenant compte des études réalisées par d'autres entités et de la nécessité d'éviter les trous et les doublons"*.

Un des défis de l'organisation : parvenir à établir et faire reconnaître l'ampleur réelle de la pollution.

Deux ans après les images dramatiques de la pollution dans les médias, le rapport de suivi environnemental de la pollution du pétrolier *Braer* expose : *"...Les Shetland sont constituées de plus de 100 îles s'étendant sur plus de 120 km du nord au sud (...). En réalité moins de 12% de la côte (...) a fait l'objet d'une forme quelconque d'atteinte, jusqu'à la plus minime"*.

Les grandes composantes du suivi



■ Evolution et devenir du polluant	.....	C1
■ Contamination du rivage	.....	C2
■ Contamination terrestre	.....	C3
■ Contamination aquatique	.....	C4
■ Contamination du fond	.....	C5
■ Autres contaminations	.....	C6

Chaque rapport accorde naturellement une place privilégiée aux préoccupations majeures de la région concernée, ainsi les oiseaux pour le pays de Galles et les fruits de mer pour la Galice.



Entre une présentation de la situation et ses conclusions, le rapport final du comité d'évaluation environnementale de la pollution du *Sea Empress* place les chapitres suivants : devenir du pétrole, impacts marins, impacts sur la côte, végétation côtière et agriculture, mammifères, oiseaux, sauvetage et réhabilitation des oiseaux, aménités et archéologie, opérations de nettoyage.

Le rapport du comité de suivi de la contamination du pétrolier *Aegean Sea* en Galice comprend, après une présentation de l'accident : suivi du système pélagique, conséquences sur la macrofaune benthique subtidale, contamination des moules, effets sur les populations de bivalves, suivi du benthos infralittoral, étude biosédimentaire, traitements microbiologiques.

Evolution et devenir du polluant

Indépendamment de toute action humaine, un polluant déversé dans la nature se trouve soumis à de multiples phénomènes physiques et chimiques, notamment d'évaporation, de décantation, d'oxydation, de dissolution, d'émulsification et de biodégradation. Même pour un polluant composé d'une seule molécule (ex : styrène), ces phénomènes et leurs interactions dans un ensemble de conditions particulières sont rarement bien connus. Les interférences peuvent devenir très complexes lorsque le polluant est un mélange de milliers de composants (ex : pétrole). Par ailleurs, l'intervention humaine de nettoyage soustrait aux phénomènes en œuvre, à différents stades de la dégradation, une partie du ou des produits déversés.

Etablir la composition précise du polluant, suivre et comprendre son évolution dans chaque compartiment du milieu, établir un bilan massique complet de son devenir, constituent donc des tâches nécessaires pour éviter au suivi environnemental de négliger ou de méconnaître des composantes importantes du problème d'en-

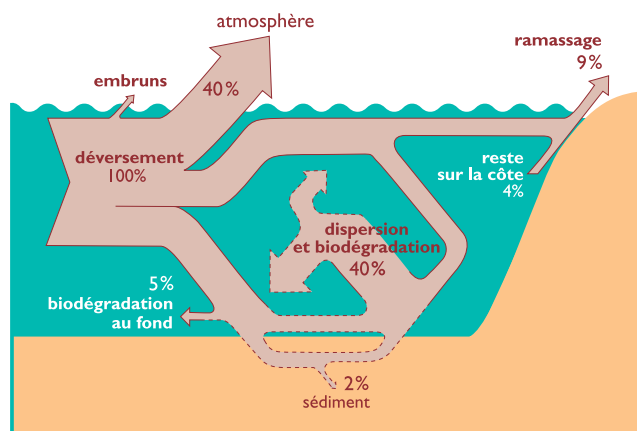
semble. Ce travail peut être mené à son rythme propre, sans échanges constants avec les autres composantes du suivi écologique. Mais il gagnera toujours à des confrontations périodiques de résultats et d'hypothèses, qui permettront de recalibrer les travaux en cours.

Ce suivi de l'évolution et du devenir du polluant peut demander une masse considérable de mesures, d'échantillons et d'analyses, des expérimentations spécifiques, une confrontation entre des données de laboratoire et les données de terrain. Sa réalisation et sa restitution comprendront logiquement trois parties :

- la description des déplacements et de l'évolution physico-chimique du polluant,
- l'analyse de son devenir dans chaque compartiment du milieu (eau, sédiment, matière vivante),
- le bilan massique de sa récupération par l'homme, de son élimination et de sa dégradation naturelle.

L'ensemble conduira à une synthèse claire de ce qui subsiste et peut encore poser problème.

Restitution graphique globale de bilan massique dans une marée noire : cas de l'Amoco Cadiz (d'après M. Marchand, 1979).



Contamination du rivage

C2

En rivière, en lac ou en mer, le rivage (plus précisément l'estran en zone de marées) est la zone naturelle de dépôt, enlèvement, puis nouveau dépôt d'un polluant flottant. Dans la grande majorité des cas, en particulier dans la quasi-totalité des pollutions par hydrocarbures, ce rivage est le lieu de concentration majeure à la fois du polluant et des opérations de nettoyage.

On distinguera un suivi d'urgence, en temps réel, source d'aide à la décision pour des opérations de nettoyage raisonnées, et un suivi scientifique, constatant et mesurant les impacts.

Le suivi d'urgence vise à quantifier de manière simple et rapide, site par site, l'importance et la forme des arrivages du polluant pour en établir une cartographie de la pollution au jour le jour, y compris son enlèvement par l'homme ou par remobilisation et les repollutions éventuelles. Il a aussi pour objet de signaler les contraintes éventuelles qu'il y a lieu de prendre en compte afin de

ne pas engendrer des impacts supplémentaires. C'est à la fois un outil de temps réel pour les décideurs du nettoyage et de l'information factuelle qui servira ultérieurement de référence au suivi scientifique de l'impact.

Le suivi scientifique vise à établir l'impact à terme de la pollution sur les matériaux, les milieux et les espèces de la zone. Il requiert une expérience approfondie des vasières et gravières pour les eaux douces, des vasières, plages et estrans rocheux pour le littoral marin. Il comprendra normalement :

- l'histoire détaillée de l'avancée de la contamination du rivage, puis de son recul ;
- le bilan des dégradations physiques et chimiques du rivage par le polluant et de sa remise en état naturelle ou aidée par l'homme ;
- le bilan des impacts sur les espèces caractéristiques et les habitats des différents faciès littoraux, avec synthèse par faciès (conséquences à terme sur la faune et la flore).

Le *Cedre* a publié dans cette collection un guide opérationnel de reconnaissance des sites pollués par les hydrocarbures.

De nombreux documents sur la sensibilité à une pollution par hydrocarbures des différents types de rivages, à partir de leur géomorphologie et de l'énergie physique à laquelle ils sont soumis (vents, marées, courants) sont disponibles. Ils intègrent des tableaux de vulnérabilité et de temps moyen de récupération, issus de l'expérience des pollutions passées.

Rien de ce genre n'existe pour les pollutions par la grande majorité des produits chimiques industriels.



Contamination terrestre

On pourra s'étonner d'un tel sujet dans un guide sur la pollution accidentelle des eaux. Mais les vagues et les embruns, ou le débordement d'un fleuve, peuvent exceptionnellement porter un polluant flottant jusqu'à plusieurs mètres d'altitude et plusieurs centaines de mètres d'une rive.

Même dans des conditions relativement calmes, il n'est pas rare qu'une élévation minime du niveau de l'eau et un vent même faible conduisent une certaine quantité de polluant à atteindre des berges, des hauts de marais littoraux, des peuplements dunaires ou la partie exondée d'enrochements naturels et artificiels. Il est fréquent que les opérations de nettoyage conduisent à faire circuler des hommes et des engins sur ces sites et à y stocker temporairement des déchets. Les conséquences de ce stockage temporaire constituent souvent une préoccupa-

tion majeure du suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux.

Le suivi d'urgence consiste là en un dialogue opérationnel avec les équipes de nettoyage, pour éviter qu'elles aggravent les dégâts de la pollution par des initiatives inappropriées. **Le suivi scientifique à terme** est le domaine privilégié des botanistes et des biologistes spécialisés. Les techniques de restauration botanique, de la simple fauche pour faciliter la repousse, à la plantation de boutures après nettoyage des sols, sont aujourd'hui bien au point. Les chantiers botaniques de restauration environnementale sont donc fréquents. Le suivi de la contamination terrestre sera de ce fait souvent construit en trois volets : l'état des dommages, les projets de restauration, puis le bilan global de la restauration naturelle et des opérations réalisées.

C3



Les dunes littorales constituent un point de focalisation des conflits entre nettoyeurs de la pollution et les préservateurs d'un environnement naturel.

Dans une plaquette "Nettoyage : attention ! Pour des plages propres... et vivantes", l'Observatoire des marées noires utilise les opérations de nettoyage des plages polluées par le fuel de l'*Erika* comme une référence pour mettre en garde contre l'enlèvement des laines de mer et la dégradation des pieds de dunes. L'impact de cette pollution accidentelle majeure donne plus de force à ses préconisations de nettoyage des macro-déchets plus respectueuses de l'environnement, face aux risques d'un ratissage intensif régulier des plages touristiques.

Contamination aquatique

C4

Si la pollution du rivage et l'impact sur ce qui y vit sont souvent les plus visibles et les plus sensibles pour le public, une pollution de tout ou partie de la colonne d'eau est bien évidemment la caractéristique fondamentale de toute pollution accidentelle des eaux. Le suivi de la contamination aquatique est donc une constante du suivi écologique de ce type de pollution.

Le suivi d'urgence consiste en priorité à établir une information en temps réel sur les mouvements du polluant dans l'eau, y compris son évolution et les risques liés, pour fournir à l'autorité responsable de la lutte une information utile à sa stratégie. Cela implique une réponse nette à des questions difficiles, comme "faut-il tenter de disperser ou de couler des nappes flottantes ?". Le travail se complète, dans la mesure du possible, de mesures de la contamination des masses d'eau, en relation avec les mortalités immédiates qui sont observées.

Le suivi scientifique vise à établir l'impact à terme de la pollution, sur l'ensemble de la colonne d'eau et ce qui y vit. C'est un travail de limnologue pour les eaux douces, d'océanographe pour les eaux marines, faisant appel aux compétences combinées de physiciens, chimistes, biologistes et écotoxicologistes. Quatre compartiments d'étude sont toujours à prendre en compte :

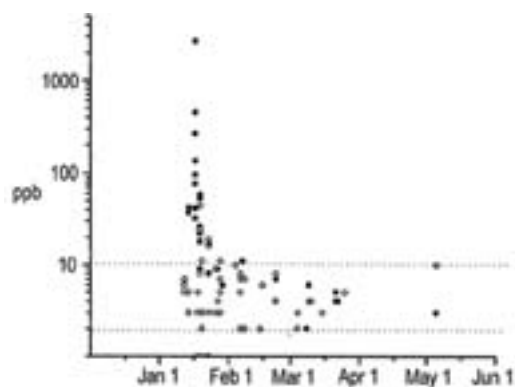
- le suivi objectif de la concentration et de la dégradation (y compris la biodégradation) du polluant dans l'eau ;
- le suivi orienté de niveaux de contamination constituant des seuils de dangerosité connus, pour des molécules particulièrement dangereuses ou constituant des références ;
- le suivi de la bio-accumulation des polluants et de la décontamination progressive des animaux et végétaux aquatiques ;
- le suivi des conséquences sur les équilibres biologiques du milieu et de la restauration progressive de ces équilibres.

Suivi d'urgence

Fallait-il tenter de couler au large les nappes dérivantes de fuel de l'*Erika* ? La réponse à cette question du Préfet maritime a été fournie en temps réel par le *Cedre* au plan technique (non : l'état du savoir-faire ne garantit pas un résultat assuré et durable) et par l'IFREMER au plan scientifique (non : ce serait échanger une pollution littorale contre une pollution de fonds biologiquement riches, importants pour la pêche).

Suivi scientifique

Le graphique ci-contre, extrait du rapport du groupe de pilotage écologique de la pollution du *Braer* aux Shetland, met en évidence l'évolution rapide des teneurs en hydrocarbures aromatiques polycycliques dans la chair de trois poissons de pleine eau.



Contamination du fond

Sauf lorsque les nasses et les chaluts remontent des poissons, coquillages et crustacés souillés par un polluant coulant bien visible, comme un fuel très lourd ou des résidus de brûlage d'un pétrole brut, la contamination de fond tend à être le parent pauvre des suivis environnementaux. Elle est loin des yeux, dispersée sur des zones sédimentaires vastes et peu suivies. Elle demande des campagnes de mesure et d'échantillonnage lourdes et coûteuses. L'homme ne peut qu'y constater une pollution, sans y apporter de remède. C'est préférentiellement là que se localise l'impact à long terme, lorsqu'il y en a un.

Dans l'urgence, le suivi de la pollution du fond est déterminant pour des décisions de fermeture de la pêche des espèces benthiques et pour la réouverture de cette pêche, décisions délicates quand une pollution chronique de fond existe et est tolérée.

Après l'urgence, le suivi est important pour éclaircir les phénomènes encore mal connus de vieillissement et de biodégradation des polluants, en partie anaérobies et plus lents qu'en surface. Plus largement, le suivi visera à mieux comprendre les mécanismes d'accumulation éventuelle du polluant dans les espèces et ses risques de remontée jusqu'à l'homme à la faveur des chaînes alimentaires ou de la pêche d'espèces démersales.

La lenteur des phénomènes rend les suivis nécessairement longs, avec souvent de grandes difficultés pour distinguer ce qui provient de l'accident et ce qui est simple variation du bruit de fond due à des causes naturelles ou des pollutions chroniques. Un suivi écologique de contamination du fond demande nécessairement plusieurs années, parfois une dizaine, pour donner des résultats exploitables.

C5

Ramassage sur le fond, devant Belle-Ile, de fuel du pétrolier Erika.

Exploration sous-marine de résidus de brûlage de la cargaison du pétrolier Haven en mer Ligure.



© IFREMER/ICRAM



© Yves Gladu

Autres contaminations

C6

Tout ou partie d'un polluant déversé dans l'eau peut être évaporable. Ceux qui ont vécu en 1978 la marée noire de l'*Amoco Cadiz* se souviennent encore d'une prenante odeur de fuel à plusieurs dizaines de kilomètres du littoral et les gestionnaires de la réponse au naufrage en 2000 du chimiquier *Ievoli Sun* en Manche ont vite compris qu'ils devaient accorder une attention particulière au risque de sortie brutale d'un volume de styrène susceptible de générer un nuage toxique venant toucher le littoral. Le vent est par ailleurs susceptible d'emporter très loin des gouttelettes de produits non évaporables, sous forme d'aérosols. La **contamination aérienne** peut donc constituer une composante notable du suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux. Dans ce domaine le suivi d'urgence consiste essentiellement en mesures *in-situ*, en prévisions de déplacement et en mesures de précaution pour l'homme

et les animaux domestiques. Au-delà des intervenants professionnels et volontaires, le suivi scientifique de l'impact à terme concerne les hommes, animaux et plantes qui se sont trouvés sous le vent de la pollution pendant une durée conduisant à une exposition significative. C'est le domaine privilégié des épidémiologistes.

D'autres formes de contamination peuvent enfin mériter considération, en particulier **les dégradations non matérielles** susceptibles d'effets négatifs sur des activités économiques ou la santé humaine. Ainsi, une pollution majeure peut générer une perte d'image de l'environnement, conduisant à des baisses de fréquentation touristique, en particulier à caractère environnemental. Cette perte d'image a parfois été accusée d'effets psychologiques sur des habitants.

Un exemple de double effet : bergers et moutons souillés par les aérosols de la pollution du pétrolier Braer et choqués de l'attention privilégiée accordée aux oiseaux par la presse (rapport final ESGOSS).



Le rapport dont est extrait l'exemple ci-contre indique sur la même page : "Certains ont le sentiment que l'action, sous la forme du travail de suivi et d'évaluation, participe à la remédiation de la dévastation qu'ils ont subie".

L'étude d'impact environnemental constitue un élément important du nécessaire travail de restauration de l'image et de la confiance après une pollution majeure.

Les sujets sensibles

- Impact sur les oiseaux et les mammifères D1
- Impact sur les marais et les mangroves D2
- Impact sur les herbiers et les récifs coralliens D3
- Impact de la lutte D4



Dans ce qui est affecté par une pollution, certains biotopes, certains peuplements, sont plus "visibles" que d'autres : la mort médiatisée d'un oiseau ou d'un mammifère englué sur une plage frappe bien plus l'imaginaire collectif que la mort discrète d'un poisson de fond. Les marais littoraux, les mangroves, les herbiers, les récifs coralliens, sont de longue date des points sensibles de la lutte pour la préservation de l'environnement marin et côtier. Ce qui les frappe nous touche beaucoup plus qu'une atteinte à des biotopes moins symboliques. Les opérations de

lutte elles-mêmes, souvent jugées insuffisantes au départ, se révèlent vite au fil des semaines porteuses d'un risque de dégradation additionnelle qu'il importe de limiter.

Des techniques de restauration des dégâts causés sont disponibles aujourd'hui pour ces sujets sensibles. Des exemples de leur mise en œuvre après des pollutions accidentelles peuvent être mis en avant. **Le suivi écologique se verra souvent demander sur ces sujets une tâche de plus : définir le besoin éventuel d'une restauration et en fixer les paramètres.**

Impact sur les oiseaux et les mammifères

Les oiseaux et les mammifères aquatiques présentent la caractéristique commune de venir régulièrement en contact avec l'interface air-eau, les premiers pour se nourrir ou se reposer, les seconds pour respirer. Une pollution accidentelle par hydrocarbures ou autres polluants flottants les touche donc immédiatement et massivement.

La pollution par hydrocarbures a un effet immédiat d'engluement qui affecte la capacité des oiseaux à voler et leur isolation thermique. Il s'y ajoute des atteintes à la vision (irritation par les hydrocarbures) et souvent une absorption non négligeable (par le lissage des plumes avec le bec). Ces atteintes conduisent à des mortalités importantes et rapides. Les atteintes à la vision et l'absorption se retrouvent chez les mammifères avec, pour ceux qui en sont dotés, un engluement du pelage.

La crainte immédiate concerne les espèces les plus inféodées à l'interface air-eau, en particulier les oiseaux qui plongent pour se nourrir. L'attention se focalise en outre vite sur les populations à

la limite de l'équilibre suite à des atteintes antérieures : la pollution laissera-t-elle assez de reproducteurs, ou assez de jeunes de la génération en cours, pour reconstituer le stock minimum nécessaire ? **Recenser par espèce et par âge les morts que la mer dépose sur le rivage** constitue la première tâche de l'étude d'impact sur ces animaux. **En extrapoler ce qui a pu mourir sans être retrouvé**, par des méthodes assurant un minimum de précision, constitue une deuxième tâche évidente. Les exemples de telles études sont nombreux.

Au-delà de ces évidences, se pose la question de déterminer **si la résistance d'une population aux maladies, si sa capacité reproductive** ont pu être affectées de manière quantifiable et si des programmes de repeuplement peuvent y remédier. Cela implique des études longues, basées sur l'autopsie de cadavres et des observations et analyses sur des animaux capturés. Ces études sont délicates à conduire, de multiples facteurs externes pouvant interférer avec les effets de la pollution en cause.

D1

Intervenant dans une zone de reproduction et d'hivernage d'oiseaux de mer reconnue pour son importance, la marée noire du pétrolier *Sea Empress* au pays de Galles (1996) a généré le financement et la réalisation d'un volume exceptionnel d'opérations de sauvetage et d'études touchant à l'avifaune et aux mammifères marins, pour un coût global de 750 000 £ :

- 9 projets de sauvetage et de collecte de données, tous réalisés dans les mois suivant le déversement, dont un bilan détaillé des échouements et des opérations de sauvetage ;
- 13 projets de suivi écologique, portant sur les effets létaux, les effets sublétaux à moyen et long termes, ou les deux effets, qui se sont étendus pour certains jusqu'à l'année 2000 ;
- 2 projets à objectif de restauration, qui ont en fait été limités à une mesure des taux de survie de guillemots nettoyés et à une revue générale des méthodes de restauration de peuplements aviaires après une pollution accidentelle.

Impact sur les marais et les mangroves

Les marais côtiers (en particulier les marais maritimes) et leurs peuplements sont des victimes privilégiées d'arrivages de polluants flottants, qu'ils soient chroniques, comme les échouements de macro-déchets, ou exceptionnels, comme les marées noires. La mangrove, biotope exceptionnellement riche et symbolique des marais intertidaux de la ceinture sub-tropicale, est particulièrement sensible à ce type de pollution : les racines aériennes des palétuviers forment un enchevêtrement particulièrement difficile à nettoyer, qui abrite une faune particulièrement riche.

Ces biotopes font partie des zones humides, en régression générale sous la pression des activités humaines. Leur faible hydrodynamisme exclut pratiquement tout effet de nettoyage naturel. Leur sensibilité face à l'intervention humaine limite sévèrement les opérations de nettoyage

manuel. Les alternances d'inondation et d'exondation au cours du cycle de marée, l'enchevêtrement végétal et l'abondance des trous d'animaux facilitent une pénétration souvent importante du polluant dans le sédiment.

Ces biotopes constituent donc les sites privilégiés de **suivis écologiques à long terme portant sur des paramètres qualitatifs (diversité spécifique) et quantitatifs (abondance et évolution du polluant, abondance des espèces, évolution des biomasses)**. L'expérience montre que l'effet du pétrole lui-même provoque rarement des dépeuplements importants de la couverture végétale. Ces cas particuliers peuvent conduire l'étude d'impact à proposer des opérations localisées de restauration environnementale notamment pour les mangroves où les techniques de replantation via des pépinières sont maîtrisées.

D2

Dans sa série de rapports sur les pollutions marines par hydrocarbures, l'Association de l'Industrie Pétrolière pour la Conservation de l'Environnement (IPIECA - *International Petroleum Industry Environmental Conservation Association*) a consacré deux volumes aux impacts biologiques des marées noires sur les marais salés et les mangroves. Le document sur les marais salés explique l'importance donnée au sujet par le fait que ces marais peuvent piéger et retenir de grandes quantités d'hydrocarbures et sont difficiles à nettoyer. Le document sur les mangroves expose qu'elles sont des pièges à hydrocarbures notoires et que les arbres pollués meurent souvent, précisant que la réhabilitation peut être désirable pour des zones de mangroves endommagées. Il fournit une information sur les techniques utilisables.



Impact sur les herbiers et les récifs coralliens

Comme les marais littoraux et les mangroves, les récifs de coraux et les herbiers de phanérogames sont des biotopes symboliques de la préservation de l'environnement littoral. Les récifs de coraux ont leur partie vivante sous la zone intertidale. Les herbiers de phanérogames marines sont en grande partie subtidaux. Les uns et les autres ne sont pas des victimes obligatoires d'une pollution marine accidentelle : des nappes de polluant flottant qui atteignent le littoral par temps calme n'englueront pas les herbiers mais seulement les coraux les plus superficiels. L'engluement pourra prendre des dimensions importantes avec un polluant coulant, ou en cas de forte houle repoussant du polluant sous la zone intertidale.

Le suivi écologique intégrera donc une évaluation de la mortalité par contact direct avec le polluant, au niveau de la végétation, de la faune sessile et de la faune vagile associée.

Mais la part majoritaire de l'étude d'impact sur ces biotopes portera généralement sur les **effets toxiques dus à la part du polluant qui se dissout ou entre en suspension dans la colonne d'eau : altérations de la croissance, de la reproduction, de la capacité de recolonisation, de la faune et de la flore liées et, pour les coraux, de l'activité sécrétrice de mucus**. Si les opérateurs de la lutte ont tenté de réduire la dérive d'un polluant flottant vers le littoral par un traitement aux dispersants, une analyse de bénéfice ou de déficit environnemental net de ces tentatives pourra être ajoutée, afin d'en tirer un retour d'expérience à l'usage des futurs plans d'urgence.

Les résultats entreront dans l'évaluation des potentialités et de l'intérêt d'une opération de restauration des parts du récif ou de l'herbier qui sont trop endommagées pour une régénération naturelle rapide et complète.

D3



Les exemples d'opérations de restauration d'herbiers après des pollutions accidentelles sont rares et généralement d'ordre expérimental. Les exemples de restauration de récifs sont par contre nombreux. Mais presque tous concernent des réparations de dégradations mécaniques, dues en particulier à des échouements de navires, et non des déversements de polluants. Le site Internet du bureau de réponse et de restauration environnementale de la NOAA, déjà signalé en page 4, est une source particulièrement riche sur le sujet.

Impact de la lutte

Dans les premiers jours de la réponse à une pollution accidentelle, le souci légitime de réduire l'impact possible sur les espèces mobiles, susceptibles de s'égarer dans la zone polluée, les oiseaux en particulier, l'emporte sur la raison environnementale. Il en résulte un impact écologique indéniable d'une partie des opérations de lutte, reconnu dans tous les bilans. Les cours et les manuels avertissent contre les risques d'une lutte excessive. Mais ces avertissements sont difficiles à faire respecter dans l'urgence. Il y aura donc encore des impacts des opérations de lutte dans les pollutions futures, résultant pour partie d'un sur-nettoyage, pour partie de négligences.

Le sur-nettoyage, ou nettoyage à blanc, consiste à vouloir enlever tout le polluant, ou du moins toute la part visible, au risque de détruire en

même temps des éléments de faune et de flore qui survivraient à la présence de polluant résiduel et serviraient de base à un repeuplement naturel.

La négligence consiste à circuler abusivement sur des terrains fragiles, ou à y stocker du matériel ou des déchets sans les précautions adéquates, sous le prétexte de l'urgence.

Le suivi écologique abordera l'impact des techniques de lutte point par point, en cherchant à distinguer la part qui revient à chacune des deux formes d'excès indiquées plus haut, en exploitant comme référence les quelques espaces non nettoyés. Il s'attachera par ailleurs à bien distinguer si les techniques elles-mêmes étaient inadéquates ou si les dommages ont résulté d'une mise en œuvre inconsidérée.

D4

L'étude d'impact environnemental de la pollution du pétrolier *Sea Empress* au pays de Galles commence son dossier sur les impacts du nettoyage par un coup de chapeau à une gestion des opérations ayant accordé "une haute priorité aux considérations environnementales". Elle donne ensuite un intéressant tableau des impacts de différentes techniques de lutte sur 10 combinaisons de techniques et de sites (extrait ci-après).

Table 10.2 Observed consequences of clean-up activity carried out on rocky shores

Clean-up technique	Main study sites	Observed worst case effects
Dispersant spraying followed by scrubbing	Manorbier, Monkstone Beach.	Reduced densities of typical invertebrate populations compared with uncleaned areas. In particular there was a loss or failure of recruitment of juvenile limpets at a Manorbier site where dispersants were used. In 1997 there was successful recruitment, so any effect was limited to one year. Loss of the lichen <i>Arthrogyria halodytes</i> from barnacle cases. This was still evident in autumn 1997.
Dispersant spraying followed by scrubbing and high pressure washing.	Tenby (Paragon); St. Catherines Island; Gosker Rock.	Stripping of all invertebrates and algae, including surface biofilms, resulting in the delayed resettlement of algae and a different pattern of recolonisation by invertebrates, particularly barnacles and edible winkles. Limpet numbers remained low in Autumn 1997.
Wiping of rock with releasing agents	Manorbier, Skrinkle Haven, Church Doors	These agents were used only at points of public access where the biota was sparse. No effects due to cleaning were observed.

Le cas des ressources exploitées

- Ressources de la pêche
- Activités aquacoles
- Saliculture et autres usages de l'eau

E1

E2

E3



Qu'une ressource naturelle soit exploitée par l'homme ne l'exclut en aucune manière du suivi écologique d'une pollution : il n'y a aucune différence de fond dans les effets d'un polluant selon qu'une espèce est exploitée ou pas. Le suivi écologique prendra donc les espèces exploitées en compte, au même titre que les autres. Il pourra utiliser à cet effet aussi bien des modèles démographiques propres à l'exploitation de ces ressources, que des modèles applicables à tous les types de peuplements.

Mais les modèles utilisés devront être adaptés aux réalités de l'exploitation des ressources naturelles, qui déplace constamment ses efforts d'un lieu, d'une technique, d'une espèce et d'un marché à l'autre, en fonction d'aléas multiples, dans lesquelles une pollution accidentelle ne constitue qu'un paramètre parmi d'autres. Le suivi écologique portant sur ces ressources s'arrêtera donc aux effets qualitatifs et quantitatifs, sans en tirer de spéculations sur les dommages subis par les opérateurs économiques, laissant à ceux-ci et aux économistes le domaine qui leur appartient.

Ressources de la pêche

Le premier problème de la pêche face à une pollution accidentelle est d'établir la réalité de la zone et des produits affectés, pour éviter la mise sur le marché de produits potentiellement dangereux et prévenir une perte de confiance des consommateurs. Situés pour la plupart très loin des zones touchées, ceux-ci voient en effet souvent la situation bien plus noire qu'elle n'est, les médias centrant leurs images et leurs textes sur de l'information choc plutôt qu'exhaustive.

Le **suivi écologique pendant l'urgence** s'attachera donc prioritairement à mesurer les limites de la zone affectée et à établir quelles espèces doivent être exclues du marché, en provenance de quel type de pêche. Ce suivi mesurera la croissance et la décroissance du niveau de contamination des espèces. C'est aussi lui qui mettra en évidence le moment du retour à la situation d'origine ou au niveau de tolérance fixé par la norme en vigueur. Dans cette phase, le suivi écologique est essentiellement au service de la

surveillance sanitaire, tout en établissant les bases de données dont il aura besoin ensuite.

L'urgence passée, comme pour les espèces non exploitées, **le suivi écologique à terme** s'attachera à quantifier la mortalité éventuellement induite à court, moyen et long termes. Il qualifiera et quantifiera les effets sublétaux sur le comportement, la croissance, la reproduction. Il suivra la montée éventuelle d'ulcérations et nécroses, non seulement cutanées, mais aussi internes.

Qu'il soit d'urgence ou à terme, ce suivi écologique particulier aux produits de la pêche dispose d'une bibliographie abondante. Elle établit en particulier que les mollusques filtreurs, bioaccumulateurs puissants, sont souvent plus affectés au plan organoleptique que les algues, crustacés et poissons. Elle établit aussi que les atteintes aux espèces mobiles, qui peuvent fuir la pollution, sont plus limitées et plus difficiles à mettre en évidence que celles aux espèces fixées.



Suivi de la contamination de produits de la pêche dans la pollution du chimiquier Ievoli Sun.



Suivi de la décontamination des produits de la conchyliculture dans la pollution du pétrolier Erika.

Activités aquacoles

Toutes les activités aquacoles, continentales comme marines, font usage en ressource de base d'une eau de qualité. La conchyliculture tire en outre sa nourriture des ressources phytoplanctoniques de cette eau et repose largement sur le milieu naturel pour ses besoins en juvéniles. Les produits aquacoles ont la même sensibilité directe aux polluants que les espèces comparables non exploitées. Elevés sous forme fixée, sur le fond, en cages ou en bassins, ils ne peuvent échapper à une nappe polluante que déplacés par l'homme en dehors de la zone affectée. Toute atteinte par une pollution accidentelle à la température de l'eau comme aux équilibres naturels des composés chimiques dissous ou en suspension peut être cause de dommages pour l'aquaculture, par altération des qualités de l'eau, par effet direct sur l'espèce cultivée, par atteinte au plancton, ou par effet sur le captage des juvéniles.

Le suivi d'urgence s'attachera prioritairement à établir les limites de la zone directement affectée

et à fixer quels produits doivent être temporairement interdits à la vente, voire détruits. C'est aussi lui qui établira, pour les espèces interdites à la vente, la décroissance progressive du niveau de pollution et mettra en évidence le moment de retour au seuil de tolérance fixé par la norme en vigueur. Comme pour la pêche, dans cette phase, le suivi écologique est essentiellement au service de la surveillance sanitaire, tout en construisant les bases de données qui lui serviront pour la suite.

L'urgence passée, le suivi scientifique à terme s'attachera, comme pour les espèces non cultivées, à quantifier la mortalité éventuellement induite à court et moyen termes, ainsi qu'à qualifier et quantifier les effets sub-létaux (sur la croissance, la résistance aux épizooties, la reproduction, etc.). Ce suivi écologique particulier aux produits de l'aquaculture dispose d'une bibliographie abondante pour les pollutions par hydrocarbures, mais très limitée pour les pollutions chimiques.

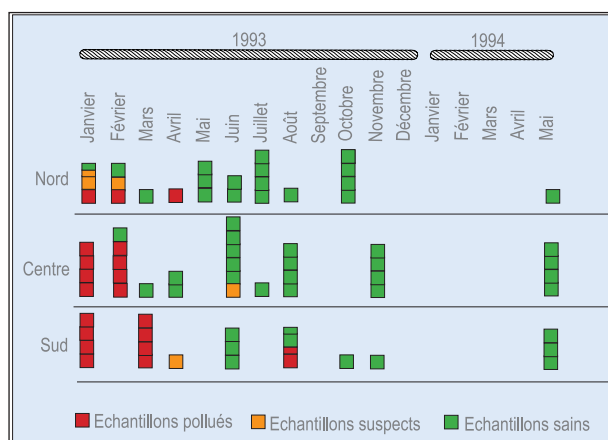
E2



© IFREMER - O Barbaroux.

Suivi d'urgence des bassins conchylicoles par l'IFREMER dans la pollution de l'Erika.

Suivi de l'altération de goût des saumons d'élevage suite à la pollution du Braer aux Shetland.



Saliculture et autres usages de l'eau

La saliculture exploite une ressource naturelle non biologique de l'eau, le sel. D'autres activités, comme la récolte du maërl, font usage de ressources biologiques fossiles. Ces ressources naturelles peuvent être temporairement affectées par une pollution accidentelle, soit par un effet d'engluement (maërl englué par une nappe de fuel lourd coulant), soit par une altération chimique (corps dissous ou en suspension susceptibles de se trouver piégés dans la cristallisation du sel). Leur exploitation pourra donc faire l'objet d'une interruption temporaire, jusqu'à retour à une situation normale.

Ces atteintes sont généralement très limitées, en espace et en durée. Mais il peut arriver qu'elles posent des problèmes décisionnels difficiles. Ouvrir les prises de salines à une eau porteuse

de polluant peut conduire à la récolte d'un produit impropre à la commercialisation ou porter atteinte dans l'esprit du public à l'image d'une production locale qu'une charte rigoureuse a doté d'une image forte de produit naturel. Laisser les prises fermées au moment où il faudrait les ouvrir pour assurer la production de l'année constitue une application évidente, mais pas nécessairement raisonnable pour tous, du principe de précaution.

Ces sujets constituent des cas difficiles pour les responsables du suivi écologique. Ils pourront se voir demander non seulement des résultats de mesures, mais aussi des prévisions à terme de plusieurs mois, dans une situation exceptionnelle, sur laquelle les précédents sont rares et peu documentés.

E3



Dans la pollution de l'*Erika*, face à des qualités d'eau comparables, les exploitants des salines de Noirmoutier ont choisi de remplir leurs bassins dès le printemps 2000 quand ceux des salines de Guérande ont jugé nécessaire de sacrifier une année de production. Ces derniers avaient investi beaucoup plus lourdement dans l'image de leur produit au cours des années précédentes et savaient présente dans le traict du Croisic la menace non réglée de nappes d'hydrocarbures enfouies.

Barrages antipollution improvisés sur des étiers de salines.

La restitution des informations

- Gestion historique et géographique
- Dossier informatif permanent
- Colloques de restitution scientifique
- Rapport de synthèse
- Après le rapport de synthèse

F1

F2

F3

F4

F5

F



Le suivi écologique d'une pollution accidentelle des eaux comporte de nombreux compartiments qu'il faut rassembler, confronter et hiérarchiser pour en tirer une synthèse globale, attendue avec impatience par les autorités et le public. Il est donc souhaitable que tous les laboratoires impliqués puissent restituer leurs résultats dans un

cadre historique et géographique commun. Il est par ailleurs nécessaire que l'information soit présentée et débattue au fur et à mesure de sa mise en forme dans des colloques ouverts à tous. Cela permet au rapport de synthèse final d'être attendu de manière plus sereine, d'être mieux argumenté et de bénéficier d'une crédibilité forte.

Gestion historique et géographique

Il existe aujourd'hui sur le marché international des logiciels d'archivage, de modélisation et d'aide à la décision présentés comme capables de stocker sur système d'information géographique l'ensemble des données d'un plan de lutte anti-pollution national ou local, de modéliser des prévisions de dérive et d'impact, d'aider à la décision dans le choix des lieux, techniques et moyens de lutte, de recevoir et gérer l'ensemble des informations portant sur les conséquences économiques et écologiques, de quantifier les dommages économiques et écologiques. D'un autre côté, de nombreux centres de recherche développent ou utilisent des systèmes d'information pour le stockage et l'exploitation de leurs données environnementales.

Utiliser ces systèmes pour un archivage et une exploitation coordonnés de l'ensemble des données historiques et géographiques du suivi écologique d'une pollution accidentelle paraît

donc a priori séduisant et plusieurs accidents récents ont fait l'objet de tentatives dans ce sens. Aucun n'a encore pleinement réussi. Soit les produits utilisés par les différentes équipes impliquées n'étaient pas suffisamment compatibles, soit les fonds cartographiques n'étaient pas suffisamment interchangeables, soit les stratégies de stockage et de mise en forme des données n'étaient pas suffisamment compatibles.

Le premier exemple de gestion des données d'une pollution accidentelle à travers un système d'information géographique unique et complet ne pourra venir que d'une structure ayant prévu cela dans son plan de lutte et dans son programme d'archivage des données. En attendant la venue de ce premier cas, **on gagnera toujours à s'entendre sur le choix d'un même fond cartographique pour tous et d'une archive commune de la pollution et des opérations de lutte**, quels qu'en soient les supports.

F1

En s'inspirant d'un travail réalisé pour la *Maritime and Coastguard Agency* par un prestataire de services, après la pollution du pétrolier *Sea Empress* au pays de Galles (1996), le *Cedre* a engagé la construction d'une archive aussi complète que possible des opérations de lutte contre la pollution de l'*Erika*, à l'usage de tous ceux qui auront ultérieurement le besoin de retrouver cette information, en particulier les équipes chargées du suivi écologique. En partie consultable sur notre site Internet (www.ifremer.fr/cedre), cette archive sera éditée en CD-Rom.



Dossier informatif permanent

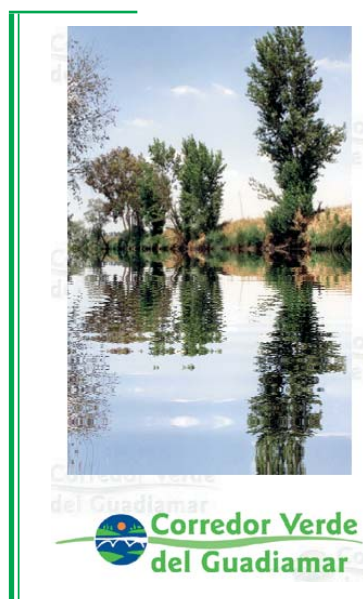
Une communication complète et transparente est devenue aujourd'hui un élément incontournable de la réponse à une situation exceptionnelle, non seulement dans l'urgence des premiers jours mais aussi sur les sujets conflictuels ultérieurs. Le suivi écologique d'une pollution accidentelle n'échappe pas à cette règle. **Les journalistes, le public et les politiques attendent des responsables qu'ils tiennent constamment à leur disposition une information précise et compréhensible sur l'avancement des travaux et les résultats obtenus.**

Cette information permanente prendra nécessairement la forme de documents imprimés périodiques. Une lettre d'information, des états d'avancement succincts, bien présentés et bien

illustrés, sont des supports à privilégier. Si l'attente du rapport final doit se prolonger plusieurs années, des synthèses de l'acquis à l'issue de chaque année pourront être utiles.

Dans le suivi d'une pollution majeure, la production d'un CD-Rom pourra s'imposer pour rassembler une masse considérable d'informations sous un volume réduit. Un premier exemple d'un tel document électronique est disponible (voir ci-dessous). Une variante peut consister à ouvrir un site Internet d'information sur le suivi écologique en cours. Ce site documentera de manière permanente l'évolution de chaque composante et pourra renvoyer, pour ce qui est achevé, vers des documents imprimés ou des versions successives d'un CD-Rom.

F2



Dans les semaines qui ont suivi la pollution du fleuve Guadiamar par le déversement de boues de la mine d'étain d'Aznalcollar (1998), la province d'Andalousie a mis en place un site Internet d'information sur la pollution et ses impacts qui est vite devenu la référence des observateurs. Les données de ce site lui ont ensuite servi de base pour éditer en 2001 un CD-Rom "Corredor verde del Guadiamar" qui présente l'accident, ses impacts connus, le programme de suivi écologique et le programme de réhabilitation en cours. Ce dernier programme est construit autour de la création d'un corridor vert le long des berges du fleuve, sur une grande partie de la zone affectée par la pollution.

Colloques de restitution scientifique

Les colloques de restitution scientifique sont des éléments indispensables de la restitution des informations d'un suivi écologique. Ils sont de deux niveaux : les colloques internes aux partenaires du suivi et les colloques ouverts, dans lesquels les partenaires confrontent leurs résultats à des opinions extérieures.

Les colloques internes rassemblent tous les partenaires d'un suivi ou, pour les pollutions majeures, un groupe de partenaires travaillant sur un même sujet (ex : l'impact sur l'avifaune). Ils servent non seulement à diffuser vers les autres l'information établie par un partenaire, mais aussi à coordonner et calibrer les travaux, en vue d'éviter toute incohérence entre les approches des différentes équipes. Organisés dans le cadre du programme de suivi, ils peuvent être restreints aux seuls partenaires du program-

me, ouverts à des auditeurs extérieurs sélectionnés, ou totalement publics. Ils doivent dans tous les cas faire l'objet d'un compte rendu de résultats mis à la disposition du public.

Les colloques externes sont les lieux où les partenaires d'un suivi confrontent leurs résultats à ceux d'autres parties, la communauté scientifique internationale en premier lieu, mais aussi jusqu'aux experts mobilisés par le pollueur pour sa défense. Ces colloques peuvent être organisés dans le cadre du programme de suivi, comme une présentation de résultats préalable à l'édition du rapport final. Ils consistent plus souvent en des sessions spécialisées à l'intérieur d'un colloque scientifique périodique et réputé, garantissant une bonne liberté d'expression à tous les points de vue, dans les limites de l'honnêteté et de l'objectivité scientifique.

F3

Le colloque "*Amoco Cadiz - Conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures*", tenu à Brest en novembre 1979, constitue un exemple de colloque externe organisé par les responsables du suivi, dans la zone même de la pollution et dans un délai assez bref, donc devant un public très sensibilisé.

Le colloque "*Exxon Valdez Oil Spill - Fate and Effects in Alaskan Waters*" constitue un exemple de session dédiée, organisée dans le cadre d'un colloque périodique plus large (la 3^{ème} session du "*Symposium on Environmental Toxicology and Risk Assessment*", Atlanta, Géorgie, avril 1993), loin de la zone polluée et plus longtemps après la pollution.



Rapport de synthèse

Le rapport de synthèse est le document de clôture du suivi écologique. Il résume objectivement le travail fait et les résultats obtenus, mettant en évidence leurs points de convergence et éventuellement de divergence, dans un langage clair, compréhensible par tous. Il qualifie et quantifie toutes les atteintes, en mettant fin par sa clarté et son objectivité à toute polémique éventuelle sur le sujet.

Il décrit comment et jusqu'à quel point les équilibres naturels se sont rétablis seuls ou avec l'aide de l'homme. Il tire les leçons écologiques de la pollution et des actions qui ont été menées, mettant à la disposition de toutes les parties concernées un retour d'expérience directement

exploitable pour une meilleure préparation à des pollutions futures. Il ne rentre pas dans tous les détails des travaux réalisés et des hypothèses examinées et abandonnées. Mais il fournit une liste bibliographique complète du suivi réalisé et des travaux publiés.

Il peut s'arrêter à de pures conclusions factuelles. Mais il gagnera en général à les compléter de recommandations portant sur la protection des sites et des peuplements, la réalisation de l'état des lieux au moment de la pollution, les techniques de lutte les plus respectueuses de l'environnement, ou tout autre point d'importance pour les décideurs de la lutte ou les organisateurs du suivi écologique.

F4

Il n'y a pas toujours un comité national chargé d'établir l'impact environnemental d'une pollution accidentelle des eaux, même majeure. Il n'y a ainsi pas eu de rapport final d'un tel comité ni pour la pollution de l'*Amoco Cadiz* (1978) en Bretagne, ni pour celle de l'*Exxon Valdez* (1989) en Alaska. Pour la première pollution, l'information est essentiellement disponible dans les actes, publiés en 1981, du colloque de 1979 "Amoco Cadiz, conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures" et, sous forme synthétique, dans le rapport scientifique et technique CNEXO de bilan de ce colloque, publié aussi en 1981. Pour l'*Exxon Valdez*, deux sources majeures existent : d'une part les actes du colloque de 1993 "Exxon Valdez Oil Spill : fate and effects in Alaskan waters", publiés en 1995, d'autre part les articles publiés dans les différentes sessions bi-annuelles de l'*International Oil Spill Conference* postérieures à l'accident.

Le rapport final de l'impact environnemental de la pollution du *Sea Empress* au pays de Galles (1996) se termine sur deux catégories de recommandations logiques dans un rapport qui s'est voulu en même temps complet et livré dans un délai relativement bref après l'accident (2 ans). La première catégorie consiste en recommandations spécifiques à cette pollution et à la zone affectée, touchant principalement les suivis à continuer sur les sites et peuplements pour lesquels il n'est pas encore possible d'établir un bilan complet. La seconde catégorie consiste en recommandations d'intérêt général, tirées de l'expérience de cette pollution, à l'usage de différents services et agences du gouvernement, sur les recherches et les actions susceptibles de conduire à une meilleure gestion de futurs accidents.

Après le rapport de synthèse

Si le rapport de synthèse clôt la mission des contributeurs du suivi écologique, celle des responsables de ce suivi continue, parfois pendant plusieurs années, sur deux points particuliers : l'interface avec les études scientifiques de l'après-pollution et l'indemnisation du suivi scientifique.

Il est exceptionnel que le rapport de synthèse du suivi écologique ne signale pas quelques points sur lesquels **des travaux plus longs méritent d'être poursuivis pour clarifier des impacts à moyen et long termes**, sans que cela justifie de maintenir ouvert un programme global de suivi scientifique. Ces travaux plus longs portent généralement sur des impacts hypothétiques, faisant appel à des connaissances scientifiques encore incomplètes. Ils s'inscrivent tout naturellement dans le cadre des études scientifiques de l'après-pollution, visant à accroître le niveau des connaissances pour permettre une meilleure gestion de pollutions futures. Il pourra alors être demandé

aux responsables du suivi écologique de contribuer à l'orientation de ces études, pour assurer qu'elles sont bien adaptées aux besoins identifiés dans le cadre du suivi.

Visant à mieux préparer la réponse aux pollutions futures, ces études n'entrent naturellement pas dans l'indemnisation due par la source ou le responsable juridique de la pollution. **Le suivi écologique entre par contre dans le champ de cette indemnisation.** C'est bien évidemment le cas dans les pays qui ont prévu une indemnisation du dommage écologique. Mais c'est aussi le cas dans les pays qui ont privilégié la restauration environnementale, comme la France : la prise de décision sur cette restauration ne peut se baser que sur un suivi écologique adapté. La difficulté est naturellement de s'entendre sur l'étendue et le coût de ce suivi adapté. Les responsables seront conduits là, parfois après des années, à expliquer et justifier ce qu'ils ont engagé.

F5

Dans un document établi en février 2001 pour le groupe de travail intersession du FIPOLE 92 sur l'admissibilité des réclamations pour les dommages environnementaux, l'ITOPF distingue trois types d'études de suivi écologique :

- Les études spécifiques liées à la restauration possible d'habitats ou de populations affectés, ou à l'évaluation d'effets à long terme sur des populations exploitées ;
- Les études physiques, chimiques et biologiques de nature intégrée, conçues pour évaluer l'impact global d'une pollution sur différents composants de l'environnement marin ;
- Les études sur des aspects particuliers de la réponse à une pollution, impliquant des polluants exceptionnels ou de nouvelles techniques de réponse, susceptibles d'accroître l'efficacité de la lutte contre des pollutions futures.

A son avis, seules les études des deux premiers types sont susceptibles d'être indemnisées.

Pour en savoir plus

Les documents cités ici ne sont que la bibliothèque de base à connaître.
De nombreux autres documents peuvent être utiles.
Beaucoup sont disponibles au service de documentation du *Cedre*.

■ Rapports de synthèse

MARCHAND M. *Amoco Cadiz : bilan du colloque sur les conséquences d'une pollution accidentelle par hydrocarbures*. Brest : CNEXO, 1981. 86 p. (Rapport scientifique et technique CNEXO, n° 44).

ECOLOGICAL STEERING GROUP ON THE OIL SPILL IN THE SHETLAND. *The Environmental Impact of the Wreck of the Braer : final report*. Edinburgh : The Scottish Office, 1994. 207 p.

Seguimiento de la contaminación producida por el buque Aegean Sea. Madrid : Ministerio de Medio Ambiente, 1996. 185 p.

SEA EMPRESS ENVIRONMENTAL EVALUATION COMMITTEE. *The environmental impact of the Sea Empress Oil Spill : final report of the SEEEC*. Londres : The Stationery Office, 1998. 135 p.

■ Actes de colloques

Amoco Cadiz : conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures. Actes du colloque international, Centre Océanologique de Bretagne : Brest (France), 19-22 novembre 1979. Paris : CNEXO, 1981. 881 p.

WELLS P.G., BUTLER J.N., HUGUES J.S. *Exxon Valdez Oil Spill : fate and effects in Alaskan waters*. Philadelphia : American Society for Testing and Materials, 1995. 995 p. (ASTM STP, 1219).

DAVIES J.M., TOPPING G. *The impact of an oil spill in turbulent waters : the Braer. Proceedings of a symposium, the Royal Society of Edinburgh, 7 - 8 September 1995*. Londres : the Stationery Office, 1997. 263 p.

■ CD-ROM

Corredor verde del Guadiamar : un espacio para todos. (2001). [CD-ROM]. Séville (Andalousie) : Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. 1 CD-ROM.

2001 International Oil Spill Conference : global strategies for prevention, preparedness, response and restoration. Abstracts since 1969 and full text Proceedings for 2001, 1999, 1997, 1995. (2001). [CD-ROM] Tampa (Floride) : Tampa Convention Center. 2 CD-ROMS.

■ Site Internet

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Bureau de réponse et de restauration environnementale (DARP). (Page consultée le 07 janvier 2002). *DARP sites*, [En ligne]. Adresse URL : www.darp.noaa.gov/national.htm.

■ Guides sur l'impact des polluants

INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION (IPIECA).
Londres : The IPIECA Oil Spill Report Series :

Guidelines on biological impacts of oil pollution. 1990. 15 p., vol. 1.

Biological impacts of oil pollution : coral reefs. 1992. 16 p., vol. 3.

Biological impacts of oil pollution : mangroves. 1993. 20 p., vol. 4.

Biological impacts of oil pollution : saltmarshes. 1994. 20 p., vol. 6.

Biological impacts of oil pollution : rocky shores. 1995. 20 p., vol.7.

Biological impacts of oil pollution : fisheries. 1997. 28 p., vol. 8.

*Biological impacts of oil pollution : sedimentary shores.*1999. 20 p., vol. 9.

■ Ouvrage de référence sur les effets des hydrocarbures

Oil in the sea : inputs, fates and effects. Washington (USA) : National Academy Press, 1985. 601 p.

Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations
sur les pollutions accidentelles des eaux
Rue Alain Colas, BP 20413, F 29604 Brest Cedex
National : Tél. 02 98 33 10 10 - Fax 02 98 44 91 38
International : Phone +33 2 98 33 10 10 - Fax +33 2 98 44 91 38
E-mail : cedre@ifremer.fr - Internet : <http://www.ifremer.fr/cedre>

