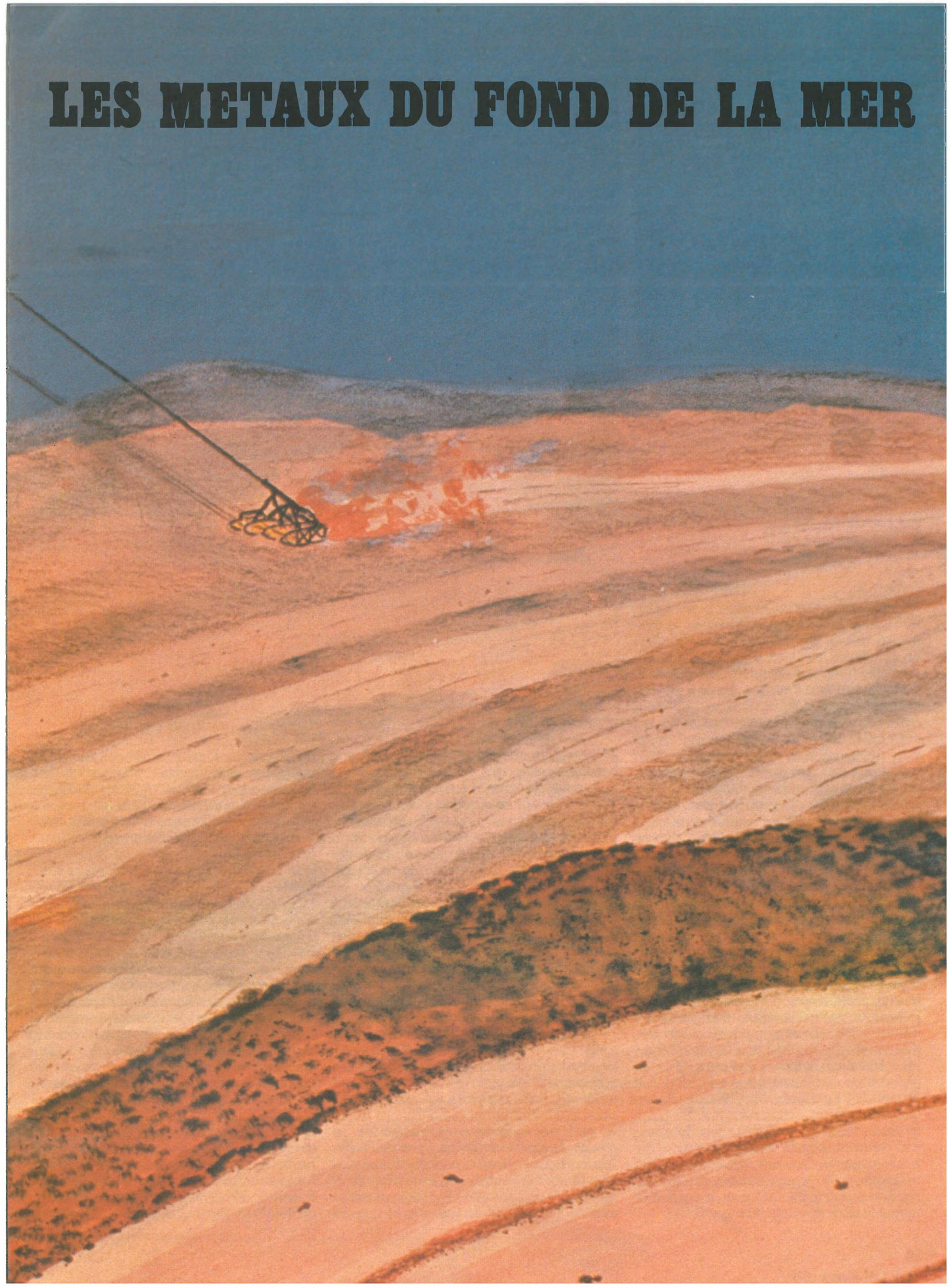
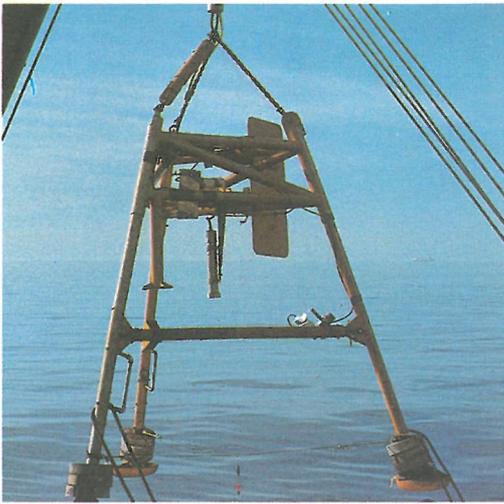


LES METAUX DU FOND DE LA MER





La camera sous-marine est mise à l'eau

par Luc Cuyvers*

Pendant des milliers d'années, l'Homme ne vit dans la mer que la possibilité de naviguer et de pêcher. Prudent d'abord, ne s'éloignant pas trop des côtes, il s'élança ensuite à la conquête des vastes océans, en prenant conscience de l'extraordinaire étendue de la mer. Une mer qui lui inspirait crainte et respect.

«Oh Lord, the sea is so big and my ship is so small...» disait une vieille prière de marin. La mer était si grande et le bateau du marin si petit qu'il semblait bien que jamais la mer ne pourrait être maîtrisée par l'Homme.

Au cours des dernières décennies, cette situation s'est pourtant profondément modifiée. De plus en plus, à mesure que diminuaient les réserves minérales continentales, on se tourna vers les océans. Grâce aux développements de la technologie, appliqués à l'exploitation de la mer et des fonds marins, on pouvait envisager l'extraction des minerais sous-marins, comme une nouvelle possibilité offerte par la mer. Simultanément, l'industrie et la population se concentrèrent dans les zones littorales avec en corollaire le déversement d'un volume plus élevé de déchets de toutes sortes dans la mer. Les flottes de pêche et de commerce des pays côtiers prirent de l'extension. On s'aperçut alors bien vite que cette mer, mise à rude épreuve, n'offrait sans doute pas des ressources aussi inépuisables qu'on l'eût pensé et que malgré leur immensité, les océans ne pourraient continuer indéfiniment à assimiler les résidus de la société humaine et de ses industries.



Illustration 13
Représentation de la tête de dragage au fond de la mer

Le navire d'exploration
Prospector

Toutefois, la mer demeure une option fondamentale pour l'évolution ultérieure de notre civilisation. La mer peut, si l'on adopte une politique judicieuse, fournir énergie, nourriture et minéraux pendant plusieurs milliers d'années. C'est vers les grands fonds, à plusieurs kilomètres de profondeur, que s'est tournée la recherche de nouvelles richesses. C'est là que l'on a découvert jusqu'à présent la réserve la plus mystérieuse de minéraux : des milliards de tonnes de nodules de manganèse tapissant véritablement les fonds marins. La première remontée de nodules de manganèse date déjà d'une centaine d'années. A l'époque, des chercheurs britanniques trouvèrent de petits cailloux ronds parmi les échantillons des fonds océaniques profonds remontés à bord du H.M.S. Challenger au cours de la première expédition océanographique autour du Monde. Personne n'y prêta attention, les savants attachant plus d'importance aux formes de vie que cette «première» du genre avait permis de remonter des plus grandes profondeurs. Les premiers nodules de manganèse furent finalement classés au British Museum, mais comme objet de curiosité minéralogique.

Les «nodules de manganèse» ou plus exactement nodules polymétalliques furent redécouverts il y a une vingtaine d'années, par un géologue américain, le Docteur John Mero de l'Université de Californie. Il analysa les nodules et s'aperçut qu'ils contenaient différents métaux en teneurs importantes : en moyenne 20% de manganèse, de 6 à 10% de fer, 1% de cuivre, 1,2% de nickel et 0,4% de cobalt. Ces concentrations correspondaient aux teneurs en métal des minerais terrestres. En outre, on pouvait trouver des nodules dans tous les océans. A l'aide de caméras sous-marines, on s'aperçut que les hauts fonds étaient véritablement couverts de ces curieux galets, parfois même dans des concentrations de 50 à 100 kg par mètre carré. Des estimations sérieuses firent état de 100 milliards de tonnes de nodules polymétalliques sur les fonds de l'Océan Pacifique. Dès lors, savants, hommes d'affaires et hommes politiques s'intéressèrent, à titres divers bien entendu, à la question. Les scientifiques essayèrent d'expliquer la formation des nodules. Les inconnues étaient nombreuses et les données sur les profondeurs sous-marines rares. Finale-



Le navire minier Deep Sea Miner II

ment, plusieurs théories se firent jour. Les nodules résulteraient du dépôt de différentes couches de matériaux concentriques autour d'un morceau de pierre, d'une dent de requin ou d'un résidu volcanique. Actuellement, on considère généralement que leur croissance est favorisée par le métabolisme des micro-organismes tels que les bactéries.

Mais le doute plane encore sur l'origine des métaux contenus dans les nodules. Certains chimistes affirment qu'ils sont produits par une concentration directe des métaux contenus dans l'eau de mer; d'autres scientifiques avancent la possibilité d'une adsorption à partir des couches de sédimentations riches en métaux tandis que d'autres encore voient dans le phénomène l'adsorption de cations métalliques par des oxydes manganiques chargés négativement.

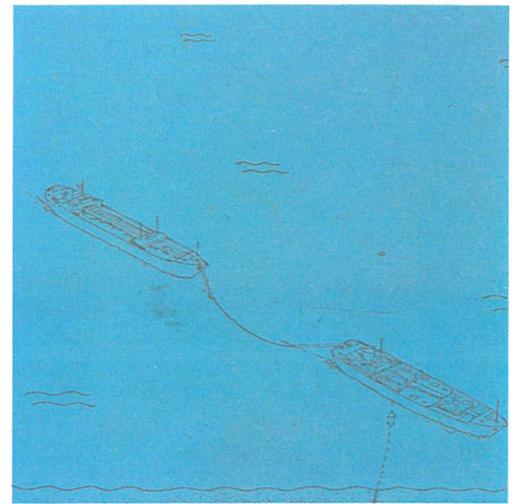
Les nodules se trouvent dans des zones riches en oxygène présentant un faible taux de sédimentation. Dans les abysses, la température est voisine de 0° C et la pression varie, selon la profondeur, entre 350 et 500 kg par centimètre carré. Leur croissance est extrêmement lente. Une analyse radiométrique a montré que les

couches concentriques se déposaient en quantités infimes : de 1 à 100 mm par million d'années. Et cependant, les nodules restent toujours à la surface du fond marin malgré les dépôts de sédiments qui devraient normalement les recouvrir. La raison exacte n'a encore pu en être donnée.

Selon les zones de ramassage, on constate des différences dans les concentrations métalliques des nodules. C'est là un phénomène qui lui aussi reste sans explication à l'heure actuelle. Si les scientifiques parvenaient à éclairer cet aspect, ils seraient alors également à même de déterminer avec certitude les endroits où trouver les nodules les plus riches en métaux, ce qui ne pourrait qu'être apprécié par l'industrie métallurgique.

L'industrie métallurgique, en effet, se lança elle-même très tôt dans la recherche des nodules polymétalliques. Et pour cause, quatre métaux semblent s'y présenter en concentrations intéressantes d'un point de vue économique : le manganèse, le nickel, le cuivre et le cobalt.

Le manganèse est un composant indispensable en sidérurgie. Les réserves de ce minerai se trouvent essentiellement dans le



Le navire minier et le navire de transport

massif du Caucase, en Afrique du Sud et dans la Sierra de Naro brésilienne. Ces ressources suffiront sans doute pour couvrir encore pendant une centaine d'années les besoins en manganèse, mais l'extraction du minerai devient toutefois plus malaisée.

Le nickel joue lui aussi un rôle vital dans la fabrication des aciers inoxydables. Les réserves terrestres sont plus limitées puisqu'elles ne subsisteront sans doute guère plus de cinquante ans. Les plus grands producteurs sont le Canada et l'Union Soviétique mais l'Australie et les pays de l'Asie du Sud-Est devraient, eux aussi, occuper une position importante à l'avenir.

Le cuivre, en tant que conducteur, entre dans la fabrication de très nombreux produits. Grâce aux nouvelles techniques d'extraction, les réserves terrestres devraient suffire pour quelques centaines d'années. C'est également le cas du cobalt, dont les gisements les plus importants se trouvent dans les pays producteurs de cuivre, à savoir le Zaïre, l'Amérique du Sud et l'Union Soviétique.

La métallurgie des pays industrialisés doit recourir en grande partie aux pays en voie de développement pour couvrir ses besoins spécifiques, ce qui explique son intérêt marqué pour les possibilités qu'ouvrirait la production des nodules. Chaque année, des sommes fabuleuses sont consacrées à l'importation de ces métaux. Aux Etats-Unis, le manganèse, le nickel et le cobalt sont presque exclusivement importés, pour une facture annuelle de deux milliards de



dollars environ. La Belgique et les autres pays de la CEE sont, eux aussi, entièrement tributaires de leurs importations. Dès lors, l'exploitation des nodules apparaissait comme un moyen de limiter cette dépendance.

Tout d'abord, il sembla que l'exploitation des grands fonds marins fût un problème insurmontable au plan technologique : les nodules les plus riches reposaient à plus de 5 km de profondeur et il fallait les remonter en grandes quantités. Comment allait-on procéder? Les ingénieurs industriels s'appliquèrent à mettre au point deux systèmes : une méthode de dragage à grande profondeur et une autre méthode, hydraulique celle-là. Il apparût très vite qu'un tel système d'exploitation exigerait d'énormes investissements.

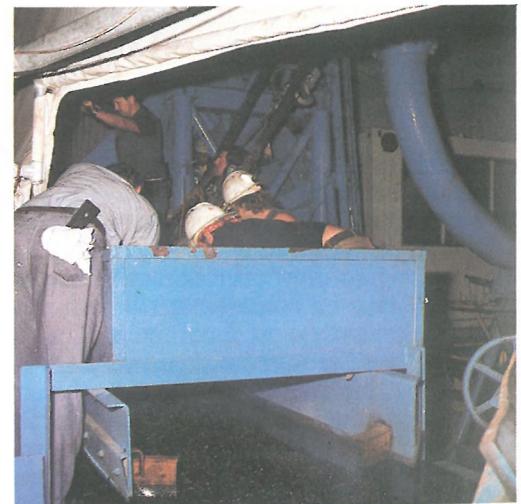
Aussi, les entreprises intéressées décidèrent-elles de collaborer pour répartir les coûts de l'opération. Le premier consortium fut créé en 1974 : le géant du cuivre américain Kennecott Copper s'unit à Noranda Mines du Canada, au groupe japonais Mitsubishi et à trois firmes britanniques, la Consolidated Goldfields, Rio Tinto et BP Minerals. Le deuxième groupe américain à constituer un consortium fut Tenneco. Cette association se composait initialement de Tenneco, de quelques entreprises japonaises et de Union Mines, une filiale de l'Union Minière.

Plus tard, Tenneco et les firmes japonaises quittèrent le consortium au sein duquel le géant de l'acier U.S. Steel et Sun Company vinrent rejoindre la firme belge.

L'International Nickel Company (INCO) du Canada entreprit de collaborer avec la société américaine SEDCO, un groupe allemand, AMR - comprenant entre autres Metalgesellschaft et Preussag - et un groupe japonais, Sumitomo. A cette époque, quelques organisations d'Etat et sociétés privées se réunirent, en France, pour constituer un groupe semblable. Finalement, un cinquième consortium vint se joindre à ce petit monde très sélect.

De la sorte, il était possible de consentir les gigantesques investissements nécessaires pour la mise au point du système d'exploitation minière. Très vite, la plupart des groupes optèrent pour le procédé d'extraction hydraulique, plus coûteux mais plus efficace et plus fiable aussi que la méthode mécanique par dragage.

Les premiers essais furent effectués au moyen de bateaux de forage. Les divers consortiums avaient entretemps entrepris des campagnes d'exploration et tous s'accordaient à penser que les nodules les plus intéressants pouvaient être trouvés dans la zone centrale de l'Océan Pacifique, à 1500 km au Sud des Iles Hawaï. Pour exploiter ces champs de nodules à grandes profondeurs, il fallait aménager les navires de forage; on s'aperçut alors



Nodules de manganèse dans l'Océan Pacifique

Les nodules de manganèse sont acheminés vers la cale



Un carottier est mis à l'eau en vue de prélever des échantillons



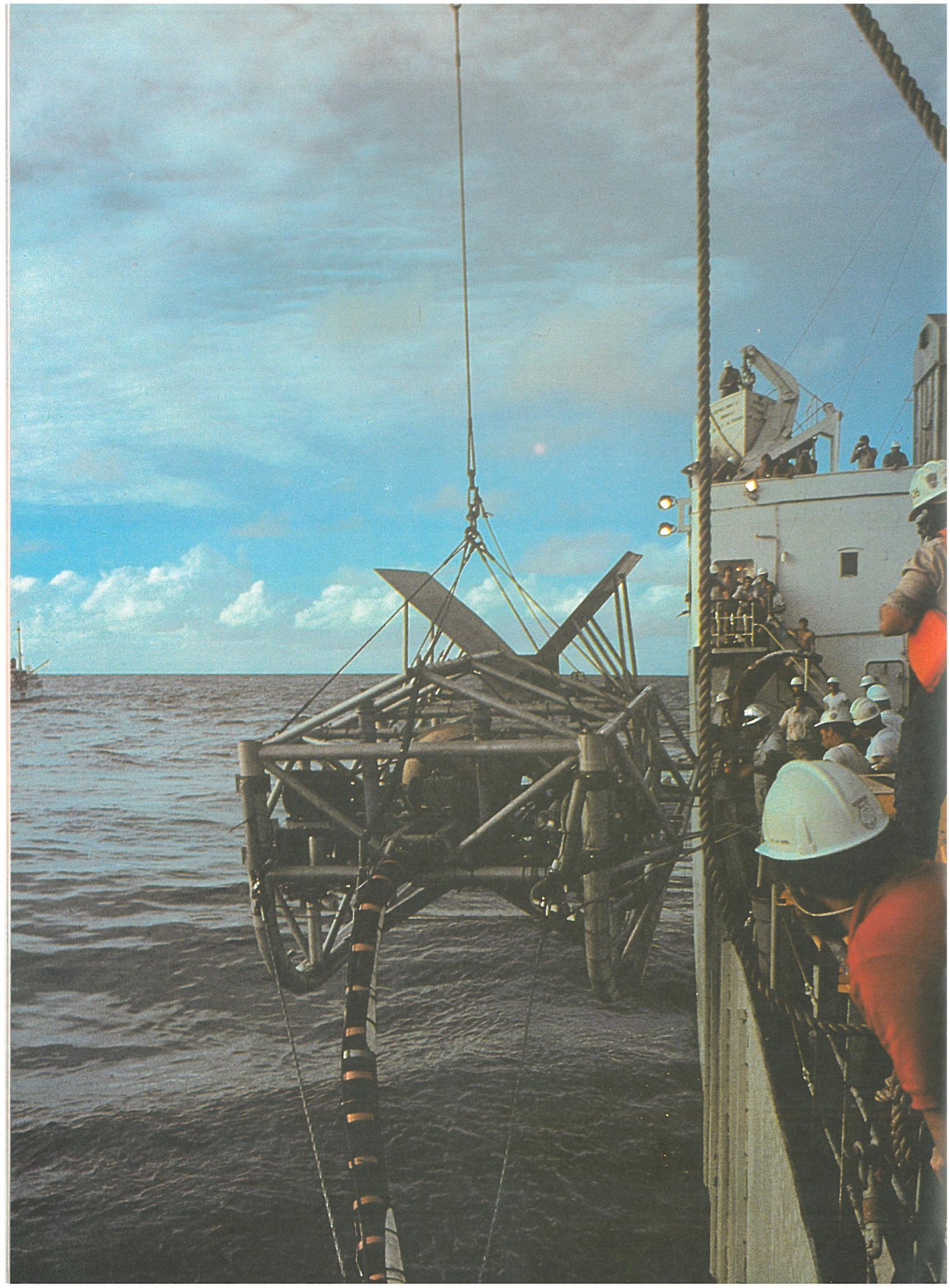
Mise à l'eau de la tête de drague

qu'il faudrait concevoir un nouveau type de bâtiment si l'on voulait entreprendre une exploitation à l'échelon commercial. Ce navire présente évidemment dans sa conception un grand degré de sophistication. Il comporte en son milieu une installation permettant de descendre le dispositif de récolte des nodules. Sur le fond, cinq kilomètres plus bas, une tête de drague balaye les nodules qui sont aspirés dans un tube de remontée. Il s'agit là, bien évidemment, d'une opération difficile : la pression au fond est terriblement élevée et la mer ne constitue pas le chantier idéal. En outre, il convient que le navire maintienne rigoureusement le cap, ce qui peut être réalisé au moyen de propulseurs de proue et de propulseurs latéraux commandés automatiquement par un ordinateur installé à bord. Et pour éviter que la conduite d'aspiration ne plie ou se brise durant son fonctionnement à cause des conditions climatiques en surface, la tour a été construite sur une plate-forme à compensation.

Les nodules sont aspirés à la surface au moyen de pompes sous-marines ou par injection d'air comprimé à différents niveaux de la conduite. L'air comprimé se détend à l'approche de la surface et les nodules subissent une poussée vers le haut. Les différentes entreprises ne donnent guère plus de détails sur leur système qu'elles préfèrent garder secret. Il est cer-

tes apparu très clairement que toute l'opération n'irait pas sans problèmes. La plupart des groupes concernés ont d'ailleurs eu l'occasion d'en faire plusieurs fois l'expérience au cours des essais.

La quantité la plus importante de nodules qui ait été remontée jusqu'à présent au cours d'une campagne d'exploration s'élève à 850 tonnes. Cette performance a été réalisée par le SEDCO IV, le navire foreur du groupe INCO. Les autres consortiums envoyèrent eux-aussi leurs navires miniers vers la zone d'exploitation de l'Océan Pacifique. Ocean Mining Associates, le groupe dont fait partie l'Union Minière, a reconstruit un navire minéralier qui avait déjà effectué plusieurs expéditions vers la zone des gisements. C'est le groupe Lockheed qui dispose des plus grandes chances de réussite : ayant loué à la Marine Américaine le Glomar Challenger, elle utilise ainsi le navire de forage le plus sophistiqué du monde. Chaque expédition apporte des enseignements et le moment est proche, pour les différentes entreprises, où l'exploitation commerciale deviendra technologiquement possible. Mais récolter les nodules n'est pas tout, il s'agit également de les traiter. bien que les teneurs en métaux des nodules soient comparables à celles des minerais terrestres classiques, il n'est pas possible d'employer les mêmes méthodes de séparation. Certes, les nodules polymétalliques peuvent être



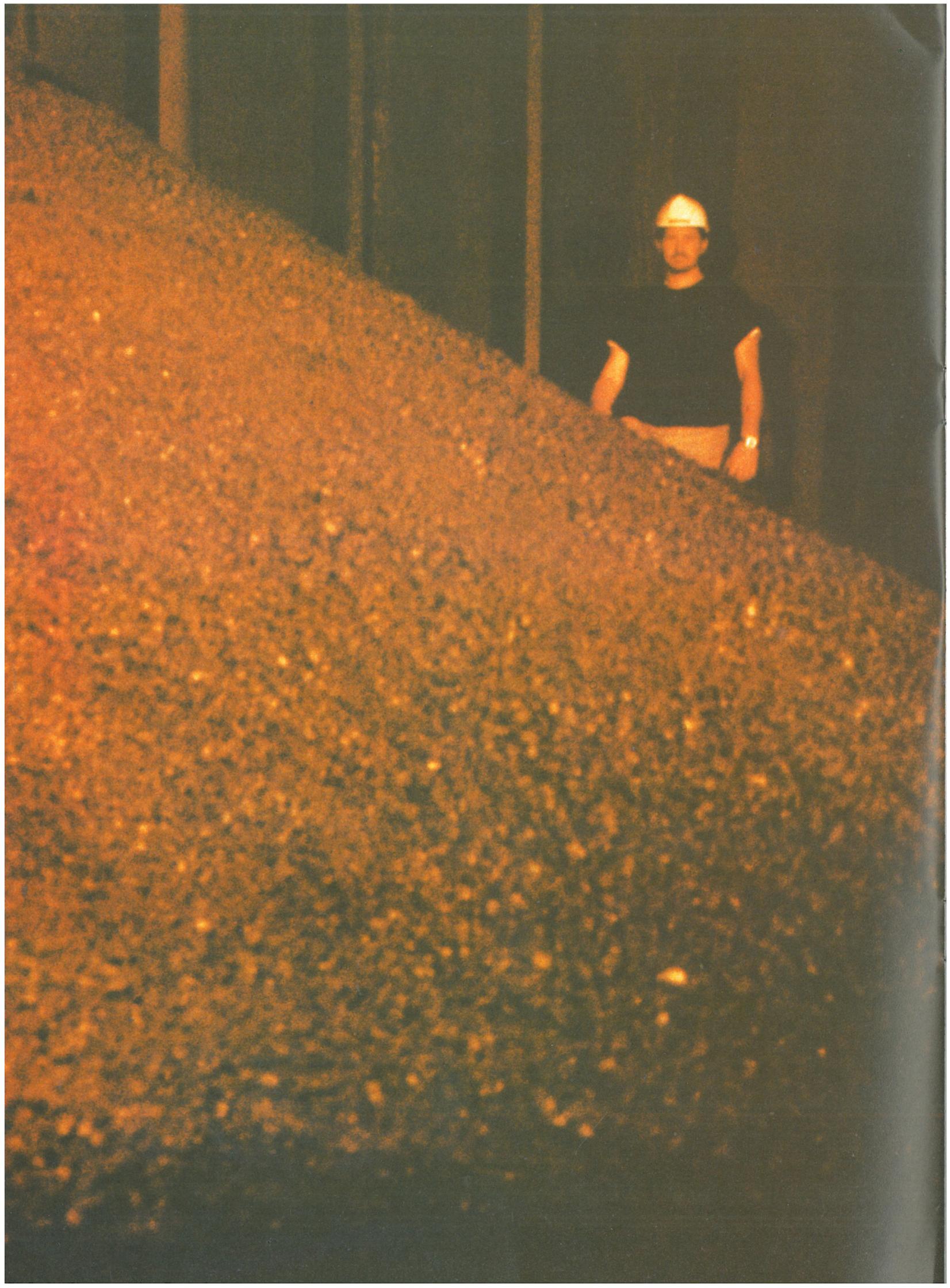
traités par fusion mais il est alors relativement malaisé d'isoler les métaux à partir du mélange ainsi obtenu. On a donc mis au point des méthodes de séparation hydrométallurgiques permettant de dissoudre les nodules et de récupérer les métaux à partir d'une solution. Grâce à l'expérience dont elle dispose dans le domaine de l'hydrométallurgie, l'Union Minière joue un rôle important dans ce type de recherches.

Pour transporter les nodules des lieux d'extraction vers les unités de traitement, on utilisera des cargos minéraliers. Les premières centrales de traitement devraient sans doute être construites sur la côte Ouest des Etats-unis. Toutefois, les normes écologiques imposées aux industries sidérurgiques étant très sévères en Californie, certains consortiums se tournent aussi vers d'autres localisations. La Belgique est au nombre des possibilités envisagées. Les techniques d'exploitation des nodules à grande échelle sont presque tout à fait au point et les partenaires industriels estiment que l'extraction sera rentable. Mais avant que le premier navire d'exploitation ne soit construit et avant que la production de nodules ne commence sur une grande échelle, il faudra d'abord, s'atteler à résoudre plusieurs problèmes d'ordre juridique. En effet, on ne sait pas encore exactement à qui reviennent les richesses métalliques sous-marines.

Les nodules polymétalliques se trouvent dans les eaux internationales. Selon le droit maritime traditionnel, cette zone est *res nullius*, c'est-à-dire qu'elle n'appartient à personne. Les pays du Tiers-Monde ont réalisé que cette situation leur serait préjudiciable. Ils se dirent que jamais ils n'auraient leur mot à dire dans cette exploitation étant donné que seuls les pays industrialisés disposaient de la technologie et des capitaux nécessaires aux travaux à grandes profondeurs. En outre, les pays en voie de développement exportateurs de métaux craignaient que la production des nodules ne sape leurs exportations et, partant, leur économie. Ces objections trouvèrent un écho dans une résolution des Nations Unies qui déclara que le fond de la mer était la propriété commune de toute l'humanité et non d'une poignée de puissantes industries. Avant que l'exploitation ne commence, il faut donc que l'humanité se prononce quant aux exploitants et aux conditions d'exploitations à respecter. C'était un des problèmes que devait résoudre la Conférence sur le Droit de la Mer, une assemblée gigantesque convoquée par les Nations Unies pour mettre à jour le droit maritime considérablement vieilli. Aucune solution n'a encore été trouvée à l'heure actuelle. Et l'exploitation des fonds sous-marins s'est muée en une confrontation entre pays du Tiers-Monde et pays industrialisés. Les pays en voie de développement veulent maintenant une part (importante) du gâteau et, regroupés au sein du «groupe des 77», ils disposent d'une majorité absolue au sein de l'assemblée. Ils considèrent que les nodules seront sans doute exploités un jour et ils préféreraient que cela se fasse sous leur contrôle. Ils ont proposé que ladite exploitation soit réglée par une nouvelle organisation dont la tâche consisterait à passer les contrats, déterminer les prix et indemniser les pays lésés en raison des répercussions fâcheuses encourues par leurs exportations de métaux.

Les pays industrialisés, Etats-Unis en tête, estiment que cette proposition manque totalement de sérieux. Selon ce schéma, il serait exigé d'eux des efforts en capitaux, technologie et main-d'œuvre tandis que l'organisation, gérée par les pays en voie de développement, recueillerait les bénéfices.

Après cinq ans de discussions, aucun progrès n'a été enregistré. Au contraire, à chaque réunion, les différends ne cessent de s'aggraver. Dans ces conditions, il est impossible qu'une industrie se développe. Les différents consortiums devront encore engager des investissements très importants avant que le projet «grand fond» ne puisse être poursuivi. Mais aussi longtemps que la question juridique restera en suspens, ils se refuseront à les consentir. Pour donner à l'industrie une certaine marge de sécurité, certains pays industrialisés envisagèrent alors des lois unilatérales. L'an passé, la Chambre des Représentants américaine approuva une loi sur les exploitations minières sous-marines, mais cette proposition ne reçut toutefois pas l'agrément du Sénat. En Allemagne et au Japon, des propositions ont été faites dans ce sens mais jusqu'ici aucune loi n'a encore vu le jour.

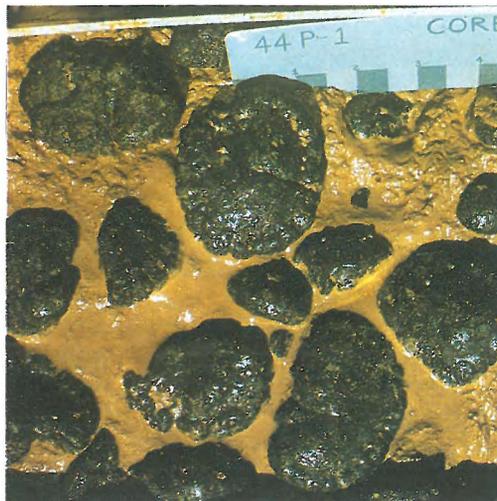




Les propositions unilatérales furent accueillies avec beaucoup d'indignation lors de la Conférence sur le Droit de la Mer. S'il est vrai que la question des richesses sous-marines demeure une pierre d'achoppement, ce ne sont certes pas les mesures unilatérales qui permettront de lever les difficultés. Certaines délégations craignirent même à un moment donné que des accords, nationaux au lieu d'être internationaux, ne compromettent le bon déroulement de toute la conférence. Mais, avec ou sans accords internationaux, l'exploitation sous-marine sera un fait d'ici quelque temps. Malgré leur importance, les réserves continentales sont limitées. Au cours des 15 dernières années, aucun nouveau gisement de manganèse n'a plus été découvert sur le continent; la qualité des minerais de cuivre et de nickel extraits actuellement est de loin inférieure à celle d'il y a vingt ans et la dernière grande réserve de cobalt est localisée dans un seul pays : le Zaïre...

L'eau superflue est évacuée après que les nodules aient été aspirés à bord

Nodules de manganèse en cale du Deep Sea Miner II



Un consortium doit envisager des investissements de l'ordre de 20 à 25 milliards de francs avant que ne puisse commencer l'exploitation commerciale. Un navire pourrait alors aspirer quotidiennement 10.000 tonnes de nodules. Ce qui permettrait à une seule entreprise qui réussirait cette opération de pourvoir complètement aux besoins des Etats-unis en manganèse et en cobalt et de limiter très sérieusement l'importation des autres métaux. Alors qu'il était initialement question d'entamer l'exploitation au début de la prochaine décennie, plus personne ne s'attend désormais à ce que cela ait lieu avant 1990, en raison des difficultés juridiques et également d'une récession apparue récemment sur le marché des métaux. Les groupements écologiques se sont demandés quelles conséquences aurait l'exploitation des fonds sous-marins sur le milieu marin. L'industrie prétend que les répercussions seront à peine visibles. Les conséquences pour la vie des grandes profondeurs seront très marquées mais rien n'apparaîtra en surface. Ce sont là les résultats des premières recherches scientifiques en la matière. Toutefois, ces conclusions ont été tirées d'expériences réalisées durant les campagnes d'exploration et il reste donc difficile de tirer des conclusions définitives. Une question peut toutefois être posée : l'exploitation commerciale aspirera en surface une énorme quantité de nodules et de sédiments. Il faut plusieurs années aux sédiments fins pour redescendre sur le fond. L'eau devient donc trouble autour du navire minier, l'activité photosynthétique se ralentit et l'équilibre biologique est perturbé. Il se trouve que les zones de travail minier ne sont pas des régions très productives mais les écologistes se posent la question de savoir si ces énormes nuages de poussières ne pourraient pas être transportés par les courants océaniques vers d'autres zones, où leurs conséquences risqueraient d'être plus néfastes.

Un échantillon du fond de l'Océan Pacifique



L'exploitation des ressources sous-marines offre aux scientifiques une des rares possibilités d'étudier à l'avance les conséquences probables d'une activité humaine. Si, d'après l'avis qu'ils émettront, des textes de lois voient le jour, qui à leur tour seront respectés par l'industrie, il est probable que l'incidence de l'exploitation minière de la mer sur le milieu marin soit réduite à un minimum. C'est d'ailleurs une nécessité impérieuse, tant il est vrai que la mer est déjà trop souvent souillée de toutes parts. Les métaux du fond de la mer : un rêve qui a cessé d'appartenir au futur. Certes, un certain nombre de questions économiques, politiques et technologiques doivent encore recevoir une réponse. Avec l'exploitation des fonds marins, l'Homme étend son emprise sur un des derniers domaines qui lui échappaient encore. Une politique préventive pourra veiller à ce qu'en dernière analyse, cette intervention se révèle judicieuse.

La tête de drague