SCIENCES & AVENIR

LA MAREE NOIRE

Pourquoi la côte bretonne est-elle la plus riche et la plus fragile?

Comment le pétrole détruit l'équilibre biologique.

Le vrai bilan dressé par les biologistes et les écologistes.

Comment réparer.

Moyens de défense: espoirs et réalités.

Pourquoi les superpétroliers se brisent.

N° 375 mai 1978: france 10 francs, suisse 7 francs, espagne 165 pesetas, canada 3 dollars

La marée noire

Marie-Ange d'Adler – Fabien Grubier – Laurent Broomhead

Le choc sur l'opinion a été considérable. L'impact économique risque d'être sévère. Et bien des questions se posent auxquelles, déjà, certaines réponses peuvent être données. Car toutes les formes vivantes ne sont pas atteintes au même degré. Car on sait pourquoi la lutte contre la marée noire a échoué. Et l'on peut très bien diagnostiquer le mal qui frappe les pétroliers géants.

I - Un paradis écologique. – II - L'étendue des dégâts
III - L'échec d'une lutte. – IV - Ce qui arrive aux pétroliers

TOUT porte à le craindre : le sinistre record de l'*Amoco Cadiz* sera un jour battu. A mesure que leur capacité s'enfle, les pétroliers nous habituent à des déversements dont l'ampleur suit une croissance parallèle : en 1967, les 70 000 tonnes du *Torrey Canyon* ne paraissaient pas moins formidables que le volume presque quadruple déversé onze ans plus tard au large de Portsall. La société industrielle montre ainsi une sorte d'accoutumance aux ravages gluants du pétrole. A moins qu'il ne s'agisse de résignation : ce ne sont certainement pas les très douteux progrès des techniques de prévention, de lutte et de dépollution qui autorisent à se montrer confiant. Il ne reste plus alors qu'à essayer de faire le bilan des dégâts. Sait-on que cette partie de la Manche qui borde les côtes septentrionales de la Bretagne est, pour la faune marine, une zone exceptionnelle ?

I – Un paradis écologique

LA marée noire de l'*Amoco Cadiz* a pollué une des merveilles écologiques de l'Europe. De Ouessant aux Sept Iles, la flore et la faune de la côte bretonne sont exceptionnellement riches. Elles sont aussi exceptionnellement bien inventoriées. On est donc bien armé pour évaluer l'étendue des dégâts à long terme.

« La Manche est un modèle réduit de l'Atlantique du nord-est, dit Louis Cabioc'h, sous-directeur de la station biologique de Roscoff. On y trouve concentrées sur quelques dizaines de milles les conditions écologiques de fonds qui se dispersent sur des centaines de milles dans les mers avoisinantes ». Louis Cabioc'h le sait d'autant mieux qu'il a terminé en 1976 un inventaire de la faune benthique de la Manche. Ce travail a été mené en collaboration avec le laboratoire maritime du Museum National d'Histoire Naturelle à Dinard, l'Institut de Biologie Maritime et Régionale de Wimereux (université de Lille) et la laboratoire de géologie de l'université de Caen. Pendant quatre ans, 2 500 stations ont été faites : chaque fois le bateau s'est arrêté, la drague est descendue, des sédiments ont été ramassés, les animaux triés. De Ouessant et Land's End jusqu'à la frontière belge, la Manche a été ainsi quadrillée selon un maillage de 4 à 5 milles au large, 2 milles près des côtes, plus serré encore dans les baies.

« La température de l'eau au fond détermine les potentialités de peuplement, explique Louis Cabioc'h. S'y ajoutent la nature des fonds et la vitesse des courants ». Or la température de la Manche diminue progressivement d'ouest en est en hiver et augmente au contraire suivant la même direction en été.

On passe ainsi de conditions océaniques à l'entrée ouest de la Manche à des conditions continentales dans la partie est.

A cela s'ajoutent, se superposant, des gradients hydrodynamiques dans des directions très variées qui condition-

Une petite crique (à gauche) proche de Portsall : on distingue nettement la frange de « mousse au chocolat » formée par le pétrole échappé de l'épave (à droite).

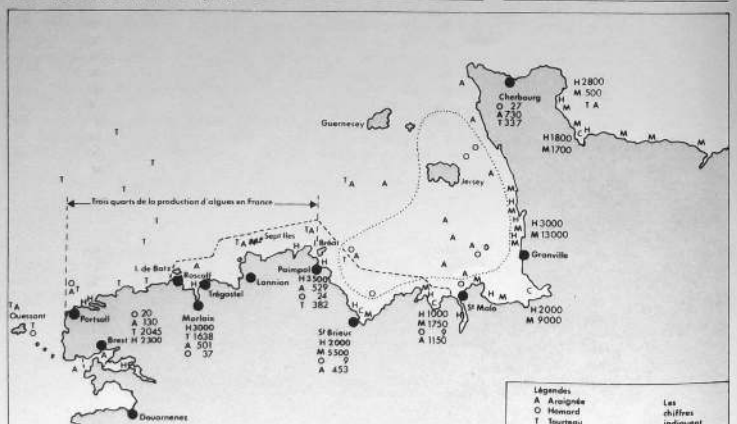
nent la nature du fond. En effet, sur les champs de galets émergés lors de la dernière glaciation quaternaire, la mer, en revenant, a distribué dans les courants de marée les matières siliceuses et organiques selon leurs dimensions. Dans les courants les plus forts, tout est balayé : seule subsiste la nappe caillouteuse. Lorsque le courant est moins fort, on trouve des nappes de graviers avec des coquilles et du sable, puis des sables grossiers, ensuite des sables de plus en plus fins jusqu'aux vases des baies protégées. Les courants, moyens au milieu de la Manche, se renforcent dans les goulets et autour des caps, ralentissent dans les baies. On trouve donc, d'une extrémité à l'autre de la Manche, des gradients sédimentaires répartis de la même façon sur des gradients de température qui, eux, diffèrent d'ouest en est. A ces combinaisons de climat et de nature de fond correspondent évidemment des peuplements différents. Tous ces peuplements ont été échantillonnés, inventoriés. Ils ont même été passés au crible de l'analyse mathématique pour déterminer des modèles.

Ainsi a été décrit, dans les sables fins des entrées de baies, le peuplement *Abra alba* : c'est le nom d'un minuscule mollusque lamellibranche qu'on retrouve avec constance en ces lieux, et souvent en position dominante. Ces peuplements extrêmement riches en petits mollusques et crustacés, dont la liste ne varie pas, mais dont les quantités se modifient d'un mois à l'autre et d'une année sur l'autre, constituent de véritables « nurseries » pour les alevins. Ils couvrent 3 % de la surface dans la moitié française de la Manche et sont un maillon important de la chaîne alimentaire. Ainsi les sables fins de la baie de Morlaix contiennent-ils jusqu'à une centaine d'espèces de la macrofaune (plus de deux centimètres). On comprend que, pour les biologistes comme pour les pêcheurs, ces baies doivent être protégées de la pollution à tout prix.

Dans cet inventaire minutieux, la région Ouessant - Sept Iles remporte la palme. C'est, sans conteste, le paradis des biologistes avec ses quelque 3 000 espèces animales et 650 espèces d'algues recensées (1). Tout contribue à cette richesse. La stabilité thermique d'abord : la température de l'eau au fond n'a que trois degrés de différence entre l'été et l'hiver, alors que la différence atteint douze degrés en Manche orientale. Cette stabilité thermique favorise les échanges nutritifs : le brassage qui amène à la surface les phosphates et les nitrates se poursuit toute l'année tandis qu'il est très ralenti en été dans les zones où l'eau chaude et légère reste en surface, formant une couche séparée de l'eau profonde nettement plus froide et donc plus lourde. A cela s'ajoute un gradient de la nature des fonds. Du sud vers le nord, les fonds de la Manche vont en s'appauvrissant : les côtes britanniques ont des fonds sableux, dotés d'une faune moins diverse que les fonds caillouteux variés du littoral breton. Enfin, cette partie de la Manche est précisément située à la frontière entre les zones tempérée chaude et boréale. Le gradient climatique serré y favorise la présence d'espèces nordiques comme d'espèces océaniques ou d'espèces de zones tempérées chaudes.

(1) Et l'inventaire des algues unicellulaires reste à faire.

L'activité humaine est touchée de plein fouet par la marée noire : pêche et récolte des goémons en premier lieu. Grâce à des inventaires précis, l'Institut scientifique et technique des pêches maritimes sera en mesure d'évaluer les dégâts causés par l'accident de l'Amoco Cadiz sur les pêches commerciales. Cette carte a été dressée d'après les tonnages pêchés au cours de la campagne 1976. Par ailleurs, une collection de photographies aériennes en infra-rouge des champs d'algues qui couvrent la côte de la Bretagne du nord servira de base de comparaison pour estimer la mortalité des algues. Dans le seul quartier maritime de Brest (qui va du sud de la rade jusqu'aux environs de Roscoff), les ressources en pêche et goémon concernent plus de mille pêcheurs et représentent environ 25 millions de francs par an.



A l'intérieur de cette zone, le site de Roscoff montre une richesse particulière grâce à la grande diversité de ses biotopes : côtes battues par les vagues, plages de sables fins, anses protégées, zones accidentées abritées derrière une île (l'île de Batz), gradients de salure dans le milieu protégé de la baie de Morlaix... Depuis que la station biologique de Roscoff existe, des milliers de biologistes ont étudié le littoral avoisinant. Trois cents espèces d'animaux et soixante espèces d'algues ont été découvertes dans un rayon de 50 kilomètres entre 1945 et 1970.

Dès que l'échouage de l'*Amoco Cadiz* a été connu, la station biologique de Roscoff et l'Institut d'Etudes Marines de l'université de Brest ont réalisé immédiatement de nombreux prélèvements d'échantillons qui se sont ajoutés aux études en cours et aux inventaires déjà faits pour fournir un « point 0 », avant pollution. Cet état des lieux sera comparé à celui que feront apparaître de nouveaux prélèvements faits à intervalles réguliers dans les mois et les années à venir. En même temps, des études de toxicité seront menées et les processus de recolonisation observés. A condition, bien sûr, que les moyens en hommes et en argent soient donnés.

II – L'étendue des dégâts

POUR les oiseaux, le désastre est manifeste. Quinze jours après le naufrage de l'*Amoco Cadiz*, on avait dénombré officiellement 1 700 oiseaux atteints par la marée noire. Cela signifie que plusieurs milliers, au total, sont morts englués dans le pétrole. Selon l'ornithologue Jean-Yves Monnat, maître-assistant à la Faculté des Sciences de Brest et membre de la Société pour l'Etude et la Protection de la Nature en Bretagne, « la pollution par les hydrocarbures semble être un facteur majeur dans la diminution de certaines populations d'oiseaux marins. La catastrophe de l'*Amoco Cadiz* est spectaculaire car elle a provoqué une mortalité très concentrée dans le temps et dans l'espace, mais chaque année un nombre encore plus grand d'oiseaux meurent du fait de petites pollutions survenues par milliers ».

Si l'on s'en tient aux chiffres publiés pour les accidents majeurs (2), ils sont déjà impressionnants : 8 000 oiseaux morts sur les côtes de Cornouailles après le naufrage du *Torrey Canyon*, en mars 1967, et environ deux mille en France ; 15 000 aux Pays-Bas en février 1969 ; 17 000 dans la mer d'Irlande en septembre de la même année ; 12 000 dans le nord-est de la Grande-Bretagne en janvier 1970.

« Trente-cinq espèces ont été touchées par la marée noire de l'*Amoco Cadiz*, estime Jean-Yves Monnat. Les plus atteintes sont précisément celles que l'on voit diminuer partout depuis trente ans parce qu'elles sont particulièrement sensibles à la pollution par les hydrocarbures. Le groupe des alcidés, c'est-à-dire des macareux, pingouins et guillemots, qui barbotent en permanence dans l'eau, représente 75 % des oiseaux mazoutés ramassés dans les quinze jours qui ont suivi l'accident. Ces oiseaux ne pondent qu'un œuf par an et ne le remplacent pas s'il est détruit : la reconstitution d'une colonie est donc très difficile. L'équilibre de ces populations est basé sur la longévité et la ponte d'un œuf unique. En raccourcissant la vie des couples, on détruit lentement l'espèce ».

Parmi les alcidés (dont certains étaient en migration de retour vers les îles ouest de la Grande-Bretagne), les macareux sont particulièrement touchés. Sans doute parce qu'environ un tiers d'entre eux étaient en état de mue totale et donc incapables de voler au moment de l'accident. Les plongeons imbrins étaient eux aussi en mue totale à cette époque. Ceci explique une surmortalité de ces oiseaux (qui nichent en zone arctique) par rapport à leur nombre dans la région polluée. Forte mortalité enfin chez les populations locales de cormorans huppés.

Pour les macareux et les pingouins, la Bretagne représente la limite méridionale d'installation. Les accidents de ce genre menacent donc la survie de ces espèces dans cette région. Aux Sept Iles, la seule colonie bretonne importante de macareux, le nombre de couples, évalué à 2 500 avant l'accident du *Torrey Canyon* (7 000 en 1950), était tombé à quelques centaines après l'accident. Il n'était guère remonté depuis. Les dégâts parmi les fous de Bassan et les pétrels fulmars, pour lesquels les Sept Iles représentent respectivement la seule colonie et la plus importante, sont relativement moins graves puisqu'il s'agit d'espèces en extension.

Le déséquilibre introduit par la marée noire entre les espèces ne fait qu'accentuer le processus de disparition de certaines d'entre elles : ainsi les goélands se multiplient-ils lorsque les macareux leur laissent le terrain libre. Or ils détruisent le couvert végétal : les macareux ne peuvent plus y nicher dans leurs terriers. On risque donc d'atteindre un point de non retour.

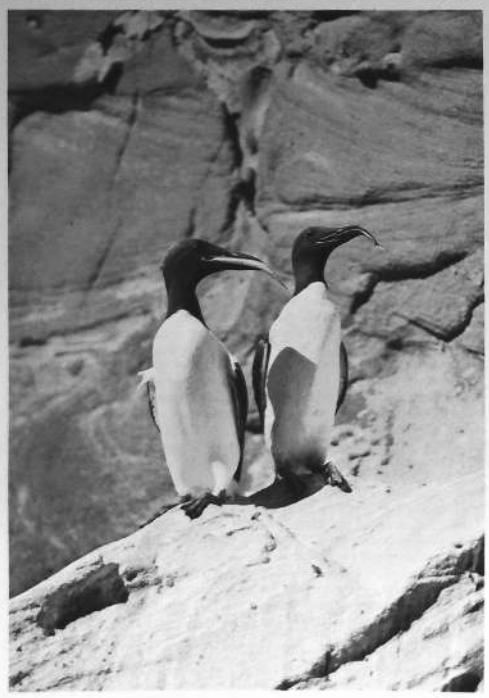
Les oiseaux mazoutés peuvent-ils être sauvés ? En théorie, oui. En pratique, les résultats des opérations de sauvetage sont très décevants. En Grande-Bretagne, pays où la sensibilité du public à l'égard des animaux est très développée, la *Royal Society for the protection of birds* et la *Royal Society for prevention of cruelty to animals* recommandent de sacrifier les oiseaux mazoutés qui sont ramassés vivants.

Le processus de pollution est le même pour tous : sous l'effet des hydrocarbures, le plumage est englué. Le sebum protecteur est enlevé, l'eau pénètre dans le plumage, le matelas d'air disparaît : la température de l'animal tombe très rapidement en même temps que son métabolisme augmente. Il en résulte une mort par épuisement. A cela s'ajoutent les effets provoqués par l'inhalation et l'ingestion des hydrocarbures. Tous ces processus sont encore amplifiés par le stress et le choc que subit l'animal.

Le traitement consiste à nettoyer le plumage avec des détergents très dilués, puis à rincer abondamment : « il faut que le plumage soit parfaitement propre pour que l'oiseau ait envie de reprendre son toilettage » dit Jean-Yves Monnat. C'est en effet en lissant chaque jour ses plumes avec son bec (certains oiseaux y consacrent un tiers de leur temps) que l'animal les enduit du sebum produit par les glandes situées près de sa queue. Or il faut que cette protection imperméable soit reconstituée et que les plumes et les barbes aient repris leur position normale pour que l'oiseau redevienne étanche. Cette réhabilitation nécessite trois à quatre semaines. Passé ce délai, l'oiseau doit être relâché, sinon il perd toute chance de survie.

Des observations faites par le Pr Balouet (laboratoire de pathologie de la Faculté de Médecine de Brest) sur les oiseaux recueillis après le naufrage du *Boehlen*, montrent en effet que les oiseaux développent en captivité une pathologie secondaire dont ils peuvent

(2) Voir le chapitre écrit par W.R.P. Bourne, du département de zoologie d'Aberdeen, dans « Marine Pollution », publié par R. Johnston aux éditions Academic Press Inc., Londres 1976.



mourir au bout de plusieurs mois : ulcérations des pattes, infections par des champignons, etc. Même dans les conditions extraordinaires que l'on trouve au laboratoire de recherche sur les oiseaux marins de Texel (dans une île de la Frise), les résultats sont extrêmement décevants. En reconstituant des conditions de vie très proches des conditions naturelles, les chercheurs parviennent bien à y faire vivre des pingouins et des guillemots en captivité avec une mortalité qui est la même que celle des colonies libres. Mais cette mortalité est multipliée par dix pour les oiseaux sauvés du mazout, alors même qu'ils semblent, dans les premiers jours, parfaitement guéris et acceptés par leurs congénères.

Quant à favoriser la recolonisation en faisant venir des couples de régions préservées, Jean-Yves Monnat n'y croit guère. Cette solution revient à enlever des oiseaux d'endroits où ils jouissent de conditions favorables, pour les placer dans des sites où la survie est difficile : elle paraît inefficace et peut-être éthiquement condamnable.

Il est beaucoup plus difficile de se faire une idée précise des dégâts que les pollutions par le pétrole exercent à long terme sur les animaux marins autres que les oiseaux et sur les algues. Du reste les biologistes se sont soigneusement gardés de faire des pronostics pendant les premières semaines qui ont suivi l'échouage de l'*Amoco Cadiz*. Ils savent que ce n'est pas possible d'extrapoler des expériences de laboratoire sur la toxicité du pétrole à la réalité de la vie en mer, où un énorme brassage est réalisé en permanence par le vent et les courants. Quant à se fonder sur l'expérience des accidents passés, ce n'est guère raisonnable : il n'y a pas deux pollutions semblables. D'un accident à l'autre, le pétrole diffère – lourd pour le *Torrey Canyon*, léger pour l'*Amoco Cadiz*–, ou le traitement : après l'accident du *Torrey Canyon*, l'essentiel des dégâts sur la flore et la faune britanniques a été causé par les détergents utilisés pour nettoyer le littoral, ont montré les biologistes du Laboratoire de Plymouth (3) ; or, cette fois-ci, on n'a pas répandu de détergents par moins de cinquante mètres de fond. Ou bien c'est la nature de la côte qui diffère :

Petit pingouin (en haut à gauche), guillemots (en bas), macareux (à droite), les alcidés sont les plus vulnérables à la pollution par les hydrocarbures. Chaque accident pétrolier accélère le recul démographique entraîné par la pollution chronique.

100 000 tonnes de pétrole léger comme celui de l'*Amoco Cadiz* ont été répandues en 1976 dans la baie de Corogne, mais le feu y a été mis immédiatement, et les côtes accores de la baie espagnole ont certainement été moins polluées que le littoral à faible pente de la côte bretonne.

Jusqu'à présent la plupart des biologistes semblaient s'accorder pour dire qu'en haute mer le pétrole reste à la surface sous forme d'un film mince vite déchiré par l'action des vagues, et dont l'effet (filtration de la lumière) paraît négligeable. Les populations de poissons ne semblent guère avoir souffert de l'accident du *Torrey Canyon* et la pêche commerciale ne s'en est pas ressentie. En revanche, la pollution peut être désastreuse sur certaines parties du littoral. Poussée par le vent (la nappe de pétrole se déplace à près de 4 % de la vitesse du vent), la couche d'hydrocarbures se dépose à marée haute sur les pointes et les baies sous le vent. L'effet de cette couche d'hydrocarbures est essentiellement physique (trop épaisse, elle empêche les échanges avec l'air), plus encore que chimique. Sa toxicité varie avec le temps qui s'est écoulé entre l'épandage du pétrole en mer et son arrivée à la côte (une semaine pour le pétrole du *Torrey Canyon*, ce qui explique peut-être en partie sa relative innocuité, les fractions les plus toxiques ayant eu le temps de disparaître par évaporation). Elle dépend aussi de l'aspect physique de la côte touchée. Un littoral battu par le vent et les vagues sera vite débarrassé de la plus grande partie de la pollution : il n'y a pas meilleur nettoyeur que le mauvais temps !

Après la marée noire de l'*Amoco Cadiz*, le premier bilan dressé par l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes a montré que 25 à 30 % des huîtres des abers Benoît et Vrach étaient mortes, que beaucoup d'autres avaient un goût de pétrole, et que toute une génération de laminaires, ces grandes algues dont on tire les alginates pour faire des liants, était sans doute perdue. En même temps, les biologistes de l'Institut d'Études Marines, à l'université occidentale de Bretagne, ont eu la surprise de constater que, tandis que les espèces littorales de la zone de balancement des marées (très résistantes parce qu'adaptées au découvrement périodique) semblaient relativement peu touchées, en revanche la côte à proximité de l'épave était jonchée de cadavres d'animaux vivant sous le « zéro des cartes », c'est-à-dire sous le niveau de la plus basse mer possible.

A quelques milles sous le vent de l'*Amoco Cadiz*, des cadavres de poissons de roches – vieilles, gobies, gadidés – sont arrivés en masse sur les plages. En revanche les « nageurs » comme les lieux, les mulets, les bars, étaient plus rares : ont-ils fui ou sont-ils simplement allés mourir ailleurs ? Parallèlement, la première sortie du navire du Centre Océanologique de Bretagne organisée dans le cadre du recensement des pertes montrait qu'en certains endroits des colonnes d'eau étaient uniformément émulsionnées de pétrole sur une hauteur allant jusqu'à 60 mètres. Est-ce l'effet d'une mer agitée sur un pétrole léger particulièrement facile à émulsionner ? Quoi qu'il en soit, l'estimation des dégâts sur la flore et la faune prendra des mois et même des années. Le programme de « suivi » proposé par les scientifiques est du reste étagé sur trois ans (voir encadré).

Ce n'est pas avant l'été que les biologistes marins pourront constater si la marée noire a affecté la floraison printanière (elle commence en avril) du plancton végétal, base de toute la chaîne alimentaire. Déjà ils savent que d'importants déséquilibres peuvent se manifester localement lors de la reconstitution de micro-milieux détruits par le pétrole. « Si l'on part de zéro, un repeuplement en diatomées se fait tout au long de l'année, les espèces apparaissant chacune à la date qui lui est favorable. Les premières venues occupent évidemment la place au détriment des autres et, au bout de six mois, le nouveau peuplement ne ressemble pas à l'ancien » explique Louis Cabioc'h. « Il faudra ensuite passer par une phase de rééquilibrage où les espèces les mieux adaptées au milieu reprennent l'avantage ».

Ainsi, les champs d'algues se reconstitueront sans doute rapidement car il suffit d'un fragment de quelques centimètres pour amorcer le repeuplement. Mais, on a vu, après l'accident du *Torrey Canyon* en particulier, que la recolonisation a été faite en priorité par des algues vertes (Enteromorpha et Ulva) qui se sont développées d'autant plus vite que leurs « brouteurs », les patelles, étaient tués par les détergents. Or ces algues n'ont pas d'intérêt industriel et ne sauraient remplacer, pour l'économie bretonne, les algues brunes côtières, *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum*, dont on fabrique des farines pour l'alimentation du bétail.

Plusieurs années pourront s'écouler avant que, dans telle ou telle baie, une niche écologique complexe, comportant plusieurs centaines d'espèces, soit reconstituée. Une forte pollution locale peut être fatale à une espèce qui se maintenait difficilement à la limite de sa zone de dispersion. Elle peut accélérer un processus de disparition : les pêcheurs de Saint-Brieuc s'inquiétaient d'autant plus devant la menace de pollution que les coquilles Saint-Jacques sont en diminution dans leur baie. Les animaux à valeur marchande sont pour beaucoup des crustacés à croissance lente : il faut cinq ans pour qu'un bébé homard atteigne une taille commerciale, quatre ans pour « faire » une grande coquille Saint-Jacques, trois ans pour une araignée de mer adulte, deux ans pour qu'un tourteau mesure sept centimètres.

Les hommes peuvent, dans quelques cas, aider à la recolonisation d'espèces commerciales : ainsi l'Institut des Pêches propose de réaliser en été des plantations de laminaires, à partir de plantules obtenues en laboratoire. D'autres efforts pourraient être tentés : en aquaculture par exemple pour réinstailler des dizaines de milliers de jeunes soles si les poissons plats s'avéraient durement touchés. Les « écloseries » de homards de Bretagne Sud pourraient accélérer la reconstitution des populations sur la côte Nord.

A long terme, l'accident de l'*Amoco Cadiz* ne devrait pas avoir de conséquences sur la chaîne alimentaire car les hydrocarbures ne sont pas stockés par les animaux marins. Le temps nécessaire à l'épuration varie selon la nature du pétrole et le degré de pollution : six mois pour des huîtres qui avaient été polluées par un pétrole lourd, un peu moins pour des moules, disent les spécialistes de l'Institut des Pêches.

« Ou bien le pétrole excède les possibilités naturelles d'épuration du milieu marin, et alors il tue localement, explique Maurice Aubert, directeur du Centre d'Etudes et de Recherches de Biologie et d'Océanographie Médicale (CERBOM). Ou bien il est attaqué par les bactéries marines. Ces microorganismes le dégradent en protéines et en hydrates de carbone qui enrichissent le milieu ». Mais le Dr Aubert remarque aussi que les hydrocarbures peuvent empêcher les diatomées de libérer des antibiotiques, ce qui pourrait aboutir, à la longue, à une modification de l'équilibre bactérien de la mer et à une « dérive écologique ». D'autres observations, faites en mer du Nord, mer quasi fermée où la pollution par le pétrole est permanente, semblent montrer qu'à très long terme la teneur des eaux en plancton tend à diminuer au fur et à mesure que celle en hydrocarbures augmente.

III – L'échec d'une lutte

POUVAIT-ON lutter contre une pareille nappe ? Il faut bien le constater : depuis le naufrage du *Torrey Canyon*, non seulement on n'a pas appris à prévenir les marées noires, mais l'expérience prouve que les remèdes et techniques étudiés dans les laboratoires sont finalement d'un faible secours dans les conditions réelles.

A l'époque du *Torrey Canyon*, on voyait dans les détergents un bon moyen de faire disparaître intégralement la nappe de pétrole dans la masse d'eau de mer, un peu comme on débarrasse le linge de sa saleté ou la vaisselle de sa matière grasse. Les produits répandus dans la mer en 1967 étaient d'ailleurs souvent ceux-là même que l'on emploie pour la lessive. De fait, il est relativement aisé de transformer en émulsion stable une couche superficielle d'hydrocarbures. Mais on change ainsi une pollution bidimensionnelle en pollution tridimensionnelle affectant toute la mer. L'avantage est exclusivement visuel ou, si l'on veut, esthétique : on ne voit plus rien. Les inconvénients de la pollution demeurent, amplifiés peut-être par cette homogénéisation, et à coup sûr par la toxicité intrinsèque des détergents qui, à l'époque du *Torrey Canyon*, était notable.

Un programme scientifique sur trois ans

Un plan de « suivi » écologique sur trois ans a été proposé au ministère de l'Environnement par une demi-douzaine d'équipes scientifiques coordonnées par le CNEXO. Ce sont le Centre Océanologique de Bretagne, l'Institut d'Etudes Marines de l'Université occidentale de Bretagne, la Station biologique de Roscoff, l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, la Société pour l'Etude et la Protection de la Nature en Bretagne, le Laboratoire Arago de Banyuls, l'Institut Géographique National et l'Institut Français du Pétrole. Le programme de recherches prévu pour la première année nécessite dix millions de francs. Il est assorti de la demande d'une vingtaine de chercheurs nouveaux.

*Un premier bilan serait dressé dans les deux mois : cartographie et trajectoire des nappes, recensement des ramassages de cadavres, première estimation des dégâts sous la mer. Il serait suivi par une étude d'impact de la pollution de l'*Amoco Cadiz *sur la flore et la faune par comparaison avec des états précédents ou des sites comparables.*

Des moyens très divers sont envisagés puisqu'il s'agit aussi bien de comparer des inventaires dans des sites connus, que de faire participer les pêcheurs à des enquêtes comparatives, ou d'évaluer l'activité microbienne dans la dégradation du pétrole.

Enfin, le programme prévoit de gérer, dans la mesure du possible, la restauration écologique : par exemple en surveillant la teneur en hydrocarbures de l'eau des abers, par des dosages effectués tous les quinze jours, pour déterminer le moment favorable à une réimplantation d'huîtres. Ou en procédant directement à des recolonisations artificielles, possibles pour certaines algues ou certains poissons.

Chez les oiseaux pollués par les hydrocarbures, la structure fine du plumage est dérangée et l'étanchéité disparaît.

Caractéristiques de quelques « bruts »

Type (teneur en (paraffine)	Origine	Caractéristiques du brut			Résidu à 200 °C		Résidu à 350 °C	
		% soufre	densité	viscosité	% volume	viscosité	% volume	densité
Elevée (plus de 10 %)	Indonésie (Jatibarang-Java)	0,11	0,882	130	88		73	0,913
	Nigeria (Escravos)	0,16	0,844	6	66		31	0,931
Moyenne (5 à 10 %)	Algérie (Zarzaitine)	0,08	0,815	7	64	100	38	0,897
	Irak (Kirkok)	1,95	0,845	10	64	120	40	0,950
Basse (moins de 5 %)	Koweit (Koweit) (1)	2,50	0,870	20	73	700	50	0,972
	Arabie (Arabe léger) (2)	1,80	0,858	10	72	90	46	0,950
	Iran (Sirip blend)	2,45	0,892	50	75		59	0,990
Très basse (brut très visqueux)	Venezuela (Boscan)	5,40	0,998	2000	96			

(1) Impliqué avec le *Torrey Canyon*. (2) Impliqué avec l'*Amoco Cadiz*.

(3) Torrey Canyon Pollution and Marine Life. A report by the Plymouth Laboratory of the Marine Biological Association of the United Kingdom ; edited by J.E. Smith, Cambridge University Press, 1968.

De toute manière face à une grande nappe de pétrole, une telle « lessive » s'avère démesurée. Il faut répandre d'énormes quantités de détergents. Il faut espérer, de plus, que l'océan voudra bien fournir l'agitation requise. Dans ces conditions, aucun spécialiste ne songe plus à venir à bout d'une marée noire avec ce procédé.

Pourtant, des produits chimiquement très voisins de ces détergents désormais bannis ont été employés aux abords de l'*Amoco Cadiz* durant son hémorragie pétrolifère. Avant de s'en expliquer, les spécialistes de l'Institut Français du Pétrole (IFP) commencent par préciser qu'il s'agissait non plus de détergents, mais de « dispersants ». La différence ? Avant tout une question de dosage. Le but visé n'est plus du tout une homogénéisation dans la masse de l'eau, mais le morcellement de la nappe en une mosaïque de mini-nappes moins incontrôlables.

Au lieu d'une masse énorme et continue dans laquelle les oiseaux s'engluent, et qui arrive à la côte pour s'y échouer, ce sont des séries de flaques : le ramassage est plus facile. En outre la fragmentation aurait pour effet d'accélérer la biodégradation du pétrole par les bactéries, dans la mesure où le facteur limitant une telle digestion est notamment la disponibilité d'oxygène à l'interface pétrole-eau.

Enfin, on affirme à l'IFP qu'une nappe de pétrole non traitée par les dispersants a davantage tendance à subir une auto-émulsification car le pétrole brut contient des tensio-actifs naturels, tels que les asphaltènes : à mesure que les fractions les plus volatiles s'évaporent, laissant un résidu de plus en plus visqueux, ce quasi-bitume agité par la mer se gorge d'eau et se transforme en une abominable « mousse au chocolat » contenant jusqu'à 70 ou 80 % d'eau. Le tonnage de polluant à récupérer sur la côte s'en trouve multiplié d'autant : 100 000 tonnes de pétrole se changent en 400 000 tonnes de mousse à pomper sur le rivage, à stocker, transporter et traiter.

En dépit de tous les avantages allégués en leur faveur, les dispersants ne font nullement l'unanimité : la stratégie déployée tant bien que mal après le naufrage du pétrolier a précisément souffert d'un conflit à ce propos. Lorsqu'il fut devenu évident que le pompage de la cargaison était impraticable, alors même que le navire avait commencé à se disloquer, on s'interrogea sur l'attitude à tenir. Il fut tout de suite très clair que l'IFP et l'ISTPM (Institut scientifique et technique des pêches maritimes, qui dépend de la Marine Marchande) ne trouveraient pas de terrain d'entente quant à ces dispersants. Le premier institut préconisait d'y recourir sans tarder. D'ailleurs, au moment de la catastrophe, le ministère de l'Environnement allait précisément publier une procédure d'homologation les concernant. On disposait de produits mille fois moins toxiques que les détergents contemporains du *Torrey Canyon* (dose létale de quelques grammes par litre au lieu de quelques milligrammes), biodégradables, efficaces à faible dose..., présentant donc toutes les garanties souhaitables.

Ces produits en instance d'homologation furent donc employés, mais pour une partie seulement – environ 20 % – du pétrole échappé de l'épave. Car l'ISTPM, fervent adversaire des disper-

*(A gauche) : dès l'échouage de l'*Amoco Cadiz*, les biologistes de Roscoff et de Brest ont fait un « point zéro » (photos et prélèvements) sur les côtes où la marée noire n'était pas encore arrivée. Ici, deux spécialistes des algues, à Roscoff, photographiés par Jean Vasseur, maître-assistant de zoologie qui travaille depuis quinze ans à la station biologique. Chaque site est soigneusement repéré, photographié, numéroté afin de permettre des comparaisons au cours des mois à venir.*

(A droite) : après pollution et mort des algues, le repeuplement risque d'être différent : à Trévone en Cornouailles, avant l'accident du Torrey Canyon *(en haut). Fucus sombre et un peu d'algues vertes. Enteromorpha. Trois mois après la pollution (milieu), les algues vertes ont envahi les rochers. Dix ans plus tard (en bas), le site a repris son aspect premier.*

La « panoplie » des produits anti-pétrole

La marée noire de l'Amoco Cadiz, à défaut d'être combattue efficacement par des produits anti-pollution, aura au moins servi la cause des dépollueurs. Elle est devenue en quelque sorte un terrain d'essais mondial dont les enseignements permettront peut-être demain de lutter plus efficacement. Aujourd'hui, en plus des moyens déjà connus, les propositions – qui ne sont pas toujours désintéressées ni toujours sérieuses –, s'accumulent sur les bureaux des responsables. Et ces derniers s'interrogent comme chaque fois en pareil cas, sur le bien-fondé qu'il y a à disperser, couler ou épaissir la nappe d'hydrocarbures.

Une chose est sûre : dans l'état actuel des connaissances, le produit miracle aux mille qualités n'existe toujours pas. Chaque produit a sa spécificité. Ainsi une bonne efficacité va-t-elle rarement de pair avec une absence de toxicité. De plus, les conditions d'utilisation de ces produits ne font, aujourd'hui encore, l'objet d'aucune législation globale. Et de toute façon, la panoplie des produits utilisables pour lutter contre les marées noires est relativement limitée.

Les produits dispersants : *faute de pouvoir récupérer les hydrocarbures par des moyens mécaniques – les couches de pétrole ne sont épaisses, sur leur grande partie, que de quelques microns – les spécialistes font appel à des produits pour diluer la pollution et la disperser dans la masse aqueuse sous forme d'une émulsion plus ou moins fine. L'usage de ces produits reste cependant sujet à discussions : des solvants et des tensio-actifs entrent dans leur formule chimique.*

Les dispersants de deuxième génération ont fréquemment pour solvant un hydrocarbure non aromatique de faible toxicité. Ils comportent de 15 à 20 % de tensio-actifs. Le BP 1100 X et le Finasol OSR-2 en sont deux bons exemples. Ils permettent de travailler sur des nappes d'hydrocarbures relativement visqueuses et par conséquent sur le pétrole qui a « vieilli en mer ».

Leur relative toxicité et leur trop grand pouvoir dispersant vont à l'encontre de ce que l'on recherche au voisinage des côtes où il faut récupérer les hydrocarbures. Ils doivent donc n'être utilisés qu'en pleine mer. Enfin ils présentent un inconvénient majeur : celui de n'être efficaces qu'en grandes quantités (de 15 à 30 % en poids du pétrole à traiter).

Les dispersants de la troisième génération ont des formules dans lesquelles les tensio-actifs, qui peuvent être inoffensifs ou peu toxiques, entrent pour 50 à 100 %. Ces produits, comme le BP 1100WD, le Finasol OSR 5 et 7, sont de moins bons émulsifiants que les produits de deuxième génération. Ils « cassent » moins bien le film d'huile à traiter et s'accommodent mal du traitement de nappes vieillies. Il faut donc y recourir le plus tôt possible si l'on veut qu'ils soient véritablement efficaces.

Leur mise en œuvre est relativement aisée. Selon le mode d'épandage retenu, bateau ou avion, il leur suffit de représenter 2 à 7 % de la masse à traiter. Ces produits peuvent contribuer au nettoyage des côtes car ils sont peu toxiques et peu émulsifiants, ce qui facilite le ramassage éventuel des déchets. L'Institut français du pétrole doit d'ailleurs « profiter » de la récente catastrophe pour tester l'un de ces dispersants de troisième génération mélangé à un absorbant minéral – talc, bentonite, sépiolithe, argiles. Pour traiter 15 000 tonnes d'hydrocarbures, il faudrait une quantité équivalente d'absorbant alors que 300 tonnes environ de ces dispersants suffiraient. Les deux produits utilisés et les hydrocarbures devraient s'amalgamer et former un mélange flottant facilement récupérable, dont 70 % se dégraderaient en l'espace de quelques jours.

Reste à savoir si les espoirs placés dans cette technique seront couronnés de succès. Pour les chercheurs de l'IFP, ce test arrive un peu tôt. Ils auraient en effet préféré se « faire la main » sur des nappes d'hydrocarbures parfaitement contrôlées. Une expérience était prévue pour le 24 avril. Une campagne plus importante devait suivre en septembre.

Les dispersants de quatrième génération, encore en cours de développement, devraient permettre d'accélérer la dégradation des produits pétroliers en adjoignant de l'azote et du phosphore à leurs molécules. En dépit du progrès accompli, ce ne sont pourtant pas encore des panacées, ainsi que l'explique Claude Gatellier de l'IFP : « Plus on alourdit la molécule en propriétés, moins elle est efficace dans chacune de ses fonctions (pouvoirs solvant, tensio-actif et biodégradant) ».

Pour le moment, un seul produit de ce type existe sur le marché. Son utilisation reste limitée au seul traitement des nappes terrestres.

Les repousseurs, *à l'opposé des dispersants, sont présentés comme des produits merveilleux : versés à la périphérie d'une nappe, ils créent un véritable barrage chimique à l'expansion du pétrole et, progressivement, le rassemblent et le regroupent. Dès lors le pompage devient possible.*

Si l'effet obtenu est saisissant en laboratoire, le passage aux conditions réelles déçoit : ces produits peu toxiques, car insolubles, n'opèrent vraiment que si la surface de l'eau est parfaitement lisse, si donc la mer est calme. Pourtant, certains n'excluent pas de les utiliser à titre préventif sur les plages en cas de menace de marée noire.

Les absorbants coulants. *Cette solution a l'avantage de la propreté apparente : elle consiste à éliminer les hydrocarbures de la surface en les faisant couler. Pour cela, on a recours à des produits non toxiques comme le Nautex hydrophobe – sorte de craie formée de microcoquillages fossiles – qui agit un peu comme une éponge à hydrocarbures. Le mélange ainsi formé voit alors sa densité augmenter et coule donc par simple gravité au fond de l'eau. Ce produit a donné, semble-t-il, d'excellents résultats dans les lacs et les étangs où existent des milieux fermentescibles propices à la dégradation des hydrocarbures. En revanche il serait imprudent de fonder des espoirs sur son emploi en mer.*

« On ne connaît pas, en effet, expliquent les spécialistes, de dégradation anaérobie (sans oxygène) des hydrocarbures. Dans ces conditions, l'emploi de produits comme le Nautex risque de masquer la pollution en précipitant la marée noire au fond de la mer où ils ne se dégraderont pas faute de conditions favorables. »

Les absorbants flottants. *De nombreux matériaux, généralement inoffensifs, sont aussi proposés pour agglomérer les hydrocarbures, épaissir ainsi les nappes et permettre enfin leur récupération par des moyens mécaniques. Parmi les matières qui s'offrent à l'utilisateur, on trouve :*

— la sciure de bois (en particulier la sciure de pin) et la paille... qui épongent malheureusement plus l'eau que le pétrole ;

— la tourbe, également très bonne éponge, qui offre l'avantage de pouvoir être brûlée après coup ;

— la poudrette de caoutchouc, sur laquelle l'IFP travaille en collaboration avec Michelin (Oléosorb). Produit hydrophobe, flottant et combustible, l'Oléosorb fixe les molécules d'hydrocarbures et finit par former de véritables agglomérés facilement récupérables à l'aide de filets. Toutefois les quantités disponibles sont encore limitées ;

— la mousse de polyuréthane et ses dérivés sont proposés par certains. Ils ont des propriétés identiques mais présentent l'inconvénient d'être très légers et par conséquent sensibles aux vents ;

— les serpillières enfin, comme le Oil mop américain, qui sont montés sur des chaînes sans fin pour éponger le pétrole. De tels systèmes ne peuvent récupérer que de petites quantités. On ne peut donc les utiliser que de façon ponctuelle.

Les gélifiants. *C'est un peu l'œuf de Christophe Colomb : il suffisait d'y penser. Mêlés aux hydrocarbures, ces produits permettraient, du moins en théorie, de transformer le mélange en une espèce de gelée plus ou moins compacte. Ils sont bien connus, si l'on en croit le ministère de l'Environnement, mais ils restent très cher et ne sont pas commercialisés. D'autre part, leur emploi ne peut donner entière satisfaction que si la cargaison d'hydrocarbures et de gélifiants est soumise à un brassage intense provoqué par des pompes. Dans ces conditions, la gélification du contenu d'un pétrolier accidenté apparaît aléatoire. On peut toutefois espérer trouver à terme le moyen de colmater une brèche dans une coque et ainsi d'enrayer les fuites. Des études ont démarré en France voici quelques mois sur ce sujet. Peut-être pourraient-elles déboucher également sur une méthode permettant de « geler » des nappes de pétrole déjà échappées. Cela rendrait ces nappes plus facilement récupérables.*

Jean-François Augereau

sants, ne l'entendait pas de cette oreille. D'où un compromis assez incroyable : les navires de la Marine Nationale, afin de ne déplaire à personne, pratiquèrent au sein des nappes de pétrole un épandage de dispersants à temps partiel.

En conséquence, si les dispersants sont nocifs, on en a tout de même introduit des quantités notables dans la mer. S'ils sont efficaces, on s'est privé du moyen de le vérifier. Car les nappes traitées, qui se sont remélangées aux autres, ne se sont évidemment pas signalées par une particulière facilité de ramassage.

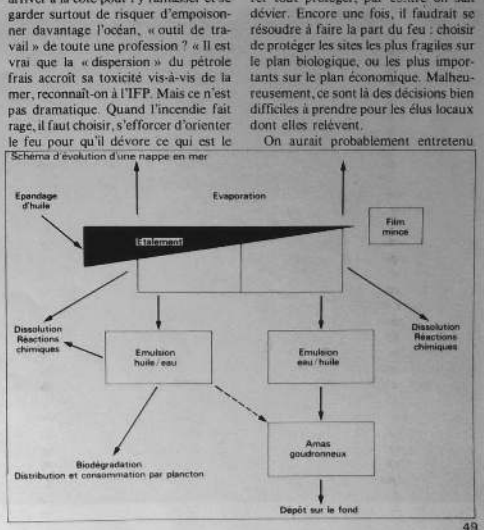
Les arguments de l'ISTPM ne manquent pas de poids : ces produits dispersants, si peu détergents soient-ils, favorisent tout de même la dissolution dans l'eau de certains constituants toxiques du pétrole. Ces produits – benzène, toluène, xylène – sont très dommageables à la faune aquatique.

Entre l'IFP et l'Institut des pêches, et face à la marée noire, on retrouve donc le conflit qui oppose par exemple les hôteliers et les pêcheurs : faut-il nettoyer pour faire revenir le touriste au plus vite, sans lésiner sur les moyens, fussent-ils chimiques, ou au contraire ne rien faire du tout, laisser le pétrole arriver à la côte pour l'y ramasser et se garder surtout de risquer d'empoisonner davantage l'océan, « outil de travail » de toute une profession ? « Il est vrai que la « dispersion » du pétrole frais accroît sa toxicité vis-à-vis de la mer, reconnaît-on à l'IFP. Mais ce n'est pas dramatique. Quand l'incendie fait rage, il faut choisir, s'efforcer d'orienter le feu pour qu'il dévore ce qui est le moins précieux. Un pompier digne de ce nom sacrifiera toujours une forêt pour épargner une maison ». Le problème vient justement de ce que la « maison » ne se situe pas pour tout le monde du même côté du rivage.

Les barrages flottants feraient, eux, dans leur principe, l'unanimité : contenir les nappes de pétrole afin d'en faciliter le pompage, protéger les ports et parcs à huîtres derrière ces véritables cordons sanitaires, nul ne saurait contester le bien-fondé d'une telle stratégie. Las ! L'inefficacité des barrages est liée tout simplement aux mouvements de la mer. Au moindre courant, au moindre creux, les hydrocarbures franchissent ces barrières illusoires.

A vrai dire, les barrages pourraient tout de même constituer un précieux outil de lutte contre la marée noire. Mais il ne faudrait pas leur demander plus qu'ils ne peuvent donner. Car poursuit notre interlocuteur à l'IFP, « si, au lieu de chercher à barrer purement et simplement en prenant le courant de plein fouet, on les montait en épis, par exemple pour épargner l'une des rives d'un aber en sacrifiant délibérément l'autre, on obtiendrait des résultats appréciables ». S'il est irréaliste d'espérer tout protéger, par contre on sait dévier. Encore une fois, il faudrait se résoudre à faire la part du feu : choisir de protéger les sites les plus fragiles sur le plan biologique, ou les plus importants sur le plan économique. Malheureusement, ce sont là des décisions bien difficiles à prendre pour les élus locaux dont elles relèvent.

On aurait probablement entretenu



moins d'illusions quant aux possibilités des barrages si l'expérience « Minipol » prévue l'an dernier au large de Marseille avait pu se dérouler comme prévu. Sous l'égide de l'IFP, l'ensemble des fabricants de matériels anti-marée noire avaient en effet installé en Méditerranée un véritable système intégré avec pompes, barrages, etc., dans l'intention d'exécuter une démonstration en conditions réelles. Mais, lorsqu'il eut connaissance de ce projet, le maire de Marseille, effrayé, remua ciel et terre pour épargner une telle agression à la Méditerranée. Les organisateurs de « Minipol » durent donc se contenter d'une inoffensive exposition flottante de leurs matériels.

« On n'a pas déversé de pétrole, et on n'a rien pu vérifier, commente un spécialiste. Les Britanniques, eux, n'ont pas hésité à polluer la mer à plusieurs reprises, sur une petite échelle, pour expérimenter des techniques antipétrole. C'est grâce à de tels résultats obtenus à l'étranger que les spécialistes français sont notamment avertis de l'inutilité des barrages. Mais les élus locaux auraient sans doute été beaucoup mieux sensibilisés et informés si « Minipol » avait pu se dérouler comme prévu. »

La France dispose cependant d'un certain nombre d'expériences. Expériences cruelles, malheureusement, avec des marées noires qui n'ont certes pas été provoquées volontairement par des fabricants de matériel au moment voulu et là où les engins étaient à pied d'œuvre. On n'en a pas moins tiré diverses leçons. Ainsi du naufrage du *Boehlen* au large de l'île de Sein : en l'occurrence, les cuves contenaient un pétrole brut extrêmement visqueux, du « Boscan » du Vénézuéla, pratiquement solide à la température de la mer.

Tel est le cas du fuel n° 2 que tous les grands navires modernes brûlent. Les pétroliers ne sont donc pas seuls en cause et tout navire disloqué menace les côtes de son fuel : ce combustible très visqueux, quasi solide à la température de l'eau de mer, ne demeure liquide que dans la mesure où le préchauffage des réservoirs fonctionne. A la moindre panne, le fuel n° 2 coagule et ne peut plus être extrait de l'épave par pompage. Voilà pourquoi une technique inédite et relativement complexe a été mise au point et utilisée l'an dernier pour décharger le « Boscan » qui subsistait dans le *Boehlen* : injection d'eau chaude pressurisée pour ramollir cette véritable margarine pétrolière avant de réussir à la pomper. On n'a pas reculé devant le coût énorme de cette opération – 150 millions au total – pour récupérer quelques milliers de tonnes. Cela donne à penser que l'on entretient des craintes très spéciales à l'endroit de ce fuel. Effectivement, le fuel n° 2 possède une durée de vie presque indéfinie en milieu marin. Sa biodégradation ne se fait qu'avec une lenteur extrême. Il ne s'évapore ni ne se dissout. Il constitue donc, au moins sur le plan de la pollution visuelle, la pire de toutes les marées noires.

Pour les pêcheurs, que préoccupent avant tout les effets toxiques sur la faune océanique, un tel bitume ne représente pas forcément la menace la plus grave : ne se dissolvant pas dans l'eau, il aurait plutôt tendance à les inquiéter moins. En revanche, le pétrole de la cargaison, étant constitué à parts sensiblement égales d' « iranien léger » et d' « arabe léger », réputés

Suivi écologique après l'accident du Torrey Canyon : *site découvrant à mi-marée, dans la baie de Newtrain, Trevone (Cornouailles). A gauche : août 1966, avant la pollution, peuplement typique de patelles, etc. A droite en haut : 26 avril 1967, après traitement par détergents : seuls deux mollusques survivent. A droite en bas : le même site en juillet 1977.*

volatils et relativement solubles, se révélerait d'autant plus nocif. Mais on n'en finirait pas d'épiloguer sur les inconvénients respectifs des divers « crus » pétroliers dès lors qu'ils sont répandus dans la mer.

Car il y a pétrole et pétrole. Chaque gisement fournit une huile particulière, possédant sa composition, sa toxicité, sa solubilité, sa viscosité, sa bio-dégradabilité propres. Lorsque les scientifiques sont en présence d'une marée noire, la provenance et la nature exactes de la cargaison les intéressent évidemment au premier chef. Il est évident que les propriétaires des pétroliers accidentés doivent communiquer ces informations, mais les banques de données dont on dispose permettent, sur la base de quelques caractéristiques, d'identifier avec sûreté tel ou tel « brut ». Cela permet d'adapter les procédures de traitement – à condition que l'on s'accorde à leur sujet.

Ainsi coincés entre les pétroliers pollueurs, les autorités administratives et les élus locaux plus ou moins attentifs à leurs conseils techniques, les spécialistes de l'IFP n'ont pas eu, c'est le moins que l'on puisse dire, la partie facile. Comme Jean-François Augereau l'explique dans le cadre de ce dossier (voir page 48) cela ne les a pas empêchés d'expérimenter diverses méthodes nouvelles de lutte et de décapage des côtes. Il n'en sont pas moins réduits à espérer, comme d'habitude, que cela ira mieux la prochaine fois... Le plus tard possible. Et l'on regarde alors avec inquiétude du côté de la flotte pétrolière mondiale.

IV – Ce qui arrive aux pétroliers

VOILA un pétrolier géant, aboutissement de milliers d'heures de travail pour des ingénieurs spécialisés qui disposent des techniques les plus modernes de conception, de construction et de contrôle. Voilà que cette « réussite de la technologie du XX^e^ siècle » se révèle, à la première fuite d'huile venue, irréparable, incontrôlable ; finalement elle se brise en morceaux, répandant sa cargaison dans la mer jusqu'à la dernière goutte. Hasard ou risque calculé ? Pourquoi ces géants s'échouent-ils et pourquoi si souvent dans la même région ? Pourquoi eux ? Pourquoi là ? Il faut, pour répondre, voir comment sont conçus les pétroliers et dans quelles conditions ils sont exploités.

Il existe actuellement 712 pétroliers géants de plus de 200 000 tonnes. Parmi eux, se trouvent plusieurs 555 000 tonnes comme le *Pierre Guillaumat* construit pour la Compagnie Nationale de Navigation. Ces superpétroliers représentent 56 % de la flotte mondiale. Une trentaine d'autres sont en construction dans le monde.

La route de ces « monstres » est toute simple : elle suit d'abord les côtes de l'Afrique. Arrivés au nord de l'Espagne, les pétroliers coupent droit vers la pointe de la Bretagne avant de s'engager dans la Manche. Plusieurs points noirs existent sur cette route : le passage entre Madagascar et l'Afrique, le Cap en Afrique du Sud et enfin le large de la Bretagne. Il s'agit là de trois goulots d'étranglement où les navires tendent à se rassembler pour passer au plus court. La France a rendu obligatoire depuis 1977 le passage par une sorte d'autoroute maritime au large d'Ouessant. Une bande interdite de deux milles de large sépare deux couloirs de quatre milles, l'un à l'est pour la montée, l'autre à l'ouest pour la descente. En fait la bande de séparation est loin d'être un « no man's land ». Les marins racontent qu'on rencontre toujours bon nombre d'inconscients qui remontent le trafic à l'envers, sans compter tous ceux qui doivent nécessairement traverser la zone en diagonale... Or il n'existe pas de gendarme au croisement ; il n'existe pas de contrôle ni de réprimande ; le capitaine est toujours seul maître à bord...

Ainsi, bon an mal an, des milliers de pétroliers passent à quelques milles d'Ouessant en toute liberté. Peut-on avoir confiance ? Connaissant le caractère dangereux de leur cargaison, a-t-on conçu les pétroliers pour qu'ils soient plus résistants que les autres navires ? Jugez plutôt : la coque en acier à haute résistance, c'est-à-dire ce qui sépare le pétrole de l'eau de mer, mesure environ 15 mm d'épaisseur et n'atteint que 22 mm pour les plus gros pétroliers. Tout le travail des dernières années a d'ailleurs consisté à mettre au point des structures plus résistantes pour un poids plus faible : c'est toujours la question d'économie que l'on rencontre ici.

En pleine mer, tout va bien : sous l'effet de la houle, le long navire (plus de 400 mètres pour un 540 000 tonnes !) se plie, se déforme de plusieurs dizaines de centimètres. Il résiste fort bien. Mais cette résistance cache une grande fragilité au moindre accroc : capable en effet de supporter la tempête, un superpétrolier est en revanche déchiré par le moindre récif. La réglementation américaine envisage bien un doublement de la coque. Toutefois certains spécialistes considèrent cette solution comme de peu d'utilité : si un rocher a traversé la première paroi, rien ne l'empêchera de percer la seconde. En revanche, cet espace entre les deux coques pourrait être rempli d'eau pour lester le navire à son retour en Extrême-Orient. Jusqu'à présent cette eau est placée dans des cuves normales puis vidée à l'arrivée, entraînant à la mer une certaine quantité de pétrole.

D'autre part, dès 1971, une convention internationale a limité le volume des cuves. On espérait diminuer ainsi l'ampleur des catastrophes. Les armateurs avaient déjà eu l'idée de fractionner leur soute en cuves distinctes – 14 pour l'*Amoco Cadiz* – afin d'améliorer la stabilité de l'ensemble.

Ces citernes ne sont remplies qu'à 98 % ; il faut prévoir en effet un dégagement de gaz permanent. Sur les navires les plus modernes, les 2 % de vide sont remplis par du gaz inerte, en l'occurrence le gaz de combustion prélevé dans les cheminées, lavé puis refroidi. Ce gaz contient un peu d'oxygène (3 à 4 %), ce qui limite les risques d'incendies en cas de collision avec un autre navire. Des soupapes automatiques évitent la surpression.

Pourquoi les cuves s'ouvrent-elles une à une lorsque le pétrolier s'est échoué ? C'est une question d'équilibre : conçu pour flotter, un pétrolier est totalement déséquilibré par le moindre point d'appui. Aussi, lorsqu'ils doivent reposer en cale sèche, l'emplacement et le nombre des supports doivent-ils être calculés avec précision par ordinateur. La moindre imprécision entraîne des tensions considérables dans la coque, tensions qui conduisent vite à sa rupture. Alors que penser d'un échouage et de récifs !

Voilà une brèche : le pétrole se répand. Une cuve se vide et le pétrolier change donc peu à peu de position ; des pressions de plusieurs centaines de tonnes s'appliquent à toutes les parties de la coque, laquelle cède en plusieurs étapes ; le processus est irréversible. On peut tout juste tenter de vider les cuves intactes avant qu'elles ne s'ouvrent ou accélérer la destruction avec des bombes pour en finir : telle a été la solution adoptée pour l'*Amoco Cadiz*.

On se tromperait toutefois en pensant que ce navire était *a priori* dangereux. C'est tout le contraire ; il était classé à l'*American Bureau of Shipping*, ce qui suppose une certaine qualité de construction et un contrôle annuel de son état de fonctionnement. Fabriqué en 1973 aux chantiers de Cadix des Astilleros Espanoles, c'était l'un des trois principaux pétroliers de l'Amaco Transport Company. Avec son moteur de 30 000 chevaux, 334 mètres de long, 51 de large, et 19,8 mètres de tirant d'eau, l'*Amoco Cadiz* inspirait la confiance. C'est justement pourquoi il y a bien lieu d'être inquiet : un tel accident menace donc tous les pétroliers, même les plus sûrs.

L'avarie survenue était en elle-même très simple : une fuite d'huile dans le circuit de commande du gouvernail a mis hors d'usage les verrins qui déplacent et maintiennent ce panneau métallique de six à huit mètres de haut et de 50 tonnes environ. Livré à lui-même, le gouvernail s'est mis à battre autour de son axe de plusieurs dizaines de centimètres de diamètre. Les gros écrous qui tiennent cet axe n'ont pu résister. Or l'*Amoco Cadiz* avait un seul gouvernail – et une seule hélice de propulsion. Les plus grands pétroliers actuels possèdent un double système d'appareil à gouverner, mais cela n'est pas obligatoire. Les autorités internationales en avaient seulement « retenu le principe » dans une récente conférence.

Sans gouvernail, l'*Amoco Cadiz* est alors livré aux éléments. Il dérive vers la terre. La seule solution est alors de faire appel aux remorqueurs, ou plutôt au remorqueur : car il n'y en a qu'un.

Le pétrole et la mer

Le pétrole brut est essentiellement formé d'hydrocarbures. Il y a toutefois une très grande variabilité dans les proportions des diverses molécules représentées, qui se comptent par dizaines de milliers. Ces hydrocarbures peuvent être linéaires, ramifiés, cycliques etc., et comporter un nombre plus ou moins important d'atomes de carbone : plus elle contient de grosses molécules, plus l'huile sera visqueuse et moins elle sera volatile. Une fraction réduite, mais elle aussi variable, de ces hydrocarbures du mélange appartient à la classe des aromatiques, c'est-à-dire à la famille du benzène. Cela contribue largement à la toxicité du pétrole répandu en mer. De même, les nombreuses autres substances « marginales » entrant dans sa composition (soufre, métaux lourds très toxiques comme le nickel, le vanadium, etc.) accentuent plus ou moins ses inconvénients écologiques.

Les chercheurs ne savent pas encore grand chose de ce qu'il advient du brut répandu dans l'océan. Les mousses, les émulsions et le vieillissement constatés lors des marées noires sont extrêmement difficiles à reproduire en laboratoire. De ce fait, les connaissances que l'on a, ou que l'on croit avoir, sur les rapports physico-chimiques du pétrole et de la mer reposent dans une large mesure sur des déductions qui se réfèrent notamment aux propriétés physiques du polluant. De tels raisonnements ont été construits à propos du pétrole que transportait en 1967 le Torrey Canyon.

Il s'agissait de brut koweïtien de densité 0,869. On connaît les points d'ébullition des diverses fractions de ce produit (dont 53 % de la masse s'évaporent lorsqu'on le chauffe jusqu'à 400 °C, sa densité augmentant alors jusqu'à 0,983). L'étude des courbes correspondantes permet de supposer que ce brut du Koweït perd 25 % de son volume, par simple évaporation, après quelques jours en mer. Mais la forme émulsionnée (émulsion d'eau dans l'huile et non l'inverse) que l'on observe dans la réalité, et que l'on ne parvient guère à recréer en laboratoire, influe sur ce rythme d'évaporation : dans les échantillons de mousse recueillis cinquante jours après la catastrophe du Torrey Canyon, *la fraction pétrolière avait une densité de 0,970. Cela implique que 50 % de l'huile originelle s'étaient évaporés.*

*Les spécialistes de l'Institut Français du Pétrole ont évidemment procédé à de nombreuses analyses concernant les résidus pétroliers originaires de l'*Amoco Cadiz. *Les prélèvements effectués à la fin du mois de mars à Portsall contenaient ainsi 25 % d'hydrocarbures volatils distillant à moins de 350 °C). Le résidu contient 2,35 % de soufre, 36 % d'hydrocarbures aromatiques, des traces de nickel et vanadium.*

Le point de vue de l'économiste

Tous les calculs de probabilité sont faux

La marée noire qui souille les côtes bretonnes se « vend » bien dans les journaux, tant il est vrai que le catastrophisme est un des genres les plus attirants pour les plumes en mal de copie ; tant il est vrai aussi que ce désastre est l'occasion d'en apprendre beaucoup, notamment sur les mœurs de la navigation pétrolière.

Il est pourtant une question qui n'a pas été posée et à laquelle par conséquent personne n'a eu à répondre, et cette question est celle-ci : quelle était la probabilité qu'un pétrolier de 220 000 tonnes déverse sa cargaison sur l'un des plus beaux rivages de l'Europe ?

*Gageons que si cette question avait été posée avant que l'*Amoco-Cadiz *s'échoue aussi lamentablement sur les rochers de Portsall, les technocrates et autres experts qui nous gouvernent auraient répondu : cette probabilité est infime, tous les calculs le montrent.*

On espère du moins pour leur intégrité morale qu'ils eussent fait une telle réponse. Sinon comment expliquer qu'après l'avertissement déjà sévère du Torrey Canyon, *qui date de 1967, les moyens pour prévenir un tel accident et pour l'empêcher de dégénérer en véritable débâcle se soient révélés aussi ridicules. La seule excuse des responsables pourrait donc être qu'une telle catastrophe avait une probabilité extrêmement faible de se produire.*

Et c'est peut-être cela qui, précisément, est le plus inquiétant. La gigantesque marée noire de Bretagne prouve que les calculs de probabilité d'accidents sont tout simplement tous faux, et qu'en particulier ils sont incapables de faire entrer dans leurs équations la stupidité ou/et la cupidité des hommes.

Aussi dans le pétrole comme dans d'autres domaines – et comment ne pas penser ici au nucléaire ? – la politique de sécurité devrait inverser sa démarche : non pas calculer les moyens de prévention et de réparation en fonction des probabilités d'accident, mais considérer l'accident maximum comme certain et prévoir dès maintenant les moyens d'y parer s'il est jugé acceptable.

Philippe Simonnot

Seul dans cette région, le *Pacific*, peut tirer au port de tels monstres. Aussi surprenant que cela puisse paraître, le remorqueur le plus puissant qui soit basé à Brest est de nationalité allemande et, selon les spécialistes, le *Pacific* aurait déjà sauvé des centaines de pétroliers, évitant peut-être autant de marées noires. Malheureusement, l'histoire ne retiendra que son échec.

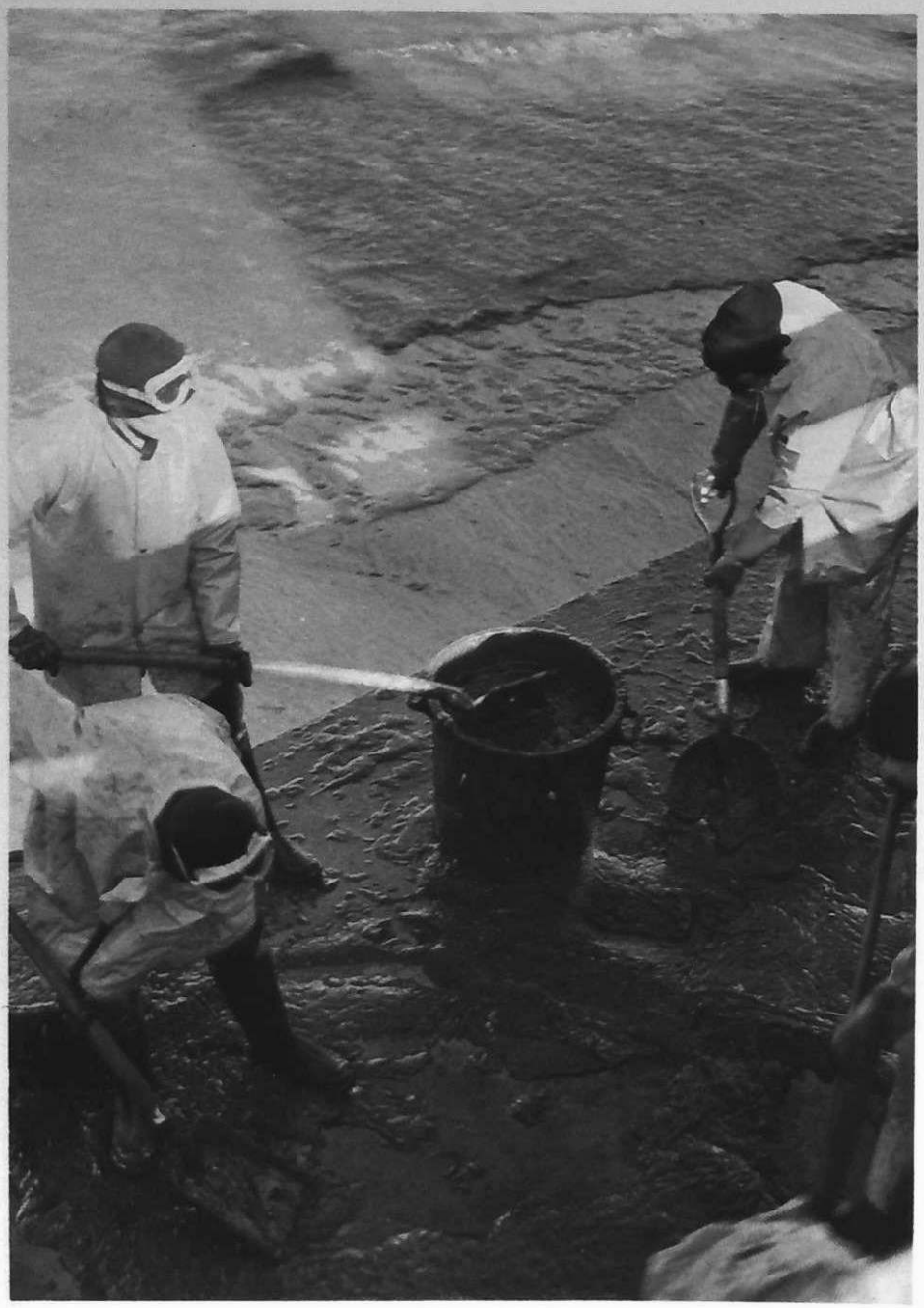
Car si maintenant tout le monde s'accorde pour dire que 10 000 chevaux étaient un peu faibles, compte tenu des conditions atmosphériques, en fait le *Pacific* a bel et bien réussi à remorquer l'*Amoco Cadiz* pendant trois heures avant la rupture du câble de remorque, lequel mesure pourtant 6,5 centimètres de diamètre. L'accident aurait donc pu se produire plus loin, près de Brest par exemple. Qui accuser ? Le capitaine du remorqueur qui n'a pas fait appel à ses confrères pour l'aider, alors que cette coopération ne s'est jamais encore pratiquée et qui a discuté le contrat avec l'*Amoco*, comme cela se fait traditionnellement ? Le capitaine du pétrolier qui n'a pas averti les autorités avant de s'échouer ? Mais peut-être connaissait-il mal la côte ? Ses cartes l'avaient-elles mal renseigné sur le danger ? L'enquête le révèlera.

En réalité, le drame ne se serait pas produit avec un remorqueur de 20 000 chevaux. Or de tels navires existent. De fabrication allemande, ils assurent la même fonction sur les côtes africaines. Tels les chasseurs de primes du Far West, les remorqueurs prennent d'ailleurs des risques : travailler pour rien en cas d'échec ou même perdre leur navire brisé sous l'effort. On est bien obligé de constater que la France s'est désintéressée de la question. Admettant ces règles d'un jeu assez médiéval, les gouvernements européens doivent aussi en accepter les conséquences. Que se passera-t-il le jour où un tel accident paralysera un 540 000 tonnes ?

Plus généralement, que peut-on faire pour éviter qu'un simple incident mécanique se transforme en une catastrophe ? Il faut avant tout assurer une meilleure sécurité et mieux contrôler la navigation dans les zones dangereuses. Dès octobre 1978, les couloirs de navigation seront élargis de 4 à 5 milles. Mais éloigner le problème des côtes ne permettra pas de l'éviter : tout juste gagnera-t-on un certain délai pour réagir. D'autre part, un éloignement trop grand de la circulation rendrait la surveillance moins efficace. La seule solution consisterait à contrôler entièrement le trafic avec un radar installé à Ouessant. Mais ce serait une véritable révolution : les marins n'ont jamais admis pour l instant qu'on leur dicte leur route.

Et pourquoi cependant ne pas concevoir un système équivalent au contrôle aérien, avec un plan de route, des espaces contrôlés dont l'entrée nécessiterait une autorisation officielle transmise par radio, des procédures d'approche des ports ? Et qui dit surveillance suppose aussi des sanctions éventuelles.

C'est le suivi rigoureux des navires depuis la terre qui permettrait aux secours d'intervenir dans les meilleurs délais. Pour l'instant, on a l'impression que la mer est à tout le monde, même dans les eaux territoriales françaises. Les sociétés pétrolières savent seulement d'où part le pétrole, où il arrive et dans quels délais : en dehors de cela le capitaine est libre, appliquant les lois immémoriales de la mer. Certes, ces lois paraissent bien archaïques aujourd'hui. Elles n'en subsistent pas moins. Même dans les meilleurs cas, il faudra des mois pour les changer, pour bousculer un peu les usages maritimes, établir un règlement international et un contrôle sérieux. Cette discipline, si nécessaire aux transports aériens, serait-elle impensable en mer ? Etrange milieu décidément, qui associe des techniques de pointe aux comportements les plus archaïques. ●



Le nettoyage de la côte à Trégastel : onze ans après le Torrey Canyon, *et malgré des tentatives multiples et décevantes pour mettre au point des machines perfectionnées, la pelle et le seau demeurent irremplaçables.*