

# La mer et les ressources minérales

De plus en plus  
la mer sera un recours contre la pénurie d'énergie et de matières premières.  
Chacun connaît le pétrole off shore (1) (2),  
mais les ressources minérales sous-marines présentent une inconnue (3).  
C'est donc en pointillé que nous dessinons  
la troisième branche de notre étoile de mer.  
C.F.

(1) François Waneq, « Le pétrole off shore : un enjeu stratégique », p. 46.  
(2) Thierry Salmona, « Pétrole marin : la voie française », p. 49.  
(3) Jean-Pierre Lenoble, « Les ressources minérales sous-marines », p. 55.

# Le pétrole off shore : un enjeu stratégique

La production d'hydrocarbures en mer satisfait aujourd'hui le cinquième des besoins mondiaux en pétrole brut.

Mais tant le faible niveau d'exploration des bassins marins que la répartition géopolitique des ressources off shore plaident en faveur d'un développement rapide de la part du pétrole marin.

D'ores et déjà les productions de pétrole off shore s'élèvent à un niveau comparable à la production de l'O.P.E.P. et constituent une diversification significative du marché pétrolier international.

Depuis les chocs de 1973 et 1979-1980, le développement des hydrocarbures en mer a trouvé une rentabilité qui devrait encore favoriser cette évolution. Mais les investissements à mettre en jeu au niveau mondial rendent inadaptés les modes de financement traditionnels de l'industrie pétrolière et posent la question d'une nouvelle économie pétrolière.

Dans ce contexte, l'industrie française, privée de marché réservé, s'est résolument tournée vers l'off shore et par un recours aux technologies les plus avancées, a su gagner une des premières places au plan mondial pour l'accès aux ressources marines des pays producteurs.

## L'ENJEU ÉNERGÉTIQUE DU PÉTROLE MARIN

Situation actuelle

### La production de pétrole

Sur une production mondiale qui semble devoir se stabiliser autour de 3 milliards de tonnes de pétrole par an, la part de l'off shore représentait, en 1981, 700 Mt, soit près de 25 %. Cette proportion dépasse 30 % dans le monde non socialiste en raison du moindre développement des activités marines en U.R.S.S. et en Chine.

### Le marché international diversifié grâce à la mer

● Sur le marché pétrolier international qui représentait environ 1,5 milliard de tonnes en 1981, l'O.P.E.P. ne fournit plus aujourd'hui que les deux tiers des quantités importées contre 90 % en 1977. Cette évolution s'est faite au cours des dernières années au profit de nouveaux pays

producteurs dont la production est en grande partie marine comme le Royaume-Uni, la Norvège, le Cameroun, l'Égypte, la Malaisie, l'Inde, et à un moindre titre le Mexique (cf. tableau 2).

Hors O.P.E.P., les quantités de pétrole disponibles sur le marché international sont pour les deux tiers extraites de gisements off shore.

○ Le pétrole marin assure donc l'essentiel de la diversification hors O.P.E.P. de l'approvisionnement des pays importa-

### 2. Les nouveaux producteurs de pétrole marin

Production (en Mt)	1973	1981	(% off shore)
Mexique .....	23	120	( 40)
Royaume-Uni ...	0,01	89	(100)
Norvège .....	1,6	23	(100)
Égypte .....	13,5	32,5	( 80)
Cameroun .....	-	4	(100)
Malaisie .....	4,2	11	(100)
Inde .....	7,2	15	( 80)

### 1. La production des gisements sous-marins

(en Mt)

Région	1960	1970	1975	1981
Amérique du Nord .....	13,3	82,5	68	53
Amérique Latine .....	81,3	134	99	121
Afrique .....	-	36,2	54	71
Moyen-Orient .....	9	87,9	162	237
Extrême-Orient .....	0,1	10,9	43	74
Europe .....	0,5	1,4	13	118
Pays à économie planifiée .....	7	13	11	10
<b>Total .....</b>	<b>111,2</b>	<b>365,9</b>	<b>450</b>	<b>684</b>
Production pétrolière mondiale .....	1 052	2 336	2 715	2 852
Part de l'off shore (en %) .....	11	16	17	24

L'évolution de la production marine depuis 1960 fait apparaître une croissance régulière en dépit de la stabilisation de la production globale au cours des dernières années (en Mt) (cf. tableau 1).

Au niveau actuel le pétrole off shore représente plus de trois fois la production mondiale d'électricité nucléaire et hydraulique. Il constitue donc une composante significative de l'approvisionnement énergétique mondial.

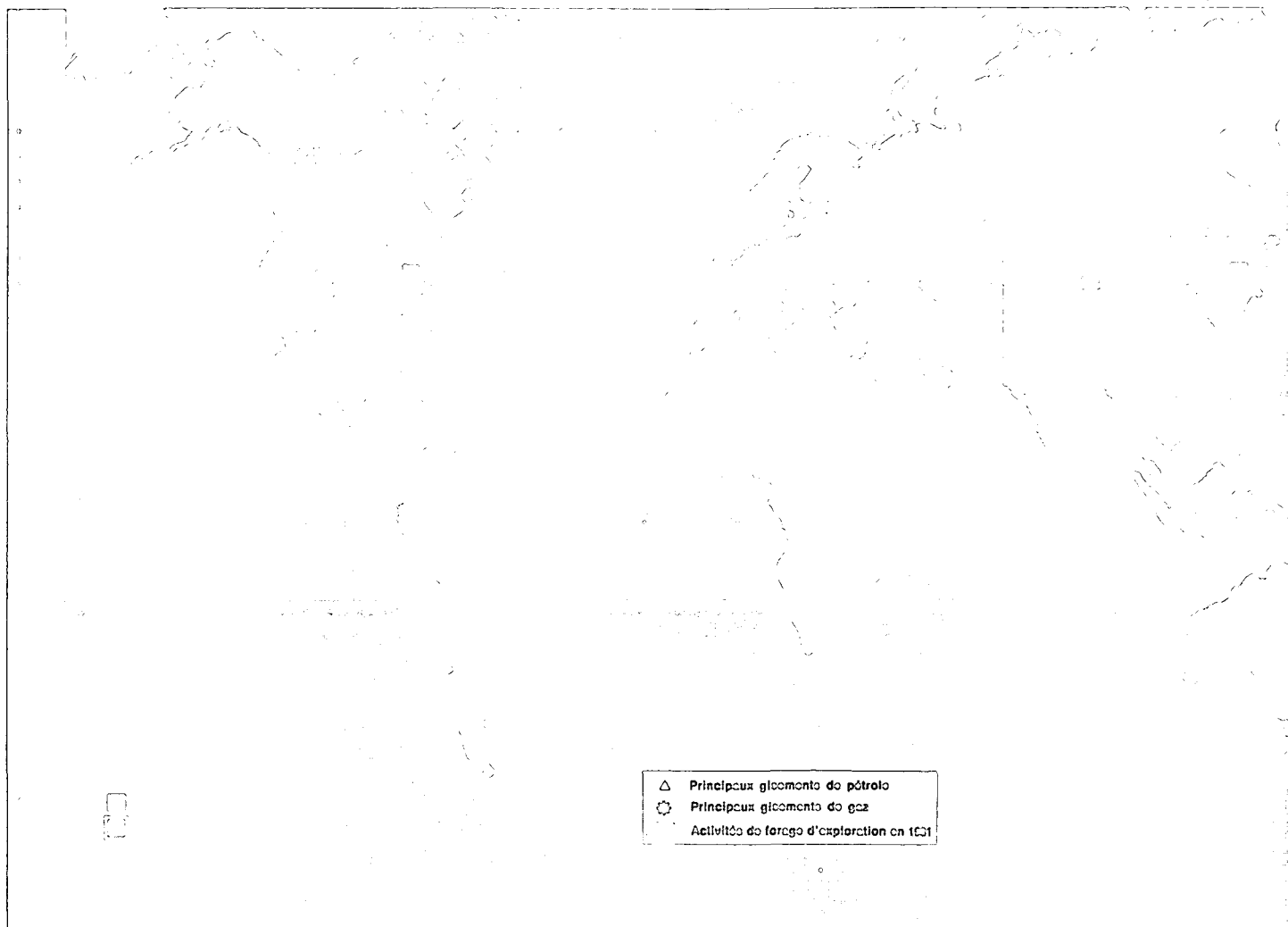
teurs et notamment de l'Europe continentale.

Cette constatation traduit en fait la faible étendue des zones prospectives terrestres en dehors des pays de l'O.P.E.P. ou des pays importateurs (États-Unis, pays à économie planifiée). Elle met en évidence l'importance stratégique de l'accès au domaine minier marin des pays exportateurs et de la maîtrise de la technologie pétrolière marine (cf. carte 3).

### Les réserves

Les réserves prouvées de pétrole brut qui s'élèvent aujourd'hui à 90 Gt (90 000 millions de t) sont à 60 % détenues par les pays du Moyen-Orient. Sur ce total les réserves off shore représentent 24 Gt (24 000 millions de t) soit 27 %.

Hors Moyen-Orient, les gisements marins constituent près de 40 % des



réserves restantes. Le souci des pays consommateurs d'équilibrer le poids de l'O.P.E.P. sur le marché international conduira au développement des réserves hors O.P.E.P. et, par là-même, à l'accroissement des productions marines.

**Perspectives du pétrole marin**

● En l'an 2000 les hydrocarbures devraient encore assurer plus de la moitié de l'approvisionnement énergétique mondial. Compte tenu du niveau d'exploration des principaux bassins connus et des délais de développement de nouveaux gisements, la contribution de chaque pays à la production mondiale de l'an 2000 peut être évaluée avec une assez bonne précision.

Il apparaît ainsi que la production de pétrole marin pourrait dépasser un milliard de tonnes par an en l'an 2000 et représenter un tiers du total mondial (cf. graphique 4). Dans le même temps près de la moitié des quantités vendues sur le marché international pourraient être extraites de gisements marins si les prévisions se confirment d'une stagnation des productions du Moyen-Orient, d'un déclin des gisements terrestres d'Amérique du Nord et du Sud, d'U.R.S.S. et d'Afrique du Nord.

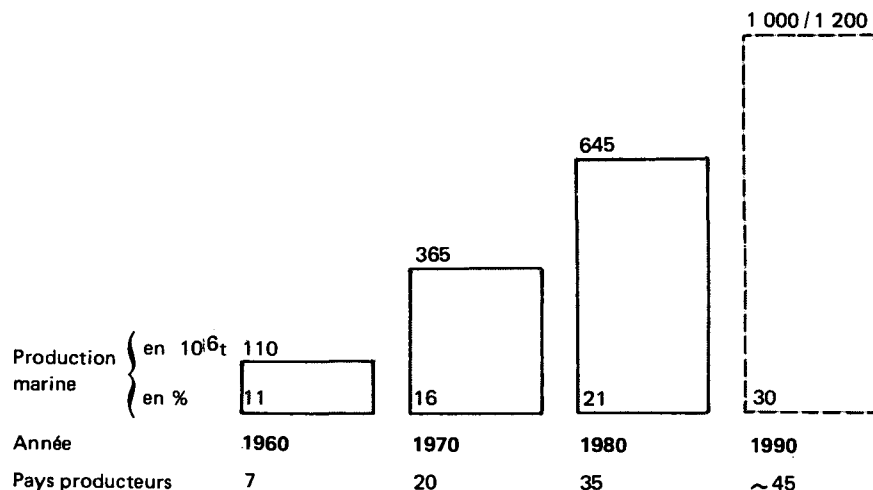
Une telle évolution conduirait à une redistribution géographique des sources d'approvisionnement pour les pays importateurs dans le sens d'une meilleure diversification et de l'émergence de nouveaux producteurs au rang desquels figureront notamment l'Angola, la Côte-d'Ivoire et l'Argentine.

● A plus long terme, la croissance de la part du pétrole marin ne peut être que

favorisée par l'épuisement progressif des réserves terrestres assez bien inventoriées à ce jour et par l'ouverture à l'exploration de nouveaux bassins off shore aujourd'hui inaccessibles comme la mer profonde et les zones arctiques (cf. tableau 5).

L'essentiel (85 %) des productions marines est aujourd'hui obtenu de gisements accessibles par moins de 100 m d'eau. Les exploitations situées dans la tranche de

**4. Part croissante du pétrole marin**



100 à 200 m d'eau sont principalement localisées en mer du Nord et il n'existe pas de production significative au plan mondial par plus de 200 m de profondeur d'eau.

● L'exploration des zones profondes est elle-même très peu avancée puisque le record actuel de profondeur se situe vers 1 500 m et que moins de 250 puits ont été réalisés dans la tranche 200-1 500 m. Cependant plusieurs découvertes ont déjà été annoncées et les premiers développements profonds sont à l'étude.

Le caractère pétrolier de certains bassins marins profonds est donc prouvé sans qu'il soit possible aujourd'hui d'évaluer l'étendue et le potentiel des gisements qui pourraient être découverts. Au plan technique il semble que l'exploration jusqu'à 2 000 ou 2 500 m soit maîtrisée et que la mise en production par moins de 1 000 m de profondeur soit dès maintenant possible.

Par contre le développement des gisements situés dans les zones arctiques sous une banquise mobile ou par plus de 1 000 m de profondeur d'eau nécessitera encore de nombreuses années de recherche même si des solutions ont déjà pu être avancées.

A l'évidence cette évolution sera coûteuse et l'industrie pétrolière devra s'orienter vers une sophistication technologique comparable à celle de l'industrie aérospatiale. En conséquence, le coût de production de ces hydrocarbures du futur sera considérablement plus élevé que celui des grands gisements terrestres actuellement en production notamment au Moyen-Orient.

## Le gaz en mer

● L'évolution de la production de gaz en mer est soumise à des contraintes spécifiques liées aux difficultés du transport de ce fluide. Dans les bassins proches des marchés consommateurs, comme la mer du Nord ou le Mexique, l'expédition du gaz se fait par pipe-line comme pour le pétrole.

● Mais dans la plupart des cas, les centres de production sont très éloignés des consommateurs, ce qui exige le recours à la liquéfaction. Dans ce cas, l'économie d'un projet de développement est directement liée à la taille des gisements exploitables et il faut disposer d'environ 100 Gm<sup>3</sup> de gaz (soit 100 Mtep) pour justifier la construction d'une chaîne de liquéfaction et permettre ainsi la mise en valeur des ressources.

Ces contraintes, qui s'apparentent à celles qui affectaient la production pétrolière au début du siècle, seront sans doute assouplies par la multiplication des projets gaz dans le monde. Mais ce n'est qu'à long terme que l'économie du gaz pourra s'affranchir des considérations géographiques liées au transport.

● Le gaz off shore, dont les réserves prouvées peuvent être évaluées à 16 milliards de tep (tonnes équivalent pétrole), connaîtra de ce fait un développement plus lent, lié à la pénétration du gaz dans la consommation énergétique mondiale et modéré par la mise en valeur progressive de ressources gazières peu coûteuses et encore inexploitées au Moyen-Orient.

## L'ÉCONOMIE DU PÉTROLE MARIN

L'activité d'exploration-production d'hydrocarbures en mer se caractérise par un niveau de coût très élevé qui lui confère une économie notablement différente de celle des activités terrestres.

### L'exploration

Si les activités de géophysique en mer ont un coût unitaire comparable aux travaux terrestres en raison de la grande mobilité des navires, les forages qui constituent le poste essentiel des budgets d'exploration sont de cinq à dix fois plus coûteux en mer (cf. tableau 6).

Dans ces conditions, l'exploration en mer, surtout dans les zones difficiles (grande profondeur d'eau, conditions hostiles) ne peut s'attacher qu'à la reconnaissance des structures géantes. Au stade actuel de l'exploration des principaux bassins marins, il reste de nombreux objectifs à forer ; mais à moyen terme se posera le problème du coût de l'exploration de détail des zones marines difficiles, sans laquelle le renouvellement des réserves mondiales ne saurait être assuré durablement.

### 5. Les zones de production potentielles répertoriées (en millions de km<sup>2</sup>)

Bassins occupés par des séries sédimentaires de plus de 1 000 m d'épaisseur	Superficie
Bassins sédimentaires terrestres	65
Bassins sédimentaires marins	
- Off shore conventionnel : 0 - 200 m	10
- Off shore profond : 200 - 3 000 m	40
- Grands fonds marins : 3 000 m	40

### 6. Comparaison des coûts des forages (en MF)

	Terre	Mer
Par mois-appareil	3-6	20-45
Soit pour un puits avec un objectif à :		
- 2 000 m	5	50
- 3 500 m	10	100
- 6 000 m	60	200

## Le développement

● Au stade actuel où l'exploration permet encore la découverte de grandes accumulations, l'élément prépondérant de l'économie pétrolière off shore réside dans la phase de développement. Le coût de mise en valeur des gisements off shore diffère considérablement selon la profondeur d'eau, l'éloignement des côtes, les infrastructures pétrolières avoisinantes et les conditions d'environnement. Pour un projet dont la décision interviendrait aujourd'hui on peut évaluer les coûts comme suit (cf. tableau 7).

● L'influence de la fiscalité pétrolière, et notamment du taux de redevance, sur la rentabilité des projets devient rapidement déterminante dans les zones difficiles. Dès à présent le niveau des investissements à consentir pour le développement d'un grand gisement atteint des montants excédant les moyens de l'industrie pétrolière (cf. tableau 8).

Toutefois cette évolution n'est pas encore de nature à favoriser l'abandon massif des hydrocarbures au profit d'autres sources d'énergie puisque la plupart des alternatives ont encore un coût plus élevé comme le montre le graphique 9 colonnes 2 et 3.

Pour atteindre une production de pétrole marin estimée à plus de 1 000 Mt par an en 1990, il faudra donc, au fur et à mesure de l'épuisement des gisements à bas coût technique, faire appel à un flux annuel d'investissement de plus de 500 milliards de francs (valeur 1981) qui viendront s'ajouter aux investissements liés aux activités terrestres. Ce montant est quatre fois supérieur au niveau actuel des investissements consacrés à l'off shore.

Dans l'état actuel de ses ressources, l'industrie pétrolière n'est pas en mesure

### 7. Comparaison des coûts prévisionnels d'investissement et exploitation

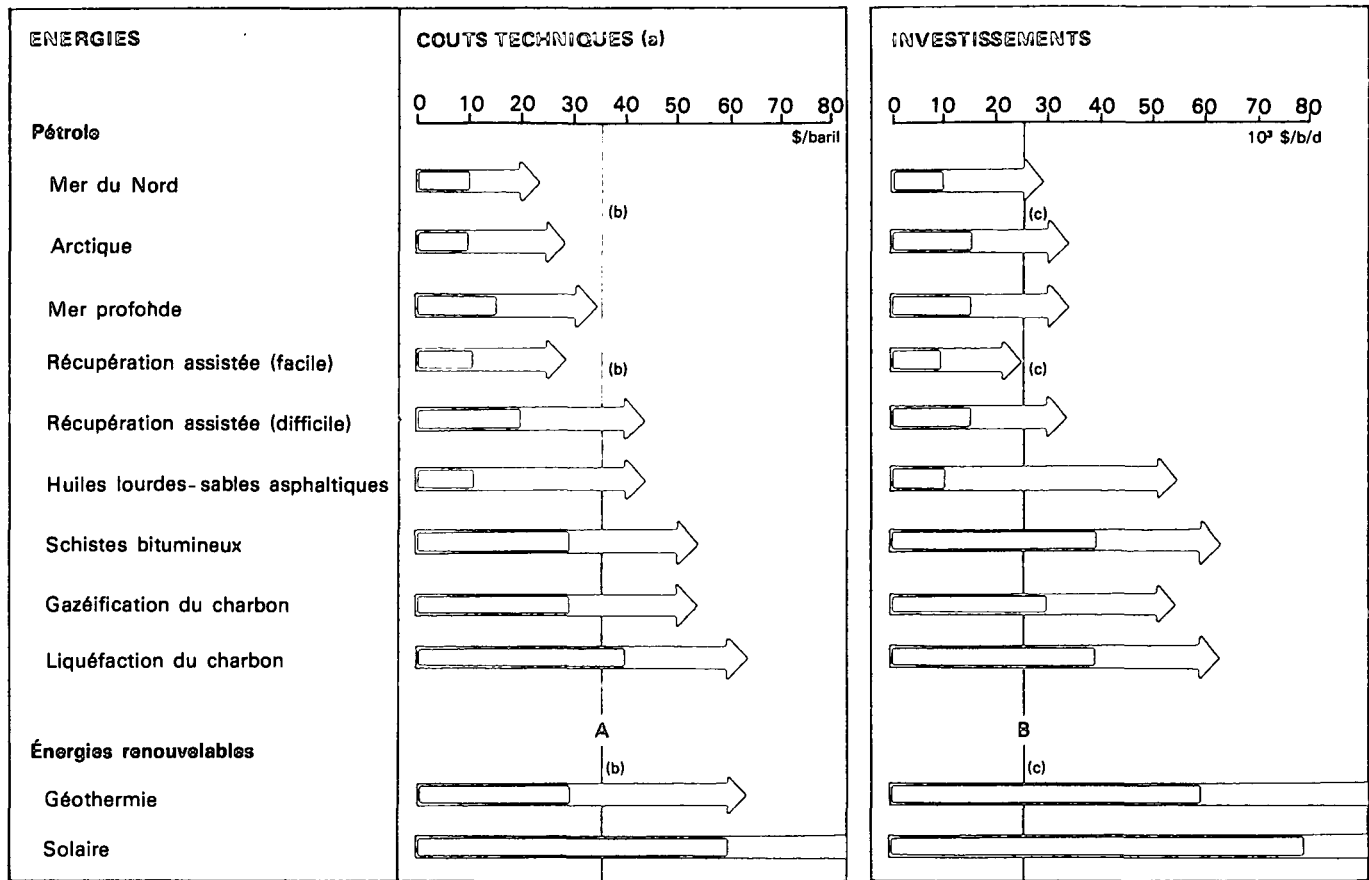
Région	Investissements (en F/t/an)	Coût de développement (en F/t)
Golfo Persique	300 à 700	70 à 140
Golfo de Guinée	700 à 1 800	140 à 380
Golfo du Mexique	1 400 à 3 000	270 à 550
Mer du Nord	1 400 à 3 000	360 à 700
Off shore profond	1 800 à 3 500	450 à 1 100

### 8. Niveau des investissements

Gisements (pays - année de découverte)	Réserves (en Mt)	Investissements (en MF)
Rio del Rey (Cameroun - 1974)	55	5 500
Ferties (R.U. - 1970)	275	22 000
Frigg (Norvège - 1972)	190	28 000
Brent (R.U. - 1971)	350	47 000

## 9. Énergies : coûts de production et investissements

(situation en avril 1982)



- (a) Hors fiscalité.
- (b) En tramé : coût moyen de l'approvisionnement pétrolier dans les pays consommateurs (début 1982).
- (c) En tramé : investissements de développement maximal en mer du Nord (décidés en 1981).

de réaliser de tels investissements. Il n'est même pas certain que le système bancaire traditionnel puisse mobiliser les financements correspondants.

Le développement du pétrole off shore qui conditionne à terme l'approvisionnement énergétique mondial et, de ce fait, la croissance économique, nécessitera donc la mise en place d'un nouveau système de financement spécifiquement adapté aux investissements pétroliers et permettant notamment la mise en valeur des réserves des pays les moins développés.

Pour les zones nouvelles (off shore profond, régions arctiques) dans lesquelles la rentabilité des projets de développement est incertaine, des systèmes d'incitation ou de couverture des risques devraient être imaginés pour accélérer une mise en valeur qui sera de toute manière très lente mais dont la contribution à la production devrait rapidement s'avérer indispensable.

### LA PLACE DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE

Dans ce contexte l'industrie pétrolière française a acquis une position remar-

quable. Devant l'absence d'un domaine minier national très prometteur, les deux groupes pétroliers français ont très tôt axé leur développement sur des activités marines où leur niveau technologique leur permet d'aborder la concurrence avec les plus grands groupes internationaux dans des conditions favorables.

C'est ainsi que plus de 40 % de la production opérée par les groupes français provient de gisements marins avec en particulier :

- S.N.E.A. : Norvège : *Frigg - Ekofisk* ; Gabon ; Cameroun ; Congo.

- C.F.P. : Indonésie : *Handil - Bekapai* ; Norvège : *Frigg - Ekofisk* ; Abu Dhabi et Inde : contrats de service.

Pour permettre une telle orientation et pour développer cette compétence technologique qui constitue le meilleur atout pour l'accès au domaine minier des zones difficiles, les groupes pétroliers nationaux ont coordonné leurs travaux de recherche avec ceux de l'industrie parapétrolière au sein du comité d'Études pétrolières marines.

Les résultats acquis depuis près de vingt ans d'un effort cohérent de recherche-développement soutenu par les pouvoirs publics sont tels que le domaine minier

marin détenu par les groupes français se compare à ceux des plus grands « majors ». L'industrie parapétrolière française se place aujourd'hui au deuxième rang sur le marché international avec un chiffre d'affaires de 50 milliards de francs, réalisé en presque totalité à l'exportation, ce qui en fait au plan national le premier secteur industriel exportateur. Une partie non négligeable de la facture pétrolière est ainsi couverte par les exportations de matériels et de services pétroliers.

La capacité de l'industrie française dans les techniques pétrolières marines est largement reconnue par les pays producteurs qui n'hésitent donc pas à recourir aux groupes français pour l'exploration de leur domaine minier ou le développement de leurs réserves. Dans la perspective d'un accroissement de la part de l'off shore dans la production pétrolière mondiale, la technologie pétrolière apporte ainsi une contribution essentielle à la sécurité des approvisionnements énergétiques français.

François WANECQ,  
ingénieur des Mines,  
chef du service Exploration-Production,  
ministère de la Recherche  
et de l'Industrie

# Pétrole marin : la voie française

## L'exploration géophysique

⊙ Elle constitue le premier stade de l'exploration en mer, où, en général, l'exploration géologique visuelle n'est pas possible. La méthode géophysique essentiellement utilisée en mer est la méthode dite « sismique », qui consiste à générer une onde de choc, dans l'eau, et à enregistrer, à l'aide de « géophones », les diverses réflexions de cette onde sur les couches sédimentaires. Les surfaces réfléchissantes sont appelées « marqueurs sismiques ». La cartographie — en coupe notamment — de ces marqueurs permet de se faire une idée de la structure des sédiments, et de l'existence ou non de potentialités pétrolières (cf. photo 1).

La sismique marine a d'abord été transposée des méthodes de sismique terrestre connues, avec l'emploi de deux navires, l'un portant la source sismique, l'autre la ligne de géophones.

La technique évolue rapidement. Tout d'abord, on abandonne l'usage de deux navires, la source et les géophones étant désormais arrimés au même bateau. En second lieu, de nouvelles sources sismiques se substituent à l'explosif. Un des grands succès de l'industrie française a été en particulier le Vaporchoc, utilisé par la Compagnie générale de Géophysique dès 1970. Le principe de cette source est l'implosion d'une bulle de vapeur, à son contact avec l'eau. Cette source est encore utilisée de nos jours. Elle sera peut-être progressivement remplacée par une autre création de la technique française, « le canon à eau », dans lequel l'onde de choc

*Les industries de l'extraction du pétrole en mer sont des industries de pointe. Elles font appel à des prouesses techniques qui avoisinent souvent en difficulté les réalisations de la conquête de l'espace.*

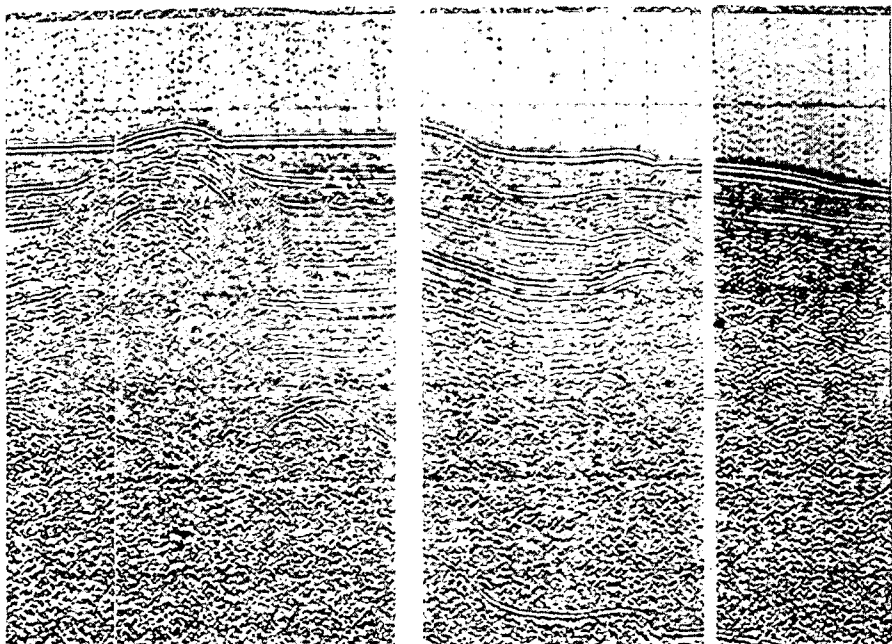
Pourtant ces industries remontent à un certain nombre d'années. Dès 1911, une plate-forme (ou s'agissait-il d'un simple ponton ?) était installée dans le golfe du Mexique, à l'embouchure de la Sabine River qui sépare le Texas de la Louisiane. En 1920, alors que la Shell s'intéresse depuis quelques années au lac Maracaïbo, cette société acquiert une concession dans les pétroles du lac et s'empresse de réaliser un forage à partir d'une structure reposant sur le fond de l'eau. A peu près simultanément, un forage est effectué sur des laisses de basse mer en Californie. Dès 1938, en Louisiane, sur la plate-forme continentale au large de l'embouchure du Mississippi, est entreprise l'exploration de ce que l'on n'appelle pas encore le plateau continental.

Pendant que l'industrie prend peu à peu conscience de l'importance du pétrole marin, les États producteurs réalisent les richesses qu'il peut leur procurer, et la filière s'organise entre :

- les États producteurs qui gèrent leur domaine minier et aménagent la fiscalité de façon à s'assurer les meilleures retombées en cas de découverte, tout en gardant attractive l'exploration de leurs ressources nationales ;
- les compagnies pétrolières, qui réunissent les financements, assurent l'exploration géologique, décident de l'implantation des forages d'exploration et assument la maîtrise d'œuvre des travaux de forage et de développement ;
- les entreprises assurant la fourniture des équipements (plates-formes, installations, canalisations) et des services (travaux sous-marins, forage, pose de conduites) ainsi que l'ingénierie des champs ;

- les sous-traitants qui couvrent une très large gamme de techniques et d'industries, allant de la chaudronnerie à des matériels sophistiqués de connexion électrique, en passant par des équipements intermédiaires tels que pompes, moteurs, etc.).

Depuis l'exploration jusqu'à la mise en production et au transport des hydrocarbures en mer, se sont développées des industries, des technologies, et des entreprises. La France, ne bénéficiant pas d'un marché intérieur pour les entreprises de l'off shore, a cependant entrepris depuis 1963 une politique dynamique de développement de ce secteur.



1. Profil sismique d'un dôme de sel en Méditerranée.

est provoquée par l'expulsion rapide d'une masse d'eau sous forte pression.

○ A côté des sources se développent aussi les moyens d'enregistrement ; les grappes de géophones, dites « flûtes marines », s'allongent, obligeant à envisager le multiplexage des signaux captés.

Les méthodes mathématiques de traitement du signal, de migration, de déconvolution, connaissent aussi de nombreux progrès ; les entreprises de sismique sont ainsi devenues très grosses consommatrices d'informatique, et leurs centres de traitement figurent parmi les plus puissants au monde.

Les perspectives sont nombreuses pour la sismique. Tout d'abord, au lieu de ne traiter que des profils (qui donnent des informations bidimensionnelles), on tente de prendre en compte les trois dimensions. C'est la sismique dite 3D. En second lieu, les opérateurs se contentent de moins en moins d'informations purement géométriques, et veulent aussi connaître la nature des sédiments traversés. Les nouvelles techniques de traitement permettent en particulier d'appréhender les vitesses de propagation dans les différentes couches, et l'on imagine difficilement les limites des développements en cours.

## Les techniques de forage

La technique de forage pétrolier couramment utilisée, dite *forage rotary*, a été employée pour la première fois en 1901, à des fins pétrolières, mais était connue des foreurs d'eau depuis plus d'une cinquantaine d'années.

○ Son adaptation à l'exploration en mer nécessitait de résoudre deux problèmes :  
– disposer d'un support de forage stable ;  
– prolonger le puits à travers la tranche d'eau entre le fond de la mer et le support.

S'agissant des supports, plusieurs solutions ont été imaginées et rendues industrielles au fur et à mesure que la profondeur s'est accrue :

- les barges échouées ;
- les pontons légers (lac Maracaïbo, premiers forages dans le golfe du Mexique) (jusqu'à 20 à 30 mètres) ;
- les plates-formes auto-élevatrices (cf. photo 2) munies de jambes, relevées pendant le transport de l'engin en flottage, et sur lesquelles la plate-forme est hissée, grâce à des vérins, une fois positionnée sur l'emplacement du forage (100 à 150 m de profondeur d'eau) ;

– les plates-formes dites semi-submersibles (cf. photo 3), c'est-à-dire reposant sur des flotteurs immergés (jusqu'à 300 mètres de profondeur environ).

L'ancrage des supports flottants peut être catenaire ou funiculaire. Toutefois, au-delà d'une certaine profondeur, les câbles et chaînes atteindraient un tel poids qu'il y aurait risque de rupture des lignes sous le seul effet des forces gravitaires.

Pour atteindre des profondeurs d'eau supérieures à 1 000 m, il a donc fallu recourir au principe de l'ancrage dynamique dont les premières applications industrielles ont été développées par des entreprises françaises.

Ce système d'ancrage consiste à maintenir la position du navire grâce à des propulseurs latéraux et longitudinaux, commandés par un ordinateur auquel est communiquée de façon permanente la position du navire par rapport à trois balises fixes.

Le premier navire équipé ainsi fut le *Terebel* de l'Institut français du Pétrole, en 1964. Le *Pélican* (cf. photo 4), navire industriel, fut lancé en 1972 par le groupe Total. Le *Pélican*, ainsi que les navires de la série *Pélerin Petrel*, sont aujourd'hui encore en service.

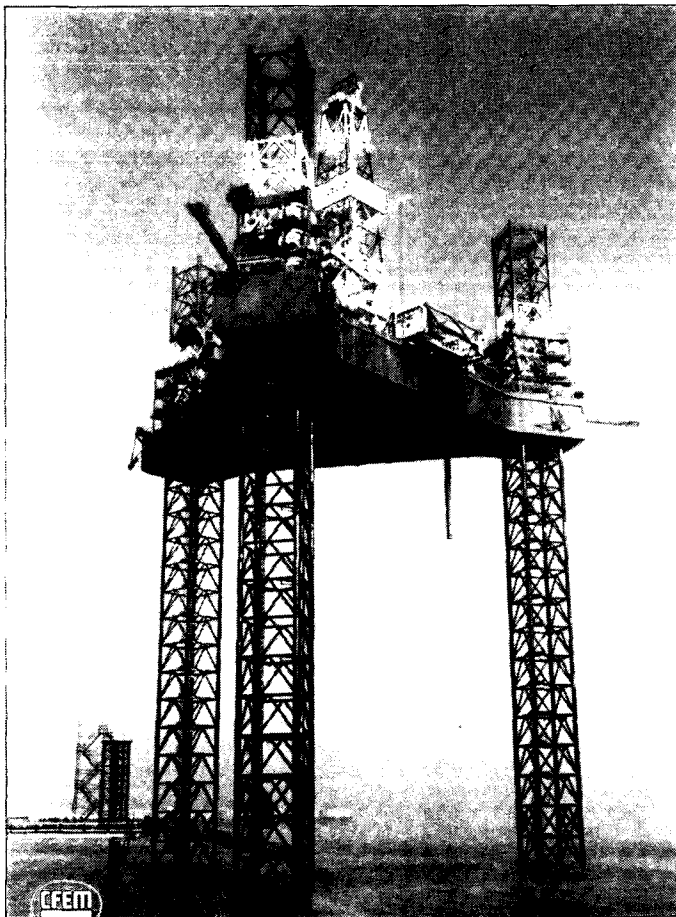


Photo C.F.E.M.

2. Plate-forme auto-élevatrice en construction.

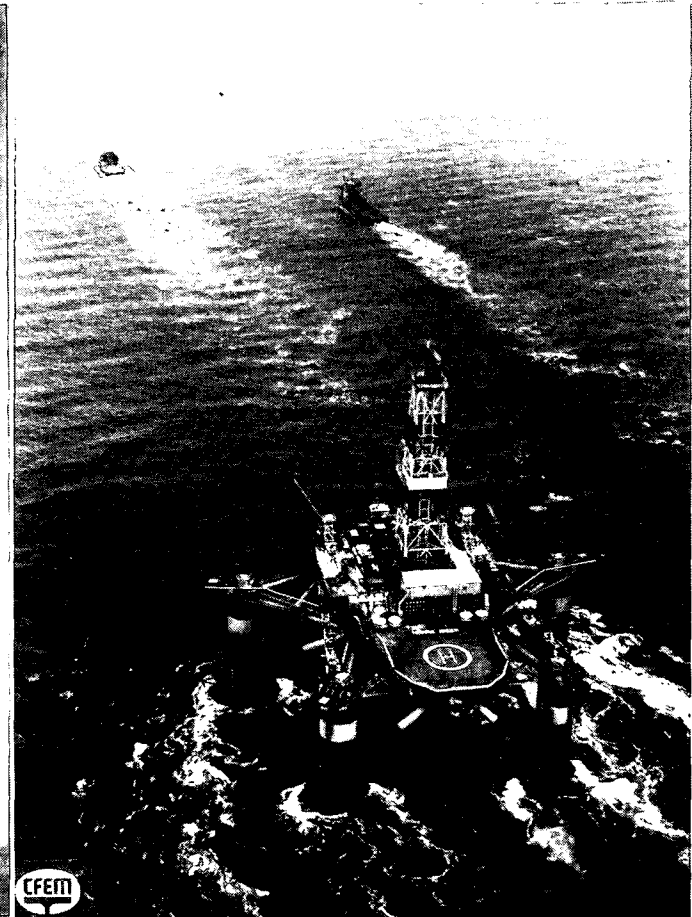


Photo C.F.E.M.

3. Plate-forme de forage semi-submersible.

◉ Le deuxième grand problème qui se pose au forage pétrolier en mer est celui de la prolongation du puits à travers la tranche d'eau, et de la commande des installations de sécurité situées au fond de l'eau.

Très vite, les lignes de commande et les lignes d'acheminement des boues et des effluents de forage furent réunies dans un seul ensemble, le « tube prolongateur » ou « riser » de forage. Initialement, ce tube prolongateur pouvait être vu comme une colonne métallique comportant un certain nombre de satellites.

Les calculs ont cependant montré que le comportement dynamique de cet ensemble était essentiel, d'où la nécessité de lui assurer un tensionnement convenable, de compenser les mouvements de pilonnement induits par la houle, et d'étudier les vibrations du système. De tels dispositifs ont été mis au point et ont permis d'arriver au record actuel détenu par le navire *Discoverer Seven Seas*, américain, avec un forage par une tranche d'eau de 1 486 m, en 1979.

Aujourd'hui l'industrie, et notamment l'industrie française, prévoit d'augmenter la capacité des supports en termes de profondeur d'eau. Les études ont été réalisées en France pour un support de forage capable de travailler dans des tranches d'eau atteignant 3 000 m.

Ces études ont notamment montré l'impossibilité de réaliser pour un tel support un tube prolongateur entièrement en acier. C'est pourquoi l'emploi des matériaux composites est envisagé et donne actuellement lieu à un important effort de développement.

## LA PRODUCTION

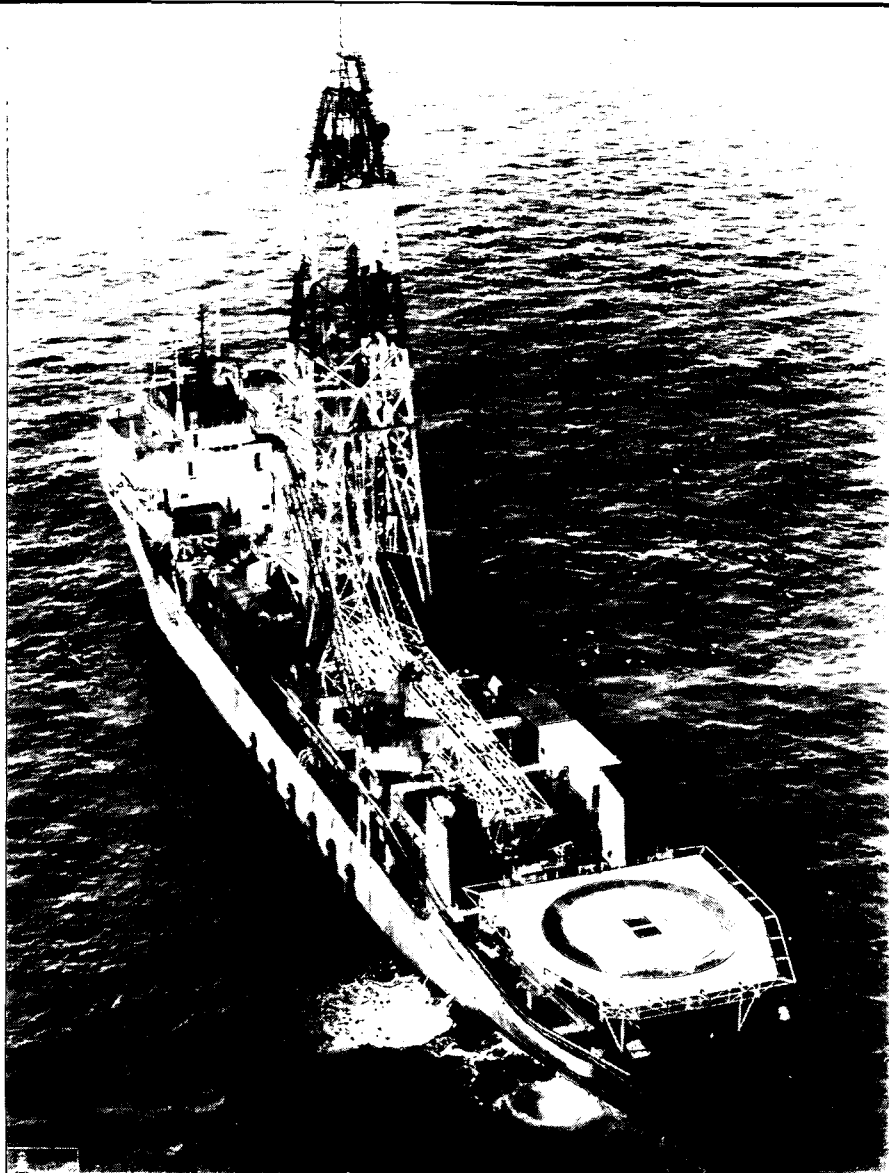
### Les installations de production

• Les dispositifs les plus couramment utilisés sont les plates-formes fixes en acier, constituées de treillis métalliques supportant des ponts qui reçoivent les installations de production. Ces installations doivent être très solidement ancrées dans le sol à l'aide de pieux, battus à travers les piles de la structure.

On conçoit que le poids de l'acier à utiliser (et donc le coût de la plate-forme) croît approximativement comme le carré, voire le cube, de la profondeur d'eau ; cet effet n'étant que partiellement compensé par les progrès de la technologie qui permettent, à profondeur égale, d'opter pour des structures plus légères.

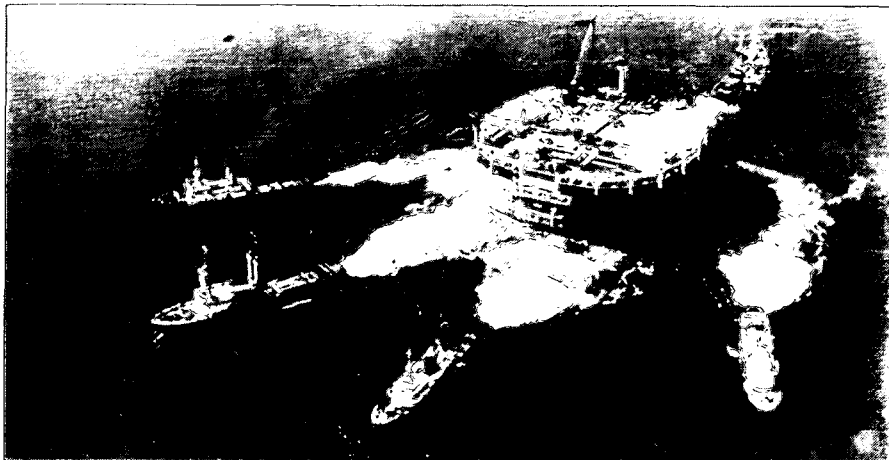
Le record actuel est de 312 m, pour la plate-forme de Cognac, dans le golfe du Mexique, cette plate-forme pèse 50 000 tonnes.

• Il est clair que d'autres solutions doivent être envisagées. Une des alternatives à l'acier a été le béton, qui fit la gloire de



4. Navire de forage Le Pélican.

5. Réservoir de stockage et unité de production de la plate-forme Ekofisk.



la société française Doris laquelle proposa en 1971, à la Société Philipps Petroleum, une solution originale, regroupant un réservoir de stockage et une structure de production dans un ensemble en béton. Le concept séduit l'opérateur, et ainsi naquit la première plate-forme du monde en béton, contrat initialement de 20 millions

de dollars, confié à une société française au capital de 9 millions de francs ! (cf. photo 5).

L'exemple fut suivi, et plusieurs plates-formes en béton équipèrent les champs de Brent (1975), Cormorant (1977). La société Doris construisit deux plates-formes pour le champ de Frigg et une

C. O'Sughrue - C.F.P. Total

Photo C.-G. Doris



pour le champ de Ninian (mer du Nord) qui constitua longtemps le record des constructions en béton, et probablement le plus gros objet mobile jamais construit par l'homme.

○ A côté des plates-formes en acier et en béton, dont le gigantisme devrait se heurter, pour des profondeurs accrues, à des problèmes de coût insurmontables, se développent de nouveaux concepts de structures de production plus légères :

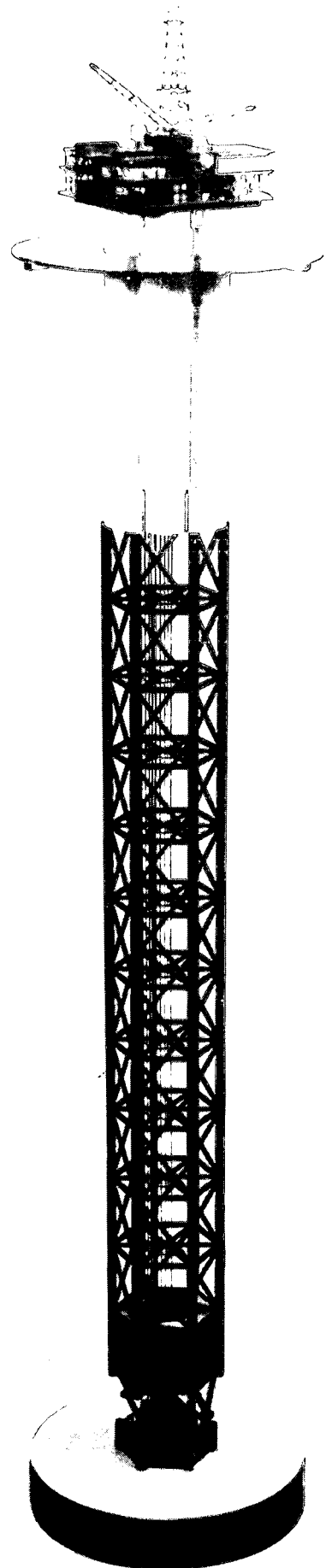
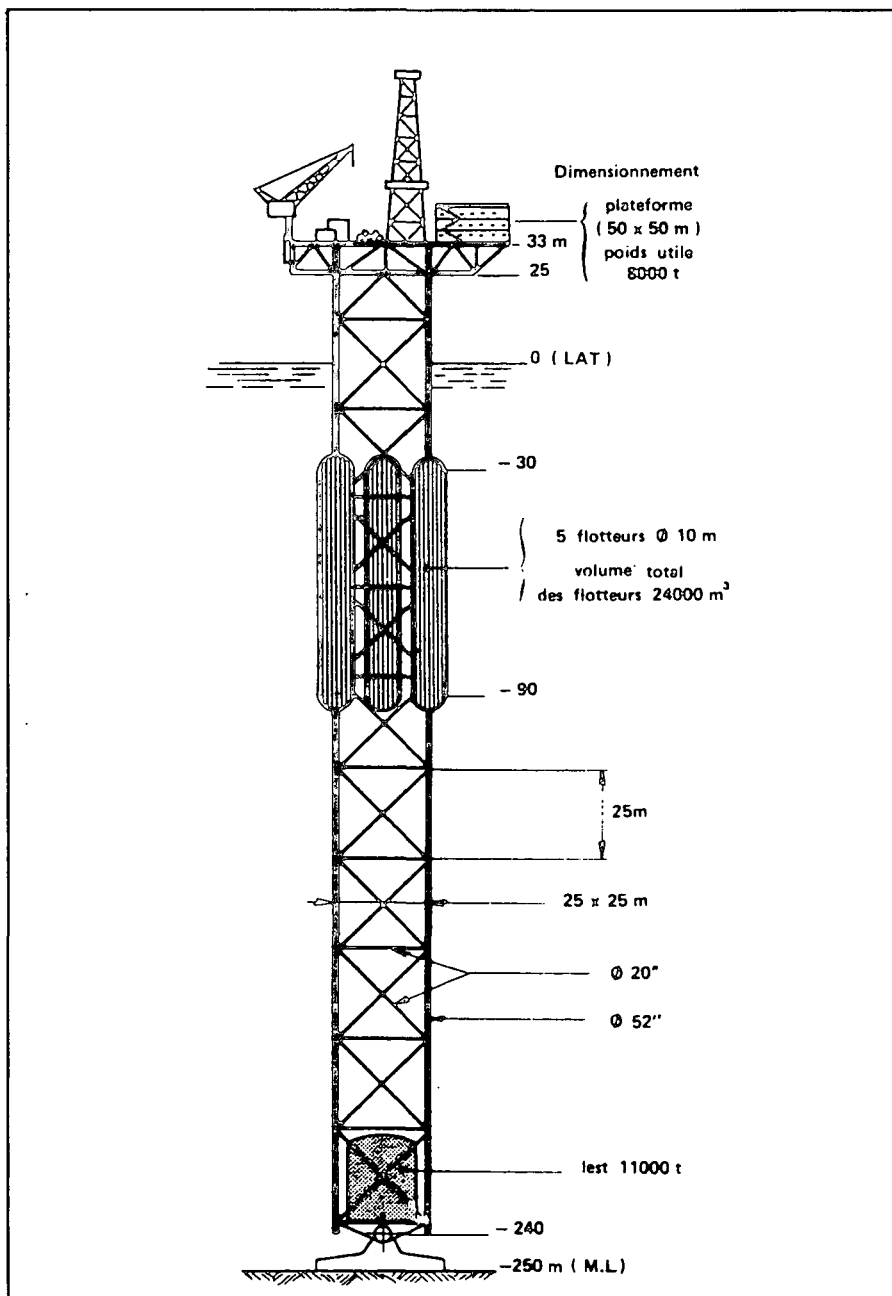
- Les T.L.P. (Tension Leg Platforms), ou plates-formes à jambes tendues, sont des structures flottantes maintenues par des lignes verticales tendues (champ de Hutton Conoco).

- Les tours haubannées (concept développé par Exxon) sont des structures métalliques légères en treillis, reposant sur le fond de la mer, mais maintenues par des haubans.

- Les colonnes articulées (concept français de la Société E.M.H.) consistent en des colonnes en métal ou en béton (cf. schéma 6), reliées au fond de la mer à travers un joint flexible du type cardan, qui assure aussi le passage des fluides, et munies à leur sommet d'un flotteur assurant la mise en tension de l'ensemble. Sept de ces colonnes sont actuellement en service, ou en construction, à usage de postes de chargement, ou des torches. Il s'agit

6. Colonne articulée E.M.H.

7. Projet de tour gravitaire.



d'un concept pour lequel les premières études datent de 1963.

- Un concept original de tour oscillante reposant sur un joint de type rotule est développé actuellement par la société Doris (cf. schéma 7).

- Enfin, le concept étudié dans le programme français « mer profonde », sous l'égide du comité d'Études pétrolières marines, prévoit une structure de production flottante, ancrée, classiquement reliée aux têtes de puits sous-marines, et aux stockages et torches flottants, par des canalisations flexibles. Les lignes flexibles sont d'ailleurs une des réussites de l'industrie française, qui a permis l'expansion de la société COFLEXIP.

### Les travaux sous-marins

o Certains travaux de soudure, de réparation, d'aboutage, d'ajustage de canalisation, d'amarrage de matériels à récupérer, doivent être réalisés sous la mer. Deux grandes voies existent :

- travaux employant l'homme au fond ;
- travaux par engins automatiques ou télécommandés sans l'assistance de l'homme au fond de l'eau.

### L'intervention de l'homme sous la mer

C'est à la société française COMEX que l'on doit le record mondial de profondeur de plongée en saturation avec une sortie réelle à 501 m sous l'eau en 1977 (opération Janus IV). Le record actuel atteint en caisson de simulation serait de 650 m. Les travaux courants exécutés par des plongeurs se situent néanmoins en général à des profondeurs d'eau inférieures à 250 m.

Un progrès technique important réalisé ces dernières années dans le domaine des travaux sous-marins est l'acquisition de la soudure hyperbare, qui permet au soudeur scaphandrier de réaliser les soudures dans un caisson ouvert à la pression de fond dans lequel l'eau a été chassée par un mélange gazeux. Cette technique a aussi été développée dans le cadre du comité d'Études pétrolières marines.

o Les navires supports de surface (cf. photo 8) sont un élément important du coût des opérations de plongée profonde. A titre d'exemple, le *Seacom* de la COMEX actuellement en construction, avoisine 250 MF. Or les conditions atmosphériques ne permettent pas toujours à ces supports de travailler.

D'où l'idée de raviver le concept ancien de maison sous la mer : un sous-marin de grande capacité et de grande autonomie stationné à proximité du chantier sous-marin permet aux plongeurs de travailler, indépendamment des conditions de surface. Dans cette optique, une refonte du sous-marin *Argyronète* est actuellement en cours par la COMEX.

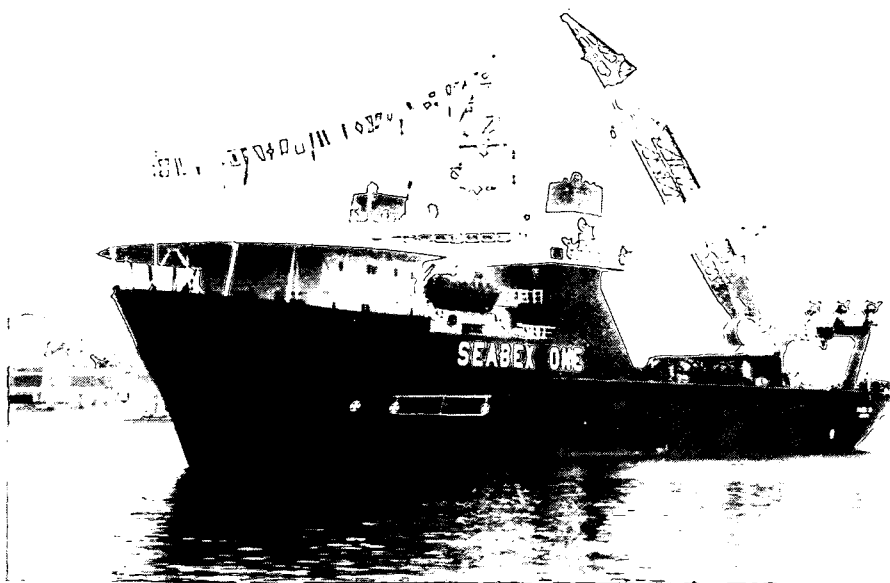


Photo Comex - A. Tocco

8. Navire support de surface Seabex 1.

### L'intervention par engins télécommandés

Les engins sous-marins télécommandés sont aujourd'hui couramment utilisés pour les tâches d'inspection. Ils le sont en revanche moins souvent pour les interventions proprement dites. Néanmoins, les composants leur permettant à l'avenir d'assumer des tâches plus précises sont à l'étude : manutention, positionnement, robots télémanipulateurs, etc.

Un robot télémanipulateur d'intervention et de maintenance TIM (cf. photo 9) a été essayé avec succès sur la station expérimentale de production sous-marine de Grondin (Elf Aquitaine).

Les expériences réussies en matière d'engin à télétransmission acoustique doivent être aussi mentionnées, et notamment l'*Épaulard*, engin se déplaçant à 6 000 m de fond, télécommandé acoustiquement depuis la surface, œuvre du CNEOX et de la société E.C.A.

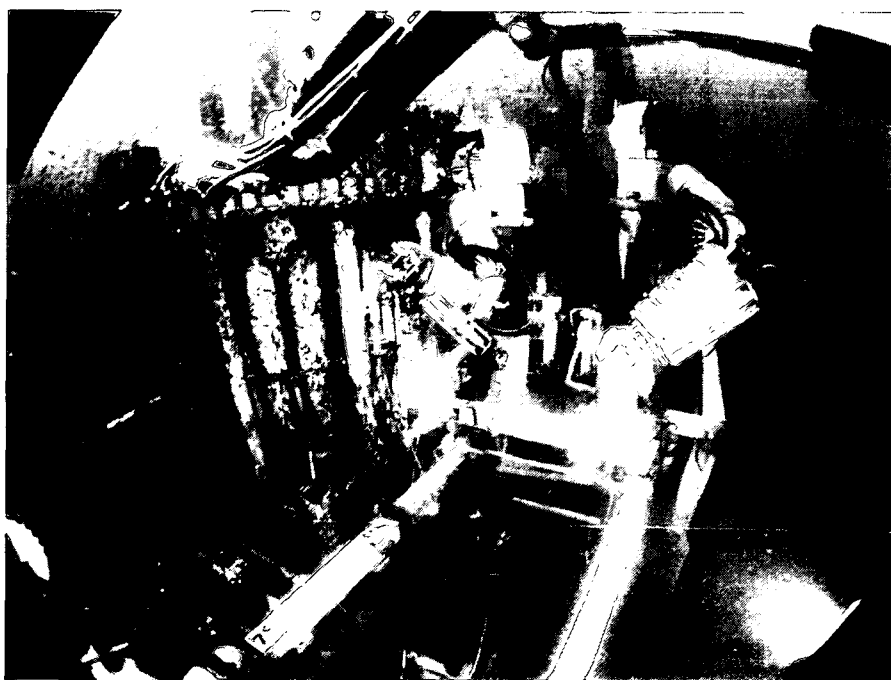


Photo Elf-Aquitaine - B. Charlon

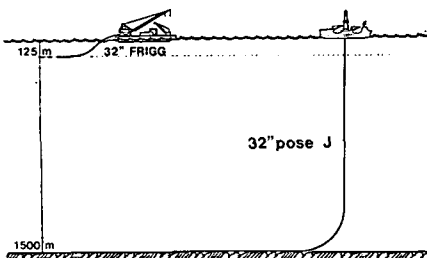
9. Robot télémanipulateur TIM en activité.

Le chargement

On a vu comment le concept de colonne articulée fournissait une solution élégante aux problèmes de chargement de pétroliers en mer. Dans des eaux calmes, les bouées de chargement offrent une bonne solution. Dans les eaux peu profondes, les systèmes de type Ready Made Dolphin développés par E.M.H. sont une solution économique. Il s'agit d'une colonne (qui cette fois-ci n'est plus articulée) reposant sur une embase rigide (d'où le nom de chandelier donné à ce système).

La pose de canalisations

Il existe quatre grandes classes de procédés de pose de canalisation (cf. schéma ci-dessous).



- La pose dite en S : les canalisations sont soudées en position horizontale sur la barge de pose, au fur et à mesure de l'avancement de celle-ci, et déposées, par l'arrière du navire progressivement au fond de l'eau.

- La pose en remorqué (technique française) : les tronçons de canalisation sont remorqués jusqu'au lieu d'installation, aboutés en surface, mis en tension, puis installés au fond.

- La pose en déroulé : les canalisations sont présoudées et stockées sur des bobines de grand diamètre (une trentaine de mètres), la flexibilité du métal permettant l'enroulement. Les canalisations sont ensuite déroulées depuis le navire sur le fond.

- La pose en J (technique française) : un concept nouveau. Ici les canalisations sont soudées en position verticale, en une seule pose par une machine de soudure rapide. La position verticale ou peu inclinée permet de réduire les contraintes imposées aux canalisations, et donc de poser des tubes de plus grand diamètre.

La machine de soudure rapide, indispensable au fonctionnement du procédé, a été développée par Total, les Ateliers Chantiers de Bretagne et la Soudure autonome française ; elle utilise le procédé de soudure par faisceau électronique.

La réparation de canalisations

La réparation d'une canalisation endommagée dans des conditions de fond comporte deux étapes :

- la préparation de la canalisation (débottage, chanfreinage, mesure d'ovalisation, positionnement, etc.) ;
- une soudure proprement dite.

Au-delà d'une certaine profondeur, l'utilisation des plongeurs n'est plus envisageable. Il importe donc de se doter des moyens de réparer sans recourir à la présence de plongeurs en hyperbarie.

o S'agissant de la préparation de la canalisation, un important programme est actuellement à l'étude, par les sociétés Total, S.N.E.A., COMEX, A.C.B. (Ateliers Chantiers de Bretagne). Ce programme prévoit la fabrication d'un certain nombre de modules qui effectueront chacun une tâche spécifique.

o S'agissant de la soudure, deux voies sont possibles :

- soit l'installation d'un module « robot de soudure » ; cette solution, la plus futuriste, est actuellement à l'étude ;
- soit l'installation d'un système dit « Weldap », soudure en pression atmosphérique, qui consiste à installer autour de la soudure à effectuer une sphère étanche à l'intérieur de laquelle est maintenue une pression atmosphérique, permettant aux soudeurs de travailler comme à l'air libre. Ce procédé a été d'ores et déjà essayé par 250 m de fond en mer du Nord, et doit pouvoir être extrapolé jusqu'à 1 000 m.

LA PLACE DE L'INDUSTRIE  
FRANÇAISE

o La part des investissements d'exploration-production dans le monde consacrée au pétrole marin est de 20 à 25 milliards de dollars ; ce chiffre donne la mesure du marché mondial des industries des services et des équipements pétroliers. La part de marché de l'industrie française est de 10 % environ avec un chiffre d'affaires 1981 de 15 milliards de francs.

Consolidé avec l'ensemble des activités de fournitures de service et d'équipement, non plus marin mais aussi terrestre, le chiffre d'affaires de l'industrie parapétrolière française s'élevait en 1981 à 50 milliards de francs, soit à peu près le quart de la facture pétrolière, ce chiffre d'affaires étant réalisé en quasi-totalité à l'exportation.

o C'est assez dire que l'industrie parapétrolière constitue un créneau industriel tout à fait stratégique. Le secteur occupe d'ailleurs du point de vue du solde exportateur la première place de l'industrie française (devant l'automobile !).

1. Chiffre d'affaires  
de l'industrie française  
de l'off shore  
(en MF)

	1979	1980	1981
Sociétés de service .....	4,1	6,3	9-10
Sociétés d'ingénierie .....	0,2	0,3	0,4
Fournisseurs d'équipements et chantiers navals .....	2,4	3,7	5
Total .....	6,7	10,3	16

L'action des sociétés françaises du secteur parapétrolier contribue notamment à faire apprécier à l'étranger la technologie française qui se situe aux premières places.

Cette industrie permet en outre la mise en place d'actions de coopération, et donc des rapprochements avec les pays producteurs, de telle sorte que, par delà l'effet bénéfique engendré par les exportations sur la balance des paiements, l'industrie parapétrolière française contribue dans une large mesure indirectement à la sécurité d'approvisionnement du pays.

2. Les grands noms  
de l'off shore

Domaine d'activité principale	Société	Chiffre d'affaires 1981 (en MF)	Rang mondial
Géophysique .....	Cie gén. de Géophysique	2 780	3
Forage .....	FORASOL FORAMER	1 100	6
Installations marines .....	E.T.P.M.	2 420	3
Constructions et installations marines .....	AMREP - UIE	2 880	6
Plongée .....	COMEX	1 130	1
Ingénierie .....	TECHNIP	1 200	1

Avec la création du comité d'Études pétrolières marines en 1963, la France a adopté très tôt une politique dynamique et volontaire dans le secteur des industries off shore. Celles-ci ne bénéficient pas d'un marché intérieur, elles ne peuvent donc s'appuyer que sur leur supériorité technologique.

La politique menée par les pouvoirs publics vise précisément à maintenir un haut niveau des activités de recherche-développement permettant à l'industrie française de conforter sa compétitivité internationale.

Thierry SALMONA,  
ingénieur des Mines,  
direction des Hydrocarbures,  
ministère de la Recherche  
et de l'Industrie

# Les ressources minérales sous-marines

*On a coutume de dire que la mer recèle toutes les substances utiles. Chimiquement parlant c'est parfaitement exact, mais peu de ces substances y sont concentrées à un degré permettant d'en envisager l'extraction.*

Laissant de côté l'exploitation du sel marin et l'extraction des halogènes (chlore, brome) et des métaux alcalins (sodium, potassium) des saumures marines, nous nous attacherons à cinq des plus importantes activités menées actuellement.

Les deux premières correspondent à des exploitations en cours : granulats, placers d'étain ; les trois autres à des perspectives à plus ou moins long terme : phosphorites, nodules polymétalliques, sulfures des rides.

## LES GRANULATS MARINS

### Le contexte économique

Le terme de granulats recouvre aussi bien les sables et graviers siliceux utilisés en construction ou en travaux publics, que les sables calcaires employés en amendement des sols et utilisables pour la fabrication des ciments.

Matériaux pondéreux à faible valeur marchande (10 à 30 F/t au départ de l'exploitation), les granulats sont exploités très près du lieu de leur utilisation. La grande dispersion d'exploitations de petite taille rend difficile l'établissement de statistiques de production, aussi ne possède-t-on que des évaluations approximatives.

Rapportée aux autres substances minérales, l'importance de ces matériaux peut paraître insignifiante. Pourtant en 1976 elle atteignait 4 % de la valeur de la production minière mondiale et près de 30 % de celle des minerais non énergétiques.

### L'exploitation des granulats marins

La part de ces matériaux en provenance de la mer est très variable suivant les pays. En Grande-Bretagne, les chiffres n'atteignent que 11 à 13 % des granulats d'alluvions, soit environ 6 % de la consommation totale de granulats. En France, la proportion est seulement de l'ordre de 1 à 2 % (4,5 millions de t en 1981) avec des situations très différentes d'une région à l'autre. C'est ainsi que le Finistère s'approvisionne à 60 % à partir de la mer et la Vendée à 40 %.

On doit également noter que des importations de l'ordre du million de t par an de granulats marins sont effectuées par les dragueurs anglais dans les ports français (principalement Dunkerque et Brest). Depuis 1970 les perspectives d'approvisionnement en granulats marins paraissent moins prometteuses pour la France.

## LES PLACERS D'ÉTAÏN

### Contexte économique

Le terme de « placers » appartient au vocabulaire minier des chercheurs d'or et de diamant. Il désigne des concentrations de minéraux lourds dans les alluvions fluviales, résultat d'un tri effectué au moment du dépôt, à la faveur de structures particulières : verrou, méandre, cuvette, etc.

Le principal minerai d'étain est la cassitérite ( $\text{SnO}_2$ ) que l'on trouve disséminée dans certains massifs granitiques acides, où des concentrations en « réseau de filon-

nets » peuvent faire l'objet d'exploitation.

Lors de l'altération de ces granites, la cassitérite minérale stable est libérée. Plus dense que les grains de quartz ou de feldspath elle se déposera plus vite que ceux-ci au cours du transport dans les cours d'eau, formant ainsi des placers.

Les réserves d'étain sont de l'ordre de 4 millions de t dont plus de la moitié se répartissent entre la Malaisie, l'Indonésie, la Chine et la Bolivie. La moitié de la production actuelle provient de trois pays : Malaisie, Thaïlande, Indonésie, où l'exploitation est partie des gîtes situés à l'amont des cours d'eau, près des roches mères granitiques, pour descendre progressivement vers les estuaires.

### Exploitation en mer

Les premières exploitations réalisées en mer ont sans doute débuté dès 1907 à proximité de l'île de Phuket en Malaisie. Profitant de l'insuffisance des contrôles, une flottille de petites dragues a pu opérer en Malaisie et en Thaïlande pendant quelques années dans la plus complète illégalité. Actuellement on assiste à une régularisation de la situation, la politique adoptée par les États riverains étant de concéder l'exploitation à de grandes compagnies publiques ou privées qui peuvent s'équiper de grosses dragues à godets dont la capacité annuelle est de plusieurs millions de  $\text{m}^3$ . Ces dragues peuvent exploiter jusqu'à 45 m de profondeur.

En 1980 la part d'étain métal en provenance d'exploitations situées en mer s'est élevée à 15 % de la production mondiale. Avec cette évolution, des problèmes technologiques nouveaux se posent dont tous n'ont pas encore trouvé de solution. Ainsi la recherche des sites favorables doit passer par la délimitation du tracé des anciens cours d'eau submergés depuis la fin de la dernière période glaciaire. De nouvelles méthodes d'exploration par géophysique (sismique, magnétisme) et par sondage doivent être mises au point. La concentration du minerai, qui permet de passer d'un tout-venant à 200 g de cassitérite par  $\text{m}^3$  à un concentré à 75 % de cassitérite, s'effectuait jusqu'alors à terre. Il faut adapter les méthodes et les équipements pour les installer sur les dragues flottantes, dont la stabilité n'est pas parfaite, afin d'éviter le transport de grandes quantités de matériaux sur des distances importantes.

Plus près de nous une exploitation de placers sous-marins a démarré récemment en Cornouailles (Grande-Bretagne). Le gisement de Saint-Renan en Bretagne, qui a fait l'objet voici quelques années d'une exploitation, ne semble pas posséder d'extension sous-marine. La cassitérite de ce gisement, très friable, ne résiste pas au transport par les courants, ni à la trituration dans la zone de battement des vagues.

Les grains deviennent alors trop petits pour permettre une concentration sélective par densité dans les sables.

## LES PHOSPHORITES

### Contexte économique

Les réserves mondiales de phosphates sont de l'ordre de 25 milliards de t soit l'équivalent de plus de 200 ans de la consommation annuelle actuelle. La répartition de ces réserves est cependant très localisée. A lui seul le Maroc détient près de 65 % des réserves connues, les États-Unis n'en possédant que 12 %, presque à égalité avec l'Afrique du Sud (11 %). Cette situation crée des problèmes d'approvisionnement — le coût du transport arrivant à dépasser celui du produit rendu au port d'embarquement. En 1974 le Maroc, profitant de son quasi-monopole en Europe, augmentait le prix de ses phosphates de 13 à 70 dollars par t ; cela permit aux phosphates américains de venir porter la concurrence en Europe. Rapidement la consommation baissait et le prix des phosphates retombait progressivement à 40 dollars par t.

Certaines régions du globe sont très dépourvues de phosphates. C'est le cas de l'Europe et en particulier de la France qui est le plus gros importateur mondial. Mais c'est aussi celui des pays de la périphérie du Pacifique et de l'Asie. Enfin nombre de pays en voie de développement n'ont pas les disponibilités en devises qui leur permettraient, par l'achat de phosphates, d'augmenter leur productivité agricole.

### Les possibilités offertes par les gîtes sous-marins

○ La plus grande partie des réserves actuellement répertoriées provient de dépôts d'origine marine. Ces gisements se sont formés à des époques déterminées de l'histoire géologique des différentes parties du globe. Beaucoup d'entre eux correspondent à des zones de faibles profondeurs en limite d'une pente continentale, le long de laquelle s'étaient installées des remontées d'eaux froides profondes, riches en phosphate et favorables à la prolifération d'algues microscopiques (*upwelling*).

Il semblerait qu'actuellement des conditions similaires puissent être réunies au large de certaines côtes occidentales d'Afrique (Sénégal, Namibie), d'Amérique (Pérou, Mexique) ou des hauts-fonds du Sud-Ouest pacifique (Chatham Rise en Nouvelle-Zélande). Par ailleurs l'érosion des dépôts anciens le long des côtes d'Afrique et d'Amérique a entraîné la présence de débris phosphatés dans les sédiments marins.

Enfin on connaît dans certaines îles du Pacifique et de l'Océan Indien des gise-

ments de phosphate de haute qualité, provenant de l'action des déjections des oiseaux de mer (guano) sur le calcaire corallien dont les îles sont formées. Ces gisements ont fait (Makatea) ou font encore l'objet d'exploitation intensive (Nauru, Ocean). Or, on sait que l'histoire des îlots coralliens est le résultat de phases d'émergence (volcan sous-marin) et d'enfoncement (formation d'atoll). Ces atolls, voire des hauts-fonds sous-marins, sont donc d'anciennes îles sur lesquelles des phosphates de guano ont pu se former.

○ Ces trois types de structures favorables ont attiré l'attention des chercheurs et d'importants travaux de prospection ont été réalisés dans la plupart des régions citées. Aucun d'entre eux n'a jusqu'à maintenant conduit à des exploitations. Beaucoup n'ont montré que de très faibles teneurs de phosphate rendant toute rentabilité impossible, même pour un usage local.

Pourtant actuellement trois sites sont l'objet d'études de faisabilité qui pourraient conduire d'ici quelques années à une mise en exploitation :

– au Mexique, dans la péninsule de basse Californie où on envisage la mise en valeur du prolongement sous-marin du gisement de Santo Domingo (sables de plage phosphatisés) ;

– en Polynésie française où le lagon de l'atoll de Mataïva cache un gisement submergé de phosphates de guano ;

– en Nouvelle-Zélande où sur le plateau sous-marin de Chatham Rise par 400 m de profondeur d'eau, on trouve des encroûtements et des nodules phosphatés.

## NODULES POLYMÉTALLIQUES

### Nature

Découverts en 1873 par le navire océanographique britannique *Challenger*, les nodules polymétalliques n'ont commencé à intéresser les industriels que vers 1960. Depuis 1974 cinq groupes, dont quatre multinationaux et un uniquement français, ont réalisé d'importants travaux de recherche pour localiser les gisements,

inventer des systèmes de ramassage, mettre au point des procédés de traitement. A la fin 1981, le total des dépenses effectuées par ces cinq groupes dépassait le milliard de francs.

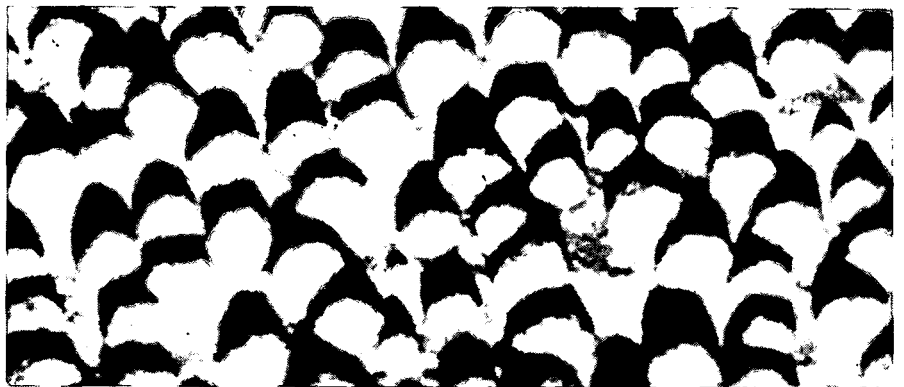
Les nodules sont de petites masses brun noirâtre de quelques centimètres de diamètre reposant sur les boues qui tapissent les grands fonds océaniques. Ils sont composés principalement d'oxydes de manganèse, de fer et de silicates d'alumine. Les plus intéressants d'entre eux possèdent également des teneurs en nickel, en cuivre, et en cobalt comparables à celles des minerais terrestres actuellement exploités (cf. photo 1). C'est dans le Pacifique Nord, de 7° à 18° N et de 120° à 160° W, entre Hawaï et le Mexique, qu'ont été découvertes les plus importantes accumulations de ces nodules, par 5 000 m de profondeur moyenne. Les nodules atteignent des teneurs de l'ordre de 30 % en manganèse, 1,4 % en nickel, 1,2 % en cuivre, 0,25 % en cobalt, 6 % de fer.

Dans cette région le relief du fond est assez variable et on passe d'une géomorphologie comparable à celle de l'Auvergne avec des cônes volcaniques de plusieurs kilomètres de diamètre culminant jusqu'à plus de 1 000 m au-dessus du fond avec de véritables cratères, à des paysages similaires à ceux du Jura : collines et vallées parallèles distantes de 2 à 10 km s'allongeant sur plusieurs dizaines de kilomètres avec des flancs bordés de falaises verticales de plus de 10 m de haut. Les nodules sont répartis en plages de formes irrégulières et de densité variable, l'abondance moyenne pouvant dépasser 10 000 t par km<sup>2</sup>.

### Perspectives de mise en valeur

○ Pour la mise en valeur de ces champs de nodules, il a été envisagé trois grands types de système de ramassage.

Une noria constituée d'une boucle de vingt kilomètres de câble en fibres plastiques tournant entre deux navires voguant de concert. Des dragues fixées sur le câble, lors de leur passage sur le fond, collectent les nodules et les remontent en surface. Ce système avait été essayé en



1. Nodules de manganèse par 5 526 m de fond (diamètre moyen : 7 cm).

1972 en utilisant un seul navire, par un syndicat international regroupant une vingtaine de sociétés. Il est tombé depuis 1974 quelque peu en désuétude.

Des dragues se déplacent sur le fond au bout d'une conduite de plus de 5 km, suspendue sous une plate-forme de type pétrolier. La remontée des nodules dans la conduite peut être réalisée par des pompes situées près du fond, l'injection d'air à mi-hauteur (*air lift*) ou l'entretien d'une dépression dans une cellule située à quelques centaines de mètres de la surface. Les deux premières variantes ont été testées à la mer par trois des groupes multinationaux en 1978-1979. Après huit à dix mois d'essais à la mer, deux d'entre eux ont réussi à faire fonctionner leur système pendant quelques dizaines d'heures, le troisième semble avoir échoué.

Des navettes autonomes, robots sous-marins (cf. photo 2), assurent la collecte et la remontée des nodules. Ce dernier procédé qui a l'avantage de la souplesse d'emploi et de la maniabilité sur le fond fait l'objet depuis 1980 d'une préétude par le groupe français. Cette préétude comporte l'essai à la mer en 1984 d'un modèle réduit d'une future navette sur champ de nodules.

• Le traitement métallurgique des nodules fait appel à des procédés différents suivant qu'on envisage ou non l'extraction du manganèse contenu. L'évolution du marché de ce métal est, en effet, contestée et il est par suite difficile d'apprécier la rentabilité de sa récupération dans les nodules.

Si le manganèse devait être extrait, on ferait appel soit à un traitement par fusion au four électrique avec reprise des fontes cupronickelifères par hydrométallurgie, soit à une hydrométallurgie directe avec attaque acide forte (sulfurique ou chlorhydrique) solubilisant tous les composés métalliques.

Si le manganèse ne doit pas être récupéré, on procèdera sans doute à des attaques acides ménagées, lixiviant les métaux utiles : nickel, cuivre, cobalt.

Dans tous les cas les solutions obtenues seront traitées en faisant appel aux techniques de résines échangeuses d'ions ou de solvants sélectifs.

◦ Quels que soient les systèmes de ramassage ou les procédés métallurgiques envisagés, la mise au point sera délicate et fera appel à de nombreuses innovations technologiques, augmentant les risques techniques et accroissant l'investissement initial à consentir.

On envisage actuellement qu'une exploitation de 3 000 000 t sèches de nodules par an, qui pourraient produire environ 35 000 t de cuivre, 40 000 t de

2. Vecteur autonome assurant la collecte et la remontée de nodules.

3. La soucoupe française Cyana, capable de plonger à 3 000 m, sur la plage arrière de son navire-support, le Nadir.

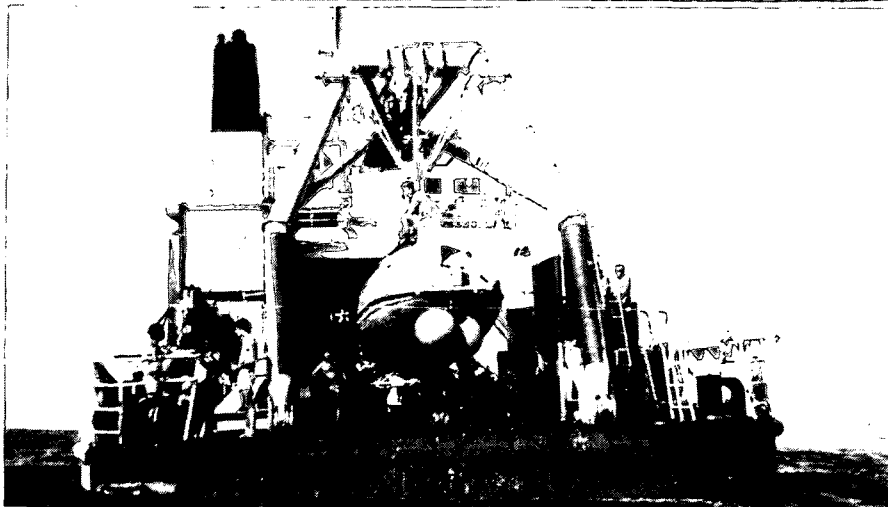
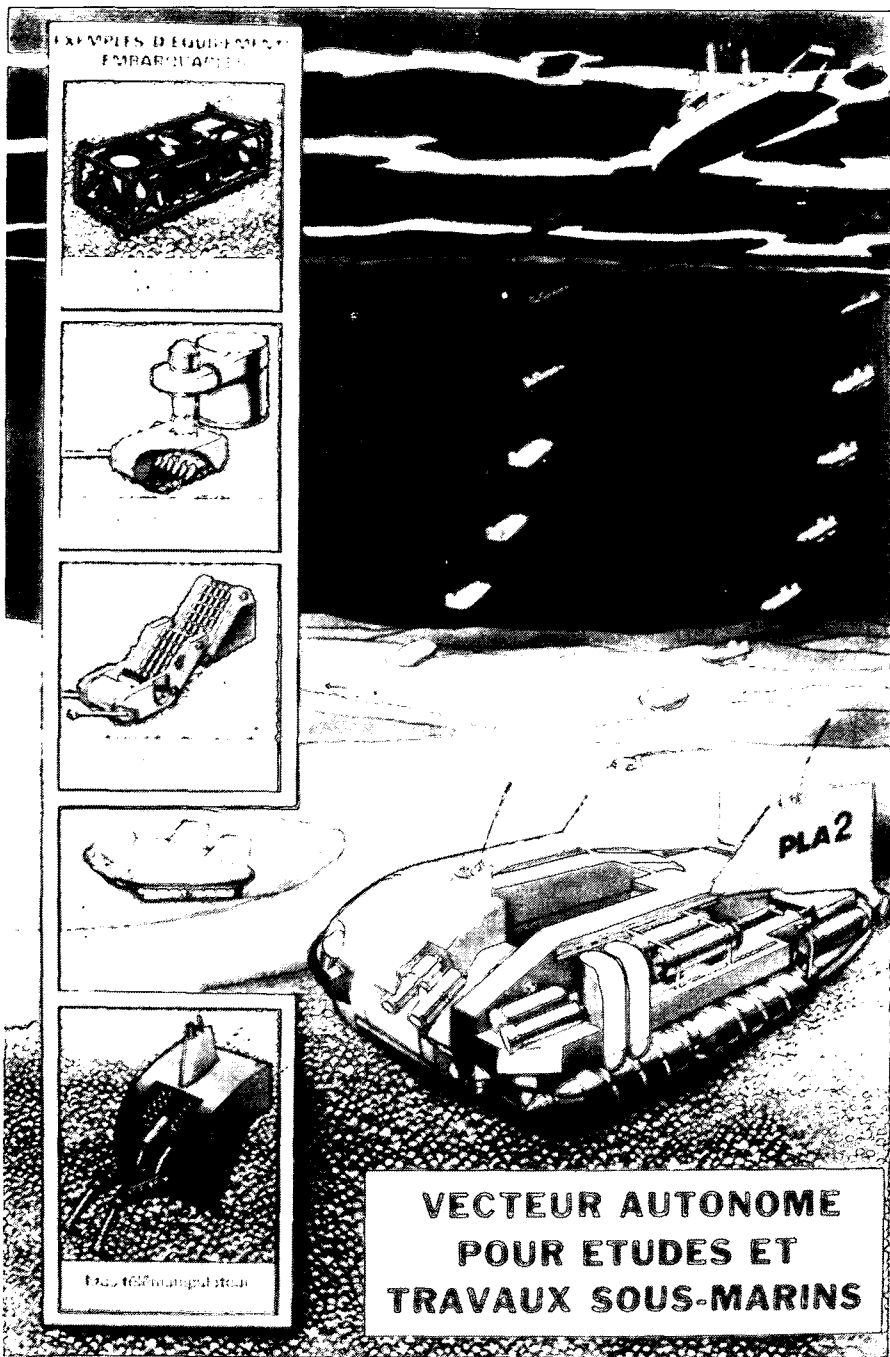


Photo C.E.A.

Photo T. Jureau-Cyamex - CNECO

nickel, 3 000 t de cobalt et environ 500 000 t de manganèse contenus dans des alliages ferrosiliceux, demandera un investissement initial de plus de 5 milliards de francs.

### Cadre juridique

Il reste d'autre part à déterminer le cadre juridique dans lequel des exploitations pourront être autorisées dans les eaux internationales. La conférence internationale sur le Droit de la mer a prévu en 1982 (1) la création d'une Autorité internationale apte à délivrer des permis et contrôlant les activités des titulaires. Certains États, dont la France, se sont déjà dotés de lois réglementant l'activité de leurs ressortissants, dans ce domaine.

Tous ces problèmes laissent à penser que les nodules ne seront pas mis en exploitation avant les années 1995-2000, en fonction de l'évolution du marché des métaux qu'ils contiennent et des conditions d'accès aux autres ressources de ces mêmes substances.

On rappellera à cet effet qu'une exploitation du type de celle envisagée plus haut produirait environ l'équivalent de la consommation française actuelle de nickel, 10 % de celle du cuivre, 3 fois celle du cobalt et plus de 2 fois celle du manganèse.

## LES MINÉRALISATIONS SULFURÉES DES RIDES

### Nature

En 1978 la soucoupe plongeante française *Cyana* (cf. photo 3) découvrait au cours d'une plongée par 2 700 m sur la ride du Pacifique Est, à l'embouchure du golfe de Californie, d'étranges « thermitières » au milieu de coulées de laves volcaniques. Le matériau de ces édifices coniques de quelques mètres de hauteur se révélait être principalement des sulfures de fer (pyrite, pyrrhotine), de zinc (blende) et de cuivre (chalcopyrite) accompagnés de leurs produits d'oxydation.

Quelques mois plus tard le sous-marin américain *Alvin* découvrait, à quelques kilomètres de là, des sources chaudes jaillissant à 350 °C du sommet de ces édifices formant office de cheminées. Ce n'était pas les premières sources hydrothermales découvertes sous la mer — d'autres, beaucoup moins chaudes (20 °C), avaient déjà été observées près des îles Galapagos — ; ce n'était pas non plus les premières minéralisations sulfurées trouvées près des rides océaniques, la découverte des boues sulfurées de la mer Rouge avait été faite treize ans plus tôt. Mais c'était la première fois que l'on observait la présence de dépôts actifs de sulfures métalliques massifs (cf. photo 4).

Ces « sulfures massifs » sont bien connus des prospecteurs et des mineurs qui en ont trouvé, exploité et exploitent encore de nombreux exemples fossiles dans diverses régions du globe. Dans l'enthousiasme de la découverte on allait jusqu'à imaginer un eldorado de sulfures massifs, ponctuant les rides médio-atlantiques, surtout là où elles ont été, dans les derniers cent mille ans, les plus actives, entraînant une expansion océanique de plus de 10 cm par an.

### Intérêt

Avec le temps et la réflexion s'installe progressivement une vision plus raisonnable et quelques explications du phénomène peuvent être avancées.

○ Les sources hydrothermales semblent bien provenir de l'installation d'une circulation de l'eau de mer, qui pénétrant par les fissures des basaltes océaniques à quelque distance de la ride, s'échauffe en descendant, lessive les roches de la croûte océanique des métaux, en partie par la réduction des sulfates de l'eau de mer en sulfures. A partir d'une certaine température (350-450 °C) atteinte à proximité des chambres magmatiques où la roche est en fusion, et malgré des pressions de plusieurs centaines d'atmosphères, la dilatation des solutions est telle qu'elles finissent par remonter à la verticale du point chaud par le réseau de fissure. Si la dynamique de la remontée est faible (chambre magmatique profonde), zone peu fracturée ou fractures recimentées, le temps de remontée permet le refroidissement progressif des solutions, les sulfures précipitent, accélérant le colmatage des fissures et les eaux jaillissant sur le fond de la mer sont seulement tièdes et porteuses uniquement de sulfates (anhydrite, barytine) et de produits siliceux. Si au contraire la remontée est rapide, les solutions jaillissent à haute température encore chargées de sulfures qui, au contact de l'eau de mer froide, précipitent presque immédiatement, formant les « fumées noires » observées par l'*Alvin*.

● L'importance de cette circulation hydrothermale est sans doute considérable au niveau du bilan thermique et chimique des océans. On avait déjà pressenti son existence en observant un déficit du flux de chaleur par conduction à travers les roches, par rapport aux modèles de refroidissement de la croûte océanique qu'on avait tenté d'établir. Le tiers de la perte calorifique de la croûte au niveau des rides se ferait donc par circulation d'eau de mer ; en huit millions d'années un volume équivalent à celui de tous les océans passerait ainsi à travers les fissures des basaltes.

Par contre, on ne sait toujours pas quel pourrait être l'intérêt économique des minéralisations observées. Les découvertes d'« indices » se sont pourtant multipliées depuis. Toujours sur la ride du

Pacifique Est, la seule à faire actuellement l'objet de recherches intensives, on a retrouvé des traces de sulfures et des anomalies de température depuis l'île de Pâques par 20° Sud jusqu'à la ride Juan de Fuca, au large de l'Oregon par 42° N.

La découverte la plus importante est celle faite près des Galapagos par une campagne américaine de l'*Alvin* : un champ de sulfures massifs s'étendant sur près de 1 km de long, 100 à 200 m de large et dont l'épaisseur pourrait dépasser 15 m. Il y aurait là plusieurs millions de t de sulfures, dont la teneur en cuivre atteindrait 10 %. L'examen des données actuellement disponibles nous conduit à considérer cette estimation comme plutôt optimiste.

La découverte la plus récente a été faite en janvier 1982 par la *Cyana* : de nouvelles sources à haute température ont été observées vers 13° N à quelques centaines de milles de l'île de Clipperton.

○ Il est par ailleurs certain que ces sulfures sont instables sur le fond de la mer et qu'ils s'altèrent progressivement en libérant les métaux utiles (zinc, cuivre, argent, etc.) qui se dispersent dans l'eau de mer.

De plus les sources auraient une assez courte durée de vie (sans doute inférieure à dix ans) avec de nombreuses fluctuations de fonctionnement. Pour que ces minéralisations éphémères se conservent, il faut sans doute des conditions tout à fait spéciales, les protégeant de l'action dissolvante de l'eau de mer, comme pour les boues minéralisées de la mer Rouge.

D'un autre côté, l'examen des sulfures massifs des formations anciennes montre que la plupart d'entre eux se sont formés dans des contextes très différents de celui des rides.

○ Il est donc possible que d'autres environnements abritent des phénomènes de circulation hydrothermale à la faveur d'un volcanisme sous-marin. C'est peut-être le cas des arcs insulaires, où sont connus des gisements de sulfures massifs fossiles dans des séries émergées parfois assez récentes (tertiaire).

● Le volcanisme sous-marin intraplaque peut également permettre l'installation d'un régime convectif favorable. Des campagnes de recherches dans ces secteurs géographiques sont déjà envisagées et il est probable, malgré les difficultés que présente la prospection, que les années prochaines verront la découverte de nouveaux indices. Cependant la date est sans doute encore lointaine, où l'on verra la mise en exploitation de ces ressources potentielles.

Jean-Pierre LENOBLE,  
ingénieur géologue,  
CNEOX

(1) Cf. p. 78.

# La mer et le littoral

Nourricière, dispensatrice de richesses,  
la mer est avant tout pour le commun des mortels un lieu privilégié de vacances.

Le littoral revêt de ce fait une importance stratégique (1)  
où convergent des politiques de nature variée et souvent contradictoire.

Il requiert une politique de l'environnement  
ne sacrifiant pas le long terme aux intérêts à court terme (2).

C.F.

(1) Michel Quatre, « Le littoral français », p. 60.  
(2) « Protéger le littoral comme cadre de vie », p. 64.



# Le littoral français

*« Dans la tradition française, largement terrienne, le littoral était une extrémité ; au-delà, seuls s'aventuraient les pêcheurs, les marins au long cours et ceux de la marine de guerre — des populations peu nombreuses et bien typées. Les Français découvrent maintenant leur littoral comme une zone de contacts et d'échanges, intimement liée à la fois au reste du pays et au reste du monde... Au total, le littoral dans son ensemble est le lieu d'une intense activité économique et d'une forte croissance urbaine. » (Michel Picquard, 1973)*

L'importance du littoral français et ses possibilités de mise en valeur ont suscité une réflexion globale depuis 1971, date à laquelle fut décidée une étude d'ensemble terminée en 1972, le rapport Picquard. Depuis, et dans la ligne de ses conclusions, un certain nombre de politiques ont été menées sur le littoral. Sans prétendre être exhaustif, cet article vise, après une présentation de celui-ci, à faire le point sur les actions menées et les difficultés rencontrées pour conclure sur les possibilités nouvelles qui se présentent actuellement et dont la mise en œuvre peut modifier les paysages et les activités des populations côtières.

Précisons avant de commencer que la définition du littoral peut être multiple selon le concept administratif, topographique ou écologique envisagé. Dans le cadre de l'examen mené ci-dessous, nous retiendrons les espaces terrestres et marins fortement influencés les uns par la proxi-

mité des autres. Côté mer, il s'agira donc des zones du plateau continental où la qualité des eaux sur-jacentes est influencée par les rejets ; côté terre, selon les reliefs et les activités implantées plus ou moins en profondeur, le littoral comportera soit les communes du bord de mer et des estuaires, soit également celles situées en arrière. Cette étude est limitée au littoral métropolitain, c'est-à-dire à celui qui s'étend de part et d'autre des 5 500 km de côtes réparties entre 4 900 km pour la France continentale et la Corse, dont 700 dans les estuaires, et 600 pour les îles.

## LA DIVERSITÉ DU LITTORAL FRANÇAIS

La position de notre pays à l'extrémité occidentale de l'Europe et en bordure de trois mers très différentes, la Manche, l'océan Atlantique et la Méditerranée, explique la variété des côtes françaises. En y ajoutant les variations climatiques du nord et sud, le lecteur comprendra les raisons d'un aménagement et d'une occupation aussi contrastés du littoral français tels qu'ils seront exposés plus loin.

Bornons-nous ici à un rapide survol du littoral en insistant sur les phénomènes naturels auxquels l'homme doit faire face pour y implanter et maintenir ses diverses activités.

Les différents types morphologiques des côtes se retrouvent de la frontière belge à Menton et en Corse selon la répartition et les caractéristiques suivantes :

- côtes de plages sur le littoral de la mer du Nord, du Sud du Pas-de-Calais, de la

- Somme et du Calvados avec des cordons de dunes et parfois des marais en arrière. Elles se retrouvent dans les pays de Loire et en Charentes avec un important développement des marais utilisés depuis longtemps par les conchyliculteurs. De la Gironde à l'Adour se développe également ce type de côte avec de nombreux lacs au Nord du bassin d'Arcachon. Le Languedoc-Roussillon et une bonne partie de la côte Est de la Corse présentent le même visage avec des étangs littoraux qui se combinent naturellement par l'érosion et les apports de sédiments dus au ruissellement sur les côtes voisines ;
- côtes de falaises dans le Pas-de-Calais avec surtout les caps Gris-Nez et Blanc-Nez et en Haute-Normandie dans le pays de Caux, falaises dont l'érosion donne des galets caractéristiques des plages de ce secteur comme Dieppe et Étretat ;
- côtes rocheuses et découpées avec de nombreux fleuves côtiers dans le Cotentin et en Bretagne, ce qui leur donne malgré la fraîcheur du climat un grand attrait touristique et offre de nombreux abris à la navigation. Avec un climat méridional ces côtes se retrouvent dans le Pays Basque et surtout en Provence et sur la Côte d'Azur ainsi que sur la majeure partie du littoral corse.

La plupart de ces côtes sont soumises à une érosion permanente qui a pu être estimée par une étude récente à plus de 1 m par an pour 850 km et quelques décimètres par an pour près de 1 000 km. Ce phénomène n'est d'ailleurs pas spécifiquement français mais son ampleur y est importante en raison de l'exposition de nos côtes. Provoqué par la surélévation continue du niveau de la mer, 70 m ces 10 000 dernières années et 1,5 mm par an en moyenne actuellement, il est accéléré par le jeu des marées et des courants ainsi que par les concentrations de houle. Ces dernières se conjugant fréquemment avec des marées de vives eaux, l'effet destructeur de l'action des éléments naturels atteint ainsi une intensité maximale. La construction des barrages en rivière qui réduisent les apports terrigènes et les ouvrages à la côte qui gênent le transport littoral s'associent à ces éléments pour accélérer la modification du rivage.

Citons quelques exemples spectaculaires :

- les falaises du pays de Caux reculent de 10 à 20 cm par an et même 50 entre Vecelles et Dieppe et les galets qui résultent de cette érosion constituent un cordon protecteur à sauvegarder ;
- dans les régions d'Hauteville et Coutainville, la côte Ouest du Cotentin recule d'un mètre par an ;
- si elle est actuellement stabilisée, la Pointe de Grave a reculée de 2 000 m ces 100 dernières années ;
- le long des plages des Landes, l'érosion atteint en certains points 1 à 1,5 m par an ;



La nécessité de faire face à l'accroissement des échanges internationaux et le recours de plus en plus important à des matières premières importées a conduit à développer depuis 1960 de vastes complexes permettant d'installer les industries de première transformation au bord de l'eau et d'accroître considérablement les capacités de réception des ports de commerce.

C'est ainsi que de 1960 à 1975 ont été décidées les réalisations ou les extensions de Fos, de Dunkerque, de la Basse-Seine, du Verdon et de l'estuaire de la Loire.

La partie industrielle des complexes est surtout consacrée à l'industrie lourde, la sidérurgie offre 15 000 emplois à Dunkerque et 10 000 à Fos, le raffinage du pétrole représente 6 000 emplois et la pétrochimie 25 000. Le potentiel total de ces zones est de 30 000 hectares dont un peu moins de 10 000 sont utilisés de manière fort inégale selon les ports puisque l'une d'entre elles, celle du Verdon, est encore sans occupant.

La partie commerciale de ces nouveaux ports a répondu aux besoins du commerce extérieur français avec un trafic annuel d'environ 300 millions de tonnes. Certes une part importante est destinée aux usines au bord de l'eau mais le trafic commercial exige des surfaces de plus en plus importantes tant pour les pondéreux (minerais, charbon et pétrole) que pour les marchandises diverses dont la mise en conteneurs se généralise. Parallèlement la rationalisation et l'accroissement de la productivité du transport maritime par l'utilisation de plus grands navires ont été rendus possible par l'amélioration des accès et notamment de leurs profondeurs. Le tirant d'eau d'un grand porte-conteneurs transocéanique nécessite un chenal d'environ 13 m. On a pu estimer à 50 000 emplois directs les conséquences de cette activité portuaire auxquels il faut ajouter les 30 000 emplois des industries de la construction et de la réparation navales.

#### L'explosion touristique

Le littoral exerce plus que jamais son attrait si l'on considère l'intérêt que lui portent les touristes tant français (en 1978, ils ont passé 60 % de leurs journées de vacances d'été en bord de mer) qu'étrangers, dont les séjours sont en constante progression (5 millions en 1979). On a même pu estimer que, si le rythme actuel de progression se poursuit, le nombre de touristes venant sur le littoral français pourrait passer de 19 millions en 1979 à 24 ou 25 millions en 1985. Il faut d'ail-



Cordon dunaire en Gironde.

— de grands travaux de sauvegarde ont dû être entrepris au sud de l'Adour pour stopper des érosions qui atteignaient 5 m par an ;

— enfin, même le littoral méditerranéen moins exposé n'est pas à l'abri de ce phénomène tant pour les plages de la Côte d'Azur que pour le delta du Rhône en particulier au droit des Saintes-Maries-de-la-Mer.

⊙ A ce phénomène général s'en ajoutent d'autres plus localisés concernant les estuaires et les pertuis (1) dus à la présence des îles. L'action des marées et de leurs courants y introduisent une dynamique fragile tant au point de vue de la stabilité des rives et des fonds qu'à celui de la composition des eaux résultant du mélange de l'eau de la mer et de celle du fleuve avec les rejets des activités humaines. Enfin des phénomènes brutaux provoqués par des conditions climatiques extrêmes doivent rendre l'homme prudent dans ses entreprises. Est-il besoin de rappeler la catastrophe de Nice dont les causes n'ont pu être déterminées avec précision de manière formelle mais où l'action des courants provoqués par une forte crue du Var dans le canyon géologique sous-marin de cette rivière a provoqué des effondrements de grande ampleur ?

C'est pourquoi un tel rappel, succinct cependant, de phénomènes naturels bien connus des hommes de la mer mais peu des terriens est indispensable pour aborder avec prudence un sujet où l'homme croit trop souvent pouvoir disposer à sa guise d'un territoire que la nature lui dispute à l'heure.

### LE DÉVELOPPEMENT DES ACTIVITÉS HUMAINES

Les communes littorales concentrent 10 % de la population française sur 3 % du territoire national puisque 5 270 000 personnes y ont été recensées en 1975 (date du dernier recensement publié en détail). Ce peuplement est réparti de manière très inégale : 35 % des habitants sont localisés dans cinq grandes villes : Marseille, Nice, Le Havre, Toulon et Brest, alors que moins de 8 % le sont dans les communes rurales de moins de 2 000 habitants. Ramenée au kilomètre linéaire de côte, la densité de l'habitat est de 3 229 habitants en Provence-Côte d'Azur, de 1 912 dans le Nord-Pas-de-Calais, Somme et Seine Maritime, de 1 041 en Languedoc alors que la moyenne nationale est de 952 ; les côtes du Midi de la France sont quatre fois plus peuplées que les côtes océanes.

L'évolution démographique du littoral a été supérieure à la moyenne française depuis la Seconde Guerre mondiale de 40 %, le rythme annuel de progression ressortant à 1,35 % contre 0,97 % dans la France entière, mais cette différence tend à s'atténuer puisque mesurée sur la période 1968-1975 elle n'est que de 20 %. Toutefois ce dynamisme démographique est plus fortement marqué dans certaines zones (Dunkerque, Basse-Loire, Gironde et Provence) que dans d'autres en stagnation (Seine-Maritime, côte languedocienne, ports de pêche de la Bretagne). L'évolution des activités humaines et des politiques de développement menées depuis vingt ans permet d'expliquer ces phénomènes.

(1) Pertuis : petit détroit entre une île et le continent.

leurs noter que, loin de s'atténuer, le phénomène de concentration du tourisme dans le temps semble devoir s'accroître, du fait d'une évolution de la fréquentation étrangère qui semble adopter de plus en plus un comportement semblable à celui des Français et concentrer ses départs en vacances sur juillet et août.

Une telle évolution, qui a amené un surpeuplement estival de littoraux privilégiés comme la Côte d'Azur ou la côte Basque ou à la fréquentation sauvage de zones vierges, a conduit l'État à intervenir sur deux sites privilégiés. En mettant en place les missions interministérielles pour l'aménagement touristique du littoral Languedoc-Roussillon puis de la côte Aquitaine, l'État entendait assurer un développement de nouvelles capacités d'accueil touristique créatrices d'emploi dans des régions déficitaires et assurant un meilleur équilibre dans l'usage de l'ensemble du littoral français. On a pu estimer à 30 000 le nombre d'emplois créés ainsi depuis quinze ans en Languedoc-Roussillon.

Malgré cela les littoraux les plus recherchés voient toujours croître leur fréquentation touristique au-delà du raisonnable et l'accentuation du caractère saisonnier de la fréquentation avec des séjours plus courts occasionnent des difficultés à l'industrie hôtelière traditionnelle.

Cette explosion s'est accompagnée d'un essor sans précédent de la navigation de plaisance qui compte désormais plus de 2 millions de pratiquants. Toutefois avec 179 ports de plaisance et 103 000 places, les difficultés d'accueil des bateaux commencent à se faire sentir et là aussi les pratiques habituelles comme celles ayant conduit aux « marinas » avec la logique « un logement — un anneau — un bateau » ne peuvent indéfiniment se perpétuer.

#### Le maintien des activités de production primaire

La pêche qui permet l'emploi de près de 30 000 marins-pêcheurs, dont 85 % d'artisans, a pu se maintenir malgré de grandes difficultés liées à la diminution des ressources tant à cause de la baisse de certains stocks de poisson que par la difficulté d'accès aux zones de pêche traditionnelles et à l'augmentation des coûts de production, surtout ces dernières années. La pêche industrielle, qui se pratique loin des côtes françaises, a été la plus touchée alors que, grâce aux aides à l'investissement, la pêche artisanale résiste mieux. Cette activité est très inégalement répartie sur le littoral puisque la Bretagne assure 45 % de la production nationale et le port de Boulogne 25 %.

A terre, l'agriculture est encore l'activité dominante de la plus grande partie du littoral et y occupe un pourcentage de la

population active nettement supérieur à la moyenne nationale.

Mais c'est par les cultures marines que s'établit une jonction entre deux mondes. Pratiquées en mer sur l'éstran (2) dans les zones abritées ou à terre dans les zones humides, elles représentent une production annuelle de 100 000 t d'huîtres et de 50 000 t de moules. Environ 17 000 exploitations donnent du travail à 30 000 personnes, le plus souvent dans des entreprises artisanales. Depuis peu de nouvelles cultures, comme la palourde ou l'aquaculture de poissons avec une maîtrise artificielle complète de la chaîne de production, éclosion, nurserie et entreprise de grossissement, ont donné lieu à des expériences et même des productions prometteuses.

Le tableau ci-dessous donne un aperçu de l'emploi entraîné par les activités littorales sans compter ceux résultant du secteur énergétique (centrales électriques), du bâtiment et des travaux publics et de l'agriculture.

rents usages possibles. Cette question a été largement analysée dans les années récentes, mais l'effort pour rendre compatibles les activités diverses qui s'implantent doit désormais être un élément permanent de l'action publique sur le littoral ; — le contexte économique général du littoral est assez difficile. Il faut rappeler à cet égard que, au 31 décembre 1979, sur les 53 zones les plus sensibles (taux de chômage le plus élevé) en métropole, 17 étaient situées sur le littoral. Une telle situation est le reflet des difficultés inéluctables liées à l'évolution de certaines activités maritimes (pêche industrielle, chantiers navals, par exemple) et aux restructurations de l'industrie.

Par ailleurs la fragilité des écosystèmes littoraux et la nécessité de protéger l'environnement littoral ont été perçues et prises en compte, en particulier à partir des premières années de la décennie 1970-1980. A ce titre doivent être plus particulièrement signalés :

#### Les activités littorales et l'emploi (1977)

Activités	Production primaire (a)	Tourisme	Transport	Ensemble
Détail des activités retenues	Pêche Conchyliculture Transformation Distribution Avitaillement	Hébergement Restauration Loisirs Transports	Construction et réparation navales Transports maritimes Ports Activités portuaires Transports portuaires	
Emploi direct	118 000	310 000	127 000	555 000
Valeur ajoutée directe (en MdF)	7,4	35,7	12,5	55,6
Emploi indirect	18 000	15 000	48 000	81 000
Valeur ajoutée indirecte (en MdF)	1,5	1,2	4	6,7
<b>Emploi total</b>	<b>136 000</b>	<b>325 000</b>	<b>175 000</b>	<b>636 000</b>
(a) Hors agriculture.				

#### COEXISTENCE ET PROTECTION

Au total, la carte des activités de la mer laisse apparaître à la fois des points de concentration importante et des zones peu exploitées ou peu utilisées du fait de la pauvreté en richesses naturelles ou d'un environnement moins attrayant.

● Au-delà de ce constat à caractère « statique », la répartition géographique des activités liées à la mer appelle quelques remarques complémentaires :

— au niveau le plus fin, la ligne du rivage est, presque partout, l'objet de convoitises et de pressions multiples et contradictoires. C'est un espace rare qui pose donc des problèmes d'arbitrage entre les diffé-

— l'important effort d'assainissement du littoral et de lutte contre la pollution tellurique du milieu marin. Rappelons simplement à cet égard que le parc des stations d'épuration des communes littorales a été multiplié par 2,5 ces huit dernières années, passant de 170 à 440 stations sur un total de 930 communes (dont environ 300 ne nécessitent en tout état de cause pas d'assainissement collectif) ;

— le dispositif de prévention contre les pollutions marines accidentelles ;

— l'instauration des procédures d'études d'impact qui rendent obligatoires l'examen et la prise en compte des consé-

(2) Estran : partie de littoral comprise entre la plus haute et la plus basse mer.

quences sur l'environnement des projets d'aménagement ;

- la réalisation de schémas d'aptitude et d'utilisation de la mer sur les zones les plus sensibles, afin de mieux assurer la coexistence des diverses activités et le maintien de la qualité du milieu marin ;

- les moyens mis en place pour assurer une maîtrise publique de zones particulièrement sensibles ou menacées (Conservatoire du littoral, intervention des départements) ;

- le lancement de la politique de réhabilitation des grands sites nationaux dont neuf sont sur le littoral : les caps Gris-Nez et Blanc-Nez, les falaises d'Étretat, le Nez de Jobourg, les rivages de l'île de Ré, la dune du Pyla, la presqu'île de Crozon, la baie du Mont-Saint-Michel, la pointe du Raz et les falaises de Bonifacio ;

- la directive d'aménagement national du territoire du 25 août 1979 relative à la protection et à l'aménagement du littoral, qui a notamment pour objectif de combattre l'urbanisation désordonnée du littoral et d'y préserver les espaces naturels biologiques.

● Cette directive contient également des dispositions visant à limiter au maximum l'occupation de la frange littorale et à reporter en arrière de celle-ci les équipements ou les constructions qui peuvent l'être (route de transit, par exemple). On rejoint ici la philosophie générale qui avait été esquissée dans le rapport remis au Gouvernement en novembre 1973 par Michel Picquard (3) et qui avait adopté un mode d'approche novateur des problèmes du littoral (voir le chapeau du présent article).

La ligne de côte y était présentée comme un patrimoine exigü et précaire, rare et donc précieux. L'axe essentiel proposé était celui de l'aménagement en profondeur, qui avait pour objectif de dépasser le phénomène spontané de développement concentré sur la seule ligne de rivage, pour lui substituer un aménagement plus équilibré d'une bande géographique s'étalant de part et d'autre du trait de côte, mettant fin ainsi au contraste entre un rivage congestionné et un arrière-pays déserté.

Cependant cette directive n'a pu être pleinement efficace (4) dans la mesure où une idée forte comme celle de la préservation d'une bande littorale de toute construction nécessite des dérogations pour s'adapter à la diversité des situations rencontrées. De plus l'élaboration du plan d'occupation des sols (P.O.S.) de toutes les communes littorales ne pouvant être instantanée, la maîtrise des constructions est loin d'être entrée dans les faits et on peut en constater le résultat sous forme d'une urbanisation diffuse, parfois qualifiée de « mitage », caractéristique du littoral breton par exemple. Enfin cet instrument de portée générale n'émittait que des intentions sur la meilleure utilisation de la

richesse collective que représente l'espace littoral si bien que les conflits entre les formes diverses de mise en valeur, productions agricoles, aquacoles et tourisme n'y sont pas réellement traitées.

## STRATÉGIE ÉCONOMIQUE ET SPATIALE

○ Quelle est donc la stratégie à suivre à l'égard des zones littorales ?

Il n'y a pas un littoral, mais des littoraux. Que ce soit sur les plans de la topographie, de l'écologie, de l'économie, que ce soit du côté terre ou du côté mer, les zones littorales présentent un aspect et posent des problèmes radicalement différents.

Nature du rivage, dynamisme local de l'agriculture, richesse particulière de la zone maritime côtière, pression touristique, importance du tissu urbain ou industriel, sensibilité des écosystèmes littoraux, présence d'infrastructures ou d'équipements d'intérêt national ou régional sont des éléments très variables dont doivent naturellement tenir compte les décisions et les efforts des pouvoirs publics. Sur telle façade par exemple, l'affluence touristique pose en termes cruciaux la sauvegarde d'un minimum d'espaces naturels et d'activités « permanentes », sur telle autre, la rigueur du climat ou le caractère peu hospitalier du rivage étouffe le développement d'activités de loisirs dont l'apport économique pourrait être profitable ; ailleurs, la situation géographique favorable et l'acquis historique rendent vital, pour l'économie locale et pour le pays, le développement portuaire et commercial.

○ Un certain nombre de questions fondamentales n'ont, par nature, pas de réponse simple.

Il en est ainsi de celle qui consiste à s'interroger sur un choix entre protection et développement. En effet, les termes d'un tel choix se modifient selon l'espace littoral examiné.

Il ne peut être question de prendre appui sur l'existant pour tenter de conférer à chaque zone littorale une vocation quasi exclusive, en espérant ainsi résoudre les conflits inhérents à la cohabitation d'activités diverses. Tous les habitants du littoral ont besoin d'espaces de loisirs et d'un cadre de vie sauvegardé. Toutes les régions ont besoin d'emplois permanents et diversifiés.

Par ailleurs, la protection ne peut être conçue que comme un élément essentiel permettant une utilisation optimale et équilibrée du littoral, mais non comme une fin en soi. Le bénéficiaire de la politique du littoral ne doit pas être le chardon des sables ou la mouette cendrée, mais l'homme de la fin du XX<sup>e</sup> siècle et, si possible, du début du XXI<sup>e</sup>, avec ses

besoins de nourriture, d'énergie, d'espace, de loisirs, de beauté, d'évasion, mais aussi d'emploi. Le maintien de certaines activités (on cite souvent l'agriculture, mais c'est aussi le cas des cultures marines) contribue à la protection des sites ; les problèmes rencontrés actuellement dans la gestion des espaces acquis par la puissance publique montrent à quel point une seule protection muséographique serait coûteuse et conduirait à une impasse.

Il faut donc concevoir et mener de front les objectifs de protection et de mise en valeur du littoral. A leur rencontre se situent en particulier des activités parmi les plus traditionnelles de la mer.

● Autre question n'ayant pas de réponse simple : la répartition des rôles entre les différents acteurs en présence, et en particulier entre l'État et les collectivités locales.

Pour les raisons développées ci-dessus, on ne peut se contenter de décisions nationales. Chaque activité doit sa place sur le littoral aux concessions qui lui sont faites par les autres. Aussi convient-il de choisir le meilleur équilibre possible entre celles-ci par type de littoral. A partir des grands objectifs nationaux, cette approche conduit à une étude régionale de mise en valeur des littoraux. Sans donner à cet adjectif un sens purement administratif, encore qu'à quelques exceptions près chacune des régions françaises possède un littoral caractéristique, il apparaît bien que c'est à ce niveau que peuvent se faire les choix entre les diverses possibilités de développement.

Mais pour éviter de retomber dans les ornières du passé et de continuer à utiliser le littoral selon des schémas conduisant à une impasse par suite des impossibilités de coexistence, les décideurs devront prendre en compte de nouveaux modes d'usage des richesses de la côte. Sans tirer un trait sur ce qui a été réalisé, il est bien nécessaire d'imaginer ce que seront les nouvelles pratiques de la navigation de plaisance, les futures exploitations de cultures marines, un renouveau du tourisme littoral et une amélioration notable du cadre des grandes cités portuaires et industrielles.

○

C'est de cet effort que dépend un développement harmonieux du littoral réconciliant visions « terrienne » et « maritime » des perspectives d'aménagement.

Michel QUATRE,  
ingénieur  
des Ponts et Chaussées,  
mission interministérielle  
de la Mer

(3) Rapport Picquard, La Documentation Française, 1974.

(4) Cf. l'article « Protéger le littoral comme cadre de vie », p. 64.

# Protéger le littoral comme cadre de vie

*Rareté, fragilité, multiplicité des conflits et des compétitions d'occupation justifient l'existence d'une politique de protection du littoral.*

Espace rare, le littoral doit accueillir chaque année 13 millions de touristes venant s'ajouter à une population permanente de 5 millions d'habitants sur 3,6 % de l'espace national. Cette concentration dans le temps et dans l'espace pose à l'évidence de multiples problèmes en matière d'accueil et de cohabitation, d'autant plus que se développent rapidement de nouvelles activités dont les besoins dépassent souvent les équipements existants. Il en est ainsi de la plaisance qui représente aujourd'hui 2 millions d'usagers, des activités comme la planche à voile étant passées en quelques années de 500 pratiquants à 300 000.

Espace fragile également et particulièrement sensible aux risques de pollutions d'origine maritime. N'oublions pas qu'une catastrophe comme l'*Amoco Cadiz* a coûté à la collectivité 800 millions de francs, ce qui au demeurant montre la totale rentabilité des actions de prévention.

Espace envié, ce qui explique les conflits et les compétitions d'occupation entre usages touristiques et usages professionnels et au sein des usages professionnels entre économie de cueillette et cultures marines, ce qui explique aussi les tendances à la privatisation qu'il convient de combattre.

Le ministère de la Mer, responsable du domaine public maritime, souhaite à l'égard de cet espace rare, fragile et envié que soient d'abord appliquées les normes existantes, que soit préservé le rôle de l'État comme gestionnaire et que soit assuré l'équilibre entre préoccupations de protection et préoccupations d'aménagement.

Faire d'abord appliquer ce qui existe

Il est certes plus facile d'élaborer des textes nouveaux que de faire appliquer ceux qui existent. Cependant, la protection du littoral se jouant dans le temps, dont l'écoulement crée l'irréversible, il apparaît nécessaire que les pouvoirs publics montrent d'abord leur volonté de faire appliquer effectivement les normes existantes. Le sort de l'affectation de l'espace littoral se décidant pour l'essentiel au niveau des plans d'occupation des sols (P.O.S.), le décret du 25 août 1979 approuvant la directive d'aménagement national relative à la protection et à l'aménagement du littoral prévoyait d'une part que les plans d'occupation des sols en cours d'élaboration devaient être conformes aux prescriptions de la directive et que les P.O.S. publiés ou approuvés au moment de son entrée en vigueur et qui seraient incompatibles dans certaines de leurs dispositions avec elle, devaient être mis en conformité.

Afin de prendre la juste mesure de la difficulté qu'il y a à faire passer un texte national au niveau local, il serait utile qu'un document soit élaboré faisant le point sur l'état des mises en conformité des plans d'occupation des sols des communes littorales par rapport à la directive. Ce document risque de montrer que, quelle que soit la volonté des pouvoirs publics, l'exercice de mise en conformité est toujours difficile. En effet, il est délicat de demander à une commune qui, au prix d'une procédure toujours longue et difficile, a fini par adopter un plan d'occupation des sols, de mettre celui-ci en révision au nom d'une norme nationale. Cet exer-

cice, difficile aujourd'hui, le sera encore plus demain, puisque dans le cadre de la loi sur la décentralisation, les communes auront reçu pleine responsabilité en matière d'élaboration des plans d'occupation des sols. Or, la loi en cours d'élaboration sur la répartition des compétences posera pour l'essentiel des problèmes de mise en conformité puisque au moment où elle sera applicable, la plupart des communes du littoral seront dotées d'un plan d'occupation des sols. C'est pourquoi, sans attendre le vote de cette loi, le ministère de la Mer souhaite que le point soit fait sur l'application de la directive de 1979 qui, (bien qu'incomplète et parfois imprécise) a au moins le mérite d'exister et de comporter un certain nombre de règles de protection, restées trop souvent lettres mortes et que soient confirmées les constructions relatives à son application.

**Préserver le rôle de l'État dans l'affectation du domaine public maritime**

Le souci de conserver à l'État le pouvoir d'arbitrage en matière d'utilisation du domaine public maritime a conduit à ne pas faire figurer la gestion du domaine public maritime dans les matières décentralisées. Cette option est du reste conforme au souhait d'un certain nombre de professionnels maritimes et notamment aux professionnels des cultures marines qui ne voyaient pas sans inquiétude l'hypothèque d'une décentralisation du domaine public maritime au profit des collectivités locales. Le maintien de la responsabilité de la gestion du domaine public maritime au niveau des autorités déconcentrées de l'État ne fait bien évidemment pas obstacle à ce que soient plus étroitement associés à cette gestion les représentants des collectivités locales ou des professions intéressées, qu'il s'agisse du domaine affecté aux activités portuaires ou celui affecté aux cultures marines et aux activités de loisirs.

**Assurer l'équilibre entre préoccupations de protection et d'aménagement**

La conservation indispensable d'un certain nombre d'espaces naturels en raison de la qualité des sites ne doit pas être exclusive d'une mise en valeur dès lors que celle-ci reste compatible avec la préservation de l'environnement. C'est pourquoi, dans les espaces protégés, doivent demeurer autorisées les activités de nature agricole ainsi que les activités liées aux cultures marines. En conséquence, il serait souhaitable, notamment en ce qui concerne les terrains acquis par le Conservatoire du littoral, d'aménager des conventions-types de gestion afin de prévoir non seulement comme actuellement

la possibilité de mise en valeur dans un but agricole ou de cultures marines, mais également le droit de réaliser les équipements légers indispensables à l'exercice de ces activités.

Sous le bénéfice de ces observations liminaires, les préoccupations de protection du littoral conduisent à :

- organiser la planification de l'espace littoral ;
- préserver le littoral contre les pollutions d'origine maritime ;
- sauvegarder l'accessibilité du littoral ;
- promouvoir le tourisme nautique dans le respect des utilisations professionnelles de la mer ;
- assurer une péréquation financière des servitudes et associer les élus à la gestion du littoral.

rait souhaitable pour élaborer la loi d'aménagement et de protection du littoral, de partir de la directive de 1979 et d'examiner les améliorations qu'il convient de lui apporter à l'occasion de sa transformation en loi. Les choix à opérer concernent le champ d'application de la directive, son contenu, sa procédure d'élaboration.

### *Le champ d'application*

Il apparaît opportun de retenir le même champ d'application que celui de la directive de 1979, c'est-à-dire les communes littorales. Toute autre formule risquerait d'introduire une frontière supplémentaire de planification de l'espace peu souhai-

terre sur les équipements lourds de stationnement permanent à flots.

⊙ Les principes de protection :

- interdiction d'extraction de matériaux sur les gisements naturels de coquillages, les frayères et les nurseries ;
- obligation d'assainissement dans les zones affectées aux cultures marines ;
- interdiction des rejets dans les zones affectées aux cultures marines ;
- confirmation de la servitude de recule-ment de 100 mètres pour les constructions ;
- limitation des zones d'urbanisation futures des agglomérations littorales ;
- préservation des espaces littoraux affectés aux installations touristiques légères ;
- protection particulière de certains espaces sensibles : zones humides de haute valeur écologique, zones humides à réserver à la pêche et aux cultures marines, espaces boisés et espaces fragiles ou sensibles, comme les dunes et falaises, interdiction de constructions à usage d'habitation sur le domaine public maritime.

### *Procédure d'élaboration*

Il serait souhaitable de consulter pour avis les régions littorales sur les grands principes de la loi d'aménagement du littoral. Une telle consultation permettrait une véritable prise en charge régionale d'un certain nombre de principes et de contraintes nationales. En l'absence d'une telle procédure, l'instauration d'une loi édictée sans consultation risque d'apparaître comme un procédé de reconcentration des compétences des collectivités locales lorsqu'elles s'exercent dans la zone littorale.

### *Les schémas d'utilisation de la mer*

La loi sur la répartition des compétences a prévu l'instauration de schémas d'utilisation de la mer élaborés en concertation entre l'État et les régions et opposables aux plans d'occupation des sols. La création de tels documents comble une lacune puisqu'il n'existait aucun instrument d'affectation du domaine public maritime ayant une portée juridique précise. Le décret en Conseil, prévu par la loi de compétence, devra préciser leur champ d'application, leur contenu et leur procédure d'élaboration.

### *Champ d'application*

Le périmètre des schémas d'utilisation de la mer (S.U.M.) devrait être défini au coup par coup en accord entre l'État et la région. Le périmètre devrait cependant prendre en considération l'unité géographique du secteur côtier, de manière à constituer le cadre d'une véritable solidarité entre collectivités publiques riveraines d'une même baie ou d'un même estuaire.



Assurer l'accueil des touristes et des plaisanciers tout en respectant l'utilisation professionnelle de la mer. Ici le Cap d'Agde.

## **ORGANISER LA PLANIFICATION DE L'ESPACE LITTORAL**

La planification de l'affectation de l'espace littoral peut s'organiser à trois niveaux :

- au niveau national, à travers la loi d'aménagement et de protection du littoral ;
- au niveau régional, à travers l'élaboration des schémas d'utilisation de la mer ;
- au niveau communal ou intercommunal, à travers les plans d'occupation des sols.

### **La loi d'aménagement et de protection du littoral**

La planification de l'espace nécessitant une certaine stabilité des normes, il appa-

table, car largement artificielle. Tout découpage étant par essence arbitraire, le mieux est encore le découpage existant...

### *Le contenu de la directive*

Au-delà de quelques principes simples d'aménagement, la loi sur le littoral comportera pour l'essentiel des dispositions de protection.

⊙ Les principes d'aménagement :

- reconnaître que le littoral a pour vocation prioritaire la promotion des activités touchant au commerce maritime, à la pêche, et aux cultures marines ;
- affirmer que priorité doit être donnée à l'utilisation de la mer comme outil de travail ;
- favoriser les activités créatrices d'emploi permanent ;
- donner, en matière d'équipements plaisanciers, la priorité aux aménagements légers et à l'organisation de stockage à



## Contenu

Sur le domaine public maritime, le S.U.M. devrait indiquer les choix quant à l'utilisation de l'espace, qu'il s'agisse de la pêche, des cultures marines, des ports de commerce, de plaisance et de pêche. Opposable aux plans d'occupation des sols qui devront leur être compatibles, il indiquera les aménagements du littoral constituant le prolongement à terre des options faites quant à l'utilisation de la mer (règle d'assainissement, servitude de reculement, etc.). Les S.U.M. constitueront ainsi un véritable outil d'unité et d'intégration du littoral terrestre et maritime.

## Modalités d'élaboration

Cet outil réglementaire, bien adapté dans son cadre géographique, devrait être l'occasion d'une véritable concertation entre élus, professionnels et administrations compétentes sur le littoral. Pour la zone couverte par chaque schéma d'utilisation de la mer pourrait être créé un conseil de S.U.M. au sein duquel seraient représentées les communes littorales concernées, les activités professionnelles intéressées, la région et l'État.

Compétent au niveau de l'élaboration des S.U.M., ce conseil pourrait également veiller à l'application de celui-ci ainsi qu'au respect d'un certain nombre de réglementations maritimes.

Il pourrait notamment :

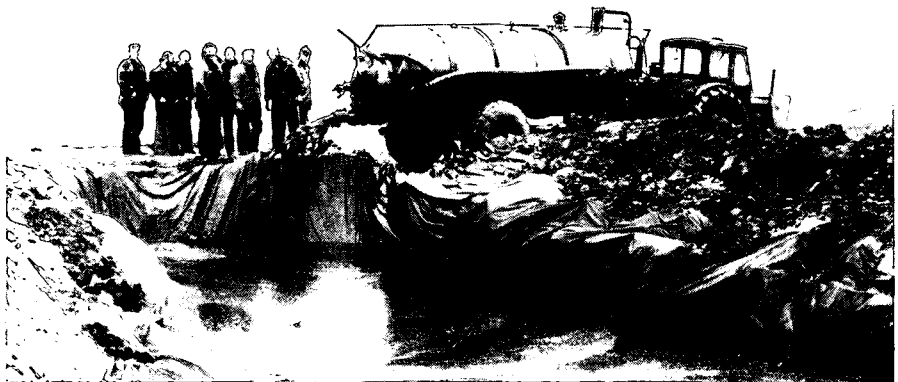
- suivre la mise en œuvre et le respect des prescriptions comprises dans le S.U.M. ;
- être consulté sur la réglementation maritime du type pêche à pied et pêche côtière, navigation de plaisance, mouillage, rejets en mer, etc. ;
- donner son avis sur les principales décisions affectant le rivage : concessions d'endiguage, changement d'affectation du secteur littoral au profit d'une nouvelle activité, programme de défense contre la mer, etc.

Cette instance serait ainsi une structure permanente de rencontre et de coordination entre les différentes activités maritimes qui s'exercent sur le littoral.

## Les plans d'occupation des sols des communes littorales

Les plans d'occupation des sols devant respecter les prescriptions des schémas d'utilisation de la mer, leur compatibilité avec les préoccupations de gestion du domaine public maritime se trouve assurée. Au niveau de leur élaboration, il serait souhaitable de développer la concertation avec les professionnels de la mer, leur participation au groupe de travail pour l'élaboration des P.O.S. étant largement inexistante actuellement. Elle devrait être consacrée par les textes et effectivement mise en œuvre.

Par ailleurs, au-delà de la servitude légale de passage des piétons qui ne peut pas s'appliquer sur tout le littoral, il serait utile qu'au niveau des plans d'occupation des sols, les communes prennent en compte un programme d'aménagement d'accès libre et gratuit du public au rivage. La loi portant directive nationale devra donc imposer l'insertion dans les plans d'occupation des sols des communes littorales, d'un programme d'ensemble d'accès et prévoir que la réglementation du permis de construire en bordure du littoral peut imposer au propriétaire, en contrepartie du droit de construction, l'obligation d'une remise gratuite à la commune d'une servitude de passage transversale piétonnière ou carrossable. Enfin, la servitude de passage piétonnière devra être partout reportée sur le plan d'occupation des sols pour en garantir la pérennité et l'inconstructibilité.



Fosse provisoire d'entrepôt du pétrole pompé après le naufrage de l'Amoco Cadiz en mars 1978.

## PROTÉGER LE PATRIMOINE LITTORAL DES POLLUTIONS D'ORIGINE MARITIME

○ Un dispositif national de protection et de lutte contre la pollution a été mis progressivement en place et animé par le ministre de la Mer (mission interministérielle) : il confie aux préfets maritimes et aux commissaires de la République des départements littoraux la responsabilité de l'organisation et de la mise en œuvre des plans de protection et de lutte (POLMAR). Les principales mesures de protection concernent :

- la qualité des navires et de leurs équipages naviguant à proximité de nos côtes et de nos ports : c'est le domaine du contrôle des navires français et étranger au port ;
- la sécurité de la navigation, en particulier dans les dispositifs de séparation du trafic mis en place devant Ouessant, aux Casquets et devant le Cap Gris-Nez en Manche, à Bonifacio en Corse.

Toutes les administrations maritimes concourent à ces mesures, coordonnées en mer par le préfet maritime, avec leurs moyens fixes :

- C.R.O.S.S. et centres de Surveillance des Affaires maritimes, sémaphores et centres d'opérations des préfets maritimes et leurs moyens nautiques et aériens de surveillance.

- la mise en place et le stockage sur le littoral de moyens de lutte contre la pollution : barrages, pompes, produits dispersants, etc.

○ Dans ce dispositif, les collectivités locales ont un rôle essentiel ; parce que directement menacées, elles connaissent parfaitement les points sensibles de leurs côtes, elles savent aussi quels sont les moyens dont elles disposeront immédiatement pour intervenir. Elles sont véritablement les cellules de première intervention et à ce titre, dans un dispositif qui est

national, elles doivent être dotées de moyens de première intervention, puisque le Code des communes (art. L 131-2) leur en attribue la responsabilité.

● Les principales réflexions et actions en cours pour l'amélioration de la protection et de la lutte concernent tous les ministères, sont animées et coordonnées au niveau central par la mission interministérielle de la Mer. Elles porteront essentiellement :

- pour l'Intérieur : sur la modernisation du matériel, la formation de personnel, les expérimentations de moyens nouveaux de lutte, par exemple : l'épandage de dispersants par les avions Canadair ;
- pour la Défense et la Marine nationale : sur l'expérimentation de nouveau dispersants, et sur des essais de remorquage de très gros pétroliers ;
- pour l'Environnement : sur la poursuite de l'inventaire des zones de stockage des déchets en liaison avec les collectivités locales concernées et sur les recherches conduites en liaison avec le ministère de la Mer ;

— enfin pour le ministère de la Mer : sur le renouvellement du stock de barrages côtiers (30 km en 1983) et sur le lancement d'un plan de recherches interministériel sur 5 ans.

Les réflexions devront aussi porter sur l'attribution d'aides financières aux collectivités locales afin de développer leurs équipements de lutte en tant que centres de première intervention en matière de prévention des pollutions, indépendamment de l'aide qui peut leur être apportée par le Fonds d'Intervention qui ne peut intervenir qu'après l'accident et non avant.

---

### SAUVEGARDER L'ACCESSIBILITÉ DU LITTORAL

---

Conformément aux principes fondamentaux de la domanialité publique, le domaine public maritime doit prioritairement resté affecté à l'usage du public. En conséquence, doivent être combattues vigoureusement les atteintes irrégulières à ces principes et réduits les usages privatifs du domaine public maritime, liés à une activité touristique.

#### Garantir l'accès aux plages

Il apparaît indispensable de remettre en cause le droit accordé dans le cadre des concessions à des exploitants de plages qui subordonne l'occupation de celles-ci par les usagers à un paiement. Aux concessions d'usage exclusif d'un espace de plage seront substitués des droits de louer ou d'exploiter sur la plage un certain nombre d'équipements sportifs et de loisirs, sans réservation d'espace. De telles mesures seront prises pour les concessions futures par la révision des cahiers des charges types des concessions de plages.

Par contre, pour les concessions en vigueur, il apparaît indispensable de prendre une disposition législative qui permette de remettre en cause les dispositions des conventions en vigueur chaque fois qu'il n'existe pas de préjudice financier direct, ce qui est le cas lorsque l'installation du plagiste est amortie. Cette disposition législative devrait donc ouvrir aux communes un droit de remise en cause des sous-traités de plagistes, le cas échéant partiels, sous réserve de l'indemnisation du seul préjudice direct matériel et certain, à l'exclusion de la perte d'un bénéfice potentiel sur les années restant à courir en vertu du sous-traité.

#### Assurer l'accessibilité des servitudes de passage

Assurer l'aménagement du chemin du douanier ne suffit pas à garantir l'accessibilité du public à la côte. En effet, le plus souvent il n'existe pas d'accès perpendiculaire qui permette le raccordement du che-

min du douanier aux voies publiques. Dans ces conditions, la loi devrait instaurer l'obligation pour les communes de prévoir, au niveau des plans d'occupation des sols, des opérations d'aménagement d'accès au chemin du douanier, son désenclavement étant reconnu d'utilité publique, de même que le désenclavement de certaines plages.

Par ailleurs, la servitude de passage ayant montré toute son utilité et son efficacité, il apparaît opportun de l'étendre dans les départements d'outre-mer avant que le développement de l'urbanisation littorale ne rende l'instauration de cette servitude quasiment impossible.

---

#### Préciser les règles de délimitation du domaine public

Pour renforcer le statut du domaine public maritime, fondement même des droits du public sur le littoral, il convient d'aménager les textes qui régissent sa délimitation. Ceci permettrait un constat plus efficace des empiètements irréguliers ainsi que le tracé plus aisé de la servitude de passage des piétons.

---

### PROMOUVOIR LE TOURISME NAUTIQUE DANS LE RESPECT DES AUTRES USAGES DE LA MER

---

Depuis quelques années les conflits entre usages professionnels et usages touristiques de la mer se sont multipliés. Aussi apparaît-il important d'aboutir à un meilleur équilibre dans le partage de la mer, notamment entre pêcheurs, plaisanciers et professionnels des cultures marines. A cet effet, les schémas d'utilisation de la mer devront comprendre un certain nombre de règles de répartition de l'espace.

A ce titre ils seront amenés à préciser la réglementation relative à l'interdiction de passage dans les zones affectées aux cultures marines, ainsi que les règles de protection aux abords des parcs et des engins de pêche. L'atténuation des conflits passe en outre par une meilleure maîtrise des équipements de plaisance. Il convient de concilier la croissance de ces équipements, liée à l'augmentation du nombre des plaisanciers, avec les préoccupations de protection du littoral et de mise en valeur de la mer comme outil de travail. Dans ces conditions, il est indispensable de limiter fortement, en le réservant au seul secteur côtier encore sous-équipé, le développement des équipements lourds conçus pour le stationnement permanent à flot des bateaux. A l'inverse, il est utile de privilégier les aménagements saisonniers et l'organisation de stockages à terre.

Par ailleurs, l'existence d'un schéma d'aménagement des ports de plaisance

devrait être rendu obligatoire et trouver sa traduction au niveau du schéma d'utilisation de la mer. Ainsi, tout équipement nouveau devrait être conditionné à une inscription au S.U.M. et toute capacité nouvelle de stockage à flot être globalement associée simultanément à la création d'une capacité équivalente de moyens de mise à l'eau journalière et de places de stationnement à terre. Enfin, tous les ports de plaisance devraient avoir l'obligation de réserver un certain nombre de places aux pêcheurs.

---

### ASSURER UNE PÉRÉQUATION FINANCIÈRE DES SERVITUDES ET MIEUX ASSOCIER LES ÉLUS A LA GESTION DU LITTORAL

---

La protection du littoral, qui recueille l'unanimité au niveau des pétitions de principe, inspire plus de réticences au stade de l'application. Les servitudes, les réserves foncières, les espaces protégés sont toujours pour la commune d'à côté. Ce comportement des communes s'explique parfaitement dans la mesure où l'acceptation de réserver telle ou telle partie du littoral se traduit le plus souvent par une perte de ressources financières.

Dans ces conditions, il apparaît indispensable de mettre en place une péréquation financière des contraintes de préservation sans lesquelles les servitudes seront toujours saisies comme arbitraires et, en conséquence, mal prises en charge au niveau local. Il est indispensable tout d'abord de dégager les moyens financiers qui manquent actuellement, après acquisition, pour la gestion et l'entretien des terrains. Ces moyens peuvent être dégagés au niveau des départements par la réforme notamment de la taxe départementale des espaces verts et la taxe de séjour.

Au niveau du domaine public maritime, il serait souhaitable de créer un fonds de péréquation doté de crédits équivalents au montant total des redevances des concessions et qui pourraient être distribués au profit des collectivités locales qui, en association, effectueraient des travaux d'aménagement et de protection du littoral dans les zones affectées aux cultures marines. Il devrait également pouvoir être établi des conventions de gestion avec les communes et les propriétaires privés et l'État pour le maintien et l'aménagement, ainsi que pour la sauvegarde de certains secteurs naturels. Cette politique de péréquation des contraintes financières devrait s'accompagner d'une plus grande association des élus à la gestion du littoral au niveau notamment de l'élaboration des S.U.M., de la gestion des ports, de l'attribution des concessions en matière de cultures marines. (\*)

---

(\*) Source : ministère de la Mer. Les gras sont de la Rédaction.