

Les ressources minérales des grands fonds océaniques : des enjeux environnementaux majeurs

Par Denez L'HOSTIS

Président de France Nature Environnement (FNE)

Malgré des économies atones, ici et là, la demande mondiale en ressources minérales devrait connaître une très forte croissance dans les vingt ans à venir. Un certain nombre de ces ressources terrestres sont désormais rares ou difficiles à extraire dans des conditions économiques satisfaisantes ; certaines sont même entre les mains de quelques-uns (entreprises monopolistiques, États), sous des régimes parfois dictatoriaux et/ou instables (il en découle une sécurité d'approvisionnement problématique). De fortes tensions sont donc à prévoir pour des ressources qui sont essentielles au développement des économies et à la souveraineté des États. Il est clair que les potentialités sous-marines minérales révélées ces quarante dernières années suscitent un intérêt réel et croissant de la part d'un petit nombre d'acteurs, et ce, dans une très grande indifférence des opinions publiques.

Des ressources minérales terrestres parfois limitées et toujours plus chères

Les sociétés minières connaissent des coûts d'exploitation en hausse qui traduisent notamment des difficultés (d'ordre géologique) croissantes dans l'accès aux minerais. À cela s'ajoute l'inflation du coût des intrants (énergie), de celui de la main d'œuvre... Dans certaines régions (notamment en Afrique du Sud et au Chili), le secteur minier est particulièrement concerné par les problèmes de pénurie d'eau. Les gisements exploités actuellement n'ont plus les mêmes qualités que celles des gisements exploités dans le passé, en particulier du fait d'un taux de concentration en métal moindre.

De plus, l'industrie minière doit faire face à une pression politique et sociétale croissante qui l'oblige à limiter ses impacts sur l'environnement, même dans les pays où la réglementation est lacunaire, ou inappliquée.

Pour différents métaux stratégiques et certains métaux critiques, les spécialistes s'accordent sur leur passage prochain par un pic de production analogue au *Peak Oil* qu'a connu la filière pétrolière. Pour certains d'entre eux, les réserves sont estimées à quelques dizaines d'années de consommation, tout au plus : « *Les ressources minérales profondes vont devenir un enjeu majeur. La France et l'Europe doivent se positionner rapidement* » (François Fillon lors du Comité interministériel de la Mer en 2011).

Un premier constat s'impose : face à cette boulimie de matériaux très divers, aux effets environnementaux et sociaux souvent dévastateurs, il importe de définir des filières économiques **plus sobres** pour nous inscrire dans une véritable **économie circulaire** (recyclabilité, réemploi, réparation...). Pour s'en persuader, il suffit de prendre l'exemple des téléphones portables : il s'en fabrique chaque année entre 1,7 et 1,8 milliard dans le monde, alors que seuls un peu plus de 50 millions sont recyclés !

La concentration des ressources entre les mains de quelques-uns pose par ailleurs à nombre d'États un énorme problème d'approvisionnement. Si, en 1986, la Chine était le premier producteur mondial de « seulement » 5 matières premières minérales, elle l'est aujourd'hui de plus de 20 d'entre elles.

L'enjeu économique des ressources minérales marines est important non seulement pour la France, mais également pour l'Europe. L'économie européenne est largement dépendante, souvent à plus de 90 %, de ses importations de métaux. Toutes les prospections nécessaires ne pourront pas être menées par un seul pays.

« *L'Europe devra se positionner du point de vue géopolitique par rapport aux autres grands pôles mondiaux, financer des recherches dans les eaux internationales et ne pas se restreindre à ses seules zones économiques exclusives (ZEE). C'est un enjeu majeur, si l'Europe veut conserver sa position de premier plan mondial du point de vue scien-*

tifique et technologique et se positionner sur les enjeux économiques que constituent les ressources potentielles des grands fonds océaniques » (CNRS-Iframer).

Les promesses de l'océan profond : toutes les parts du gâteau pour quelques-uns ?

Au niveau international, face à la montée en puissance des projets d'exploration minière en mer profonde, le développement d'activités de recherche dans le domaine des grands fonds océaniques apparaît aujourd'hui primordial (notamment pour préciser le fonctionnement et la dynamique de ces écosystèmes particuliers), car les connaissances fondamentales concernant tant le biote que le milieu physique de l'océan profond sont encore très lacunaires. Les associations de protection de la nature (comme le mouvement France Nature Environnement) ne peuvent qu'être favorables à un développement en commun de ces recherches au plan mondial, la plupart des pays n'ayant pas, à eux seuls, la capacité de les mener. Cependant, le fait que ces recherches répondent à des intérêts privés, voire relèvent de la seule initiative privée, peut conduire à entourer d'une certaine confidentialité les informations acquises sur les ressources.

Autant des associations telles que la nôtre sont opposées au développement des recherches de nouvelles ressources énergétiques en mer (comme les hydrocarbures), autant il leur est difficile aujourd'hui d'avoir une position affirmée sur les recherches, puis sur l'exploitation des ressources minérales en mer. Les situations biogéologiques, les conditions même d'accès à ces ressources et de leur extraction, les impacts environnementaux à ce stade méconnus (même s'ils suscitent une certaine appréhension) – en un mot : une très grande diversité de situations potentielles – ne permettent guère, en toute franchise, d'avoir une position tranchée sur cette question, surtout pour des activités qui, pour l'essentiel, sont encore à venir, à des horizons plus ou moins lointains.

Un premier constat s'impose : les sociétés civiles (pour ne s'en tenir qu'à la France) sont peu ou très mal informées des enjeux liés à ces ressources. Au travers des associations ou des ONGE, la société civile devrait pouvoir accéder à des informations d'un niveau supérieur à celles qui sont aujourd'hui accessibles en rapprochant celles-ci, dans le cadre de structures *ad hoc*, des centres de recherche dévolus à cette activité. Surtout que l'extension du plateau continental français (de deux millions de km²) concerne avant tout nos outremer. Elle dessine pour ces territoires des opportunités de développement futur en termes de recherche, de retombées économiques, d'emplois et de formation, et donc d'intégration sociale. Associer les collectivités ultramarines à tous les niveaux décisionnels est une nécessité.

En Europe comme en France, la réglementation relative aux conditions d'accès à ces ressources dans les eaux sous souveraineté souffre d'un important retard. Notre Code minier, ici comme ailleurs, n'est pas adapté : il nous faut le réformer afin de l'adapter à la situation spécifique du pla-

teau continental étendu au sein des espaces maritimes. Comment, sans cela, pourrions-nous envisager une exploitation minière qui soit « propre et responsable » ?

Particulièrement lacunaire, la fiscalité en mer (et ses retombées financières potentielles – notamment pour les collectivités des « territoires adjacents ») n'offre aucune perspective claire. À ceux qui évoqueraient l'horizon lointain de l'exploitation de ces ressources, nous objecterons l'exemple de la taxe éolienne en mer, qui existe depuis plusieurs années déjà, alors qu'il n'y aura pas d'éolienne dans l'espace maritime français avant 2021 ou 2022 !)

Un encadrement juridique insuffisant au plan national et non encore stabilisé au plan international

Pour assurer un accès durable et équitable aux ressources minérales précédemment décrites, deux types de problème doivent être résolus. Des demandes de permis miniers ayant déjà été déposées pour des zones telles que le Pacifique occidental et des projets d'exploitation par grands fonds ayant, eux aussi, déjà vu le jour (notamment au large de la Papouasie-Nouvelle-Guinée), il est urgent de préciser la législation internationale sur ce point en veillant à tenir compte des droits des pays riverains et à ce que soit garanti à tous l'accès aux zones internationales.

C'est à l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM) qu'il revient d'organiser et de promouvoir l'exploitation durable des fonds marins au-delà des limites des juridictions nationales (c'est-à-dire dans la « Zone ») et de protéger le milieu marin des effets préjudiciables de cette exploitation.

À ce jour, cette Autorité a émis les réglementations relatives à la prospection et à l'exploration des nodules polymétalliques dans la Zone (adoptées le 13 Juillet 2000, elles ont été mises à jour le 25 juillet 2013), les réglementations relatives à la prospection et à l'exploration des sulfures polymétalliques dans la Zone (adoptées le 7 mai 2010) et les réglementations relatives à la prospection et à l'exploration des encroûtements cobaltifères (adoptées le 27 juillet 2012).

Ce faisant, l'AIFM a élaboré un véritable Code minier international, qui reste encore peu contraignant. Il n'en demeure pas moins que cette Autorité incite fortement les pays côtiers à s'inspirer de ce Code pour élaborer leur propre réglementation, ce que laisse entendre l'avis du 1^{er} février 2011 de la Chambre pour le règlement des différends du Tribunal international du droit de la mer. La France doit continuer à œuvrer au niveau international pour qu'un niveau de protection élevé des écosystèmes marins soit effectivement pris en compte dans les différents protocoles additionnels à la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM).

Les enjeux environnementaux

Les services écosystémiques qu'assurent les grands fonds marins commencent à peine à être connus, et donc reconnus. Cependant, le maintien et le fonctionnement de la biodiversité (parfois exceptionnelle, de par sa diversité et sa richesse) dans des habitats instables, fragiles

et fragmentés dépendent de processus géologiques mal connus : « *La connaissance scientifique reste encore partielle dans le domaine des processus géologiques, hydrothermaux et métallogéniques : la science n'est pas encore en situation de répondre quant à la vulnérabilité de ces systèmes ou leur capacité de résilience, et ainsi de contribuer efficacement à leur préservation* ».

(Source : Rapport 2014 de l'expertise scientifique collective Ifremer-CNRS sur « Les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources maritimes profondes » : <http://www.cnrs.fr/fr/pdf/inee/SyntheseESCo/pubData/source/SyntheseESCo.pdf>).

Par ailleurs, l'identification génétique des espèces est loin d'être complète. Il y a probablement sur place des espèces endémiques qui risquent d'être détruites par les activités d'extraction. L'essentiel de notre préoccupation est là : dans ces *hotspots* de biodiversité, nous ne comprenons pas bien les impacts que pourraient y avoir des activités minières.

Indéniablement, tous les processus miniers ont des impacts sur l'environnement. En ce qui concerne plus particulièrement les fonds marins : « *Ces impacts pourront être très localisés ou, au contraire, très étendus, d'une durée plus ou moins longue, et [ils] seront plus ou moins spécifiques selon la nature de la ressource exploitée, les spécificités des communautés biologiques associées à cette ressource, les caractéristiques de l'environnement, la vulnérabilité et les capacités d'adaptation des écosystèmes face à ces impacts. Si certains impacts ont été confirmés et précisés grâce à des simulations en laboratoire ou à des tests in situ à petite échelle, nombreux sont ceux qui restent à l'état d'hypothèses construites à partir des connaissances actuelles sur les technologies d'exploration (et surtout d'exploitation), ainsi que sur la biodiversité, les écosystèmes et les milieux associés aux ressources* » (Ibidem).

Bien sûr, les exploitants se veulent rassurants. Selon l'exploitant canadien Nautilus Minerals, il n'y a rien à craindre pour l'écosystème : ce sont en tout cas les conclusions de l'étude d'impact environnemental qu'il a réalisée. Toutes les précautions seront prises, assure la directrice de l'environnement de l'entreprise, Samantha Smith : « *De nombreux exemples ont montré que des environnements comme Solwara – en Papouasie-Nouvelle-Guinée – sont résilients aux perturbations, et même à des impacts causés par des tremblements de terre ou des éruptions volcaniques* ».

Comment envisager une compensation de l'impact de l'exploitation des grands fonds marins ?

Comment s'assurer que les exploitants pourront (ou voudront), par exemple, mettre en œuvre une démarche de type ERC (éviter, réduire, compenser), surtout là où les États sont peu regardants en matière de protection de l'environnement ?

Toute activité minière aura un impact négatif sur la biodiversité et sur les écosystèmes des sites exploités. Au-delà

de la question des retombées financières pour des acteurs nationaux ou territoriaux, nous sommes confrontés à la difficulté de la détermination de compensations claires et équilibrées de ces impacts (restauration écologique, accompagnement du post-mine...), qui soient équivalentes et homogènes à l'échelle planétaire, et ce quel que soit le site envisagé.

« *Nous avons développé plusieurs stratégies pour minimiser et compenser ces impacts* », insiste Samantha Smith. Par exemple, des robots sous-marins (drones) déplaceront les blocs de sédiments contenant la plus grande biomasse vers une zone refuge temporaire. Elle ajoute : « *Nous testons actuellement différents types de substrats artificiels, à Solwara, pour déterminer ceux qui seront les plus efficaces pour la relocalisation animale* ».

Mais, sur la base des connaissances actuelles, le milieu marin se prête encore plus difficilement que le milieu terrestre à la mise en œuvre de compensations non financières.

Trois types de milieu/ressource sont concernés

Un total de plus d'1,8 million de km² de fonds océaniques a déjà fait l'objet de dépôts de permis d'exploration, dont la moitié (sulfures hydrothermaux) concerne des activités dans les ZEE, qui ne dépendent pas de l'AIFM (celle-ci étant concernée prioritairement par les nodules présents dans la Zone).

Les nodules polymétalliques

Les modèles géologiques actuels attribuent une origine exclusivement sédimentaire aux nodules polymétalliques. Ceux-ci sont présents à une profondeur qui, d'un océan à l'autre, varie, généralement, entre 3 000 et 5 500 mètres. La taille de ces nodules se situe, en moyenne, entre 5 et 10 cm. Ils sont de formes diverses, souvent composites (par agglomération de plusieurs nodules) et présentent des répartitions hétérogènes sur le fond océanique qui impliquent un travail fin de cartographie et d'échantillonnage. Le taux de croissance des nodules est estimé entre 5 et 10 millimètres par million d'années. Les nodules mettant des millions d'années à se former, leur extraction et la destruction complète de leur épifaune entraînent des changements radicaux, à très long terme, dans l'écosystème benthique local.

À ce jour, l'exploitation des nodules n'a pas encore abouti, pour diverses raisons : incertitude sur la rentabilité de leur exploitation, coût des traitements métallurgiques, problèmes politiques liés au droit de la mer, fluctuations du cours des métaux et questions concernant l'impact environnemental de leur extraction sur de grandes surfaces.

Les encroûtements métallifères

À l'instar des nodules, les encroûtements métallifères sont essentiellement constitués d'hydroxyde de fer et d'oxyde de manganèse. Ils sont, en moyenne, trois fois plus riches en cobalt que les nodules et présentent souvent de fortes teneurs en platine et en tellure. Les encroûtements atteignent de quelques centimètres à vingt-cinq centimètres d'épaisseur et couvrent des surfaces de plusieurs

kilomètres carrés. Ils se déposent généralement sur des substrats indurés et on les trouve à des profondeurs variant entre 400 et 4 000 mètres.

De manière générale, ils sont associés à des zones à très faible teneur en oxygène qui sont présentes dans la plupart des océans. Ils résultent de la forte productivité biologique constatée en surface et d'un apport en matière organique aux eaux plus profondes. **Les récifs coralliens et les monts sous-marins sont connus pour être, en règle générale, des points chauds de biodiversité.** Mais l'ampleur de la perte de biodiversité liée à l'exploitation minière des encroûtements métallifères dépendra fortement de chaque site : elle ne saurait être extrapolée d'un site à l'autre.

Les dépôts (riches en cobalt et en platine) présentant le plus fort potentiel économique se situent en Polynésie. Contrairement aux sulfures hydrothermaux et aux nodules polymétalliques, peu d'études se sont focalisées sur le potentiel minier des encroûtements hydrogénétiques.

« Bien que toujours incertaines, les estimations de ressources qui ont été réalisées dans cette zone montrent que celle-ci renferme presque deux mille fois plus de thallium, quatre fois plus de cobalt et neuf fois plus de tellure que la totalité des ressources terrestres globales – directement exploitables et d'importance économique moindre – réunies. »

Les sulfures hydrothermaux

Même si l'inventaire est incomplet, plusieurs champs hydrothermaux présentent des dimensions et des teneurs de minéralisation similaires à celles de mines exploitées à terre (c'est-à-dire allant de plusieurs millions à plusieurs dizaines de millions de tonnes de minerai exploitable).

En revanche, la profondeur à laquelle se trouve la plupart des dépôts hydrothermaux d'intérêt économique potentiel est comprise entre 1 500 et 3 500 mètres de profondeur. Contrairement aux vastes zones exploitables de nodules polymétalliques, les gisements de sulfures hydrothermaux représentent typiquement des zones de moins d'un kilomètre carré. Les gisements matures inactifs (ceux dont la croissance est achevée) constituent les ressources principales

Les points de vigilance soulevés par l'exploitation de tels systèmes en conduite d'opérations normale sont nombreux. Il s'agit notamment :

- de la destruction du milieu (habitat et faune) provoquée par l'extraction dans la zone exploitée,
- de la mise en suspension dans l'eau de sédiments et de particules métalliques et de l'effet de leur re-déposition (par exemple, l'étouffement des organismes marins fixés) sur une zone très étendue,
- des vibrations induites par l'extraction : les impacts acoustiques (bruit occasionné par les moteurs, les pompes et autres systèmes d'exploitation) sur une partie de la faune (par exemple, un certain nombre de cétacés sont capables de descendre à plus de 2 000 mètres de profondeur pour y chasser leurs proies),
- des perturbations de la lumière dans la zone photique (allant de la surface jusqu'à 200 mètres de profondeur en haute mer),

- du possible impact d'une pollution électromagnétique,
- du transfert de masses d'eau ayant des caractéristiques physico-chimiques différentes,
- du rejet de particules fines (même après filtration de l'eau rejetée par les installations), qui sont encore plus dangereuses pour les espèces vivantes que les grosses particules,
- de la dispersion de minerais, en éléments de toutes tailles, depuis le navire (avec le risque de se retrouver dans une situation de fertilisation locale artificielle).

À ces points de vigilance s'ajoute le cas d'une dispersion accidentelle de minerai lors des transferts sur le navire, d'éventuelles ruptures ou fuites de l'unité de remontée, comme de pollutions chimiques diverses liées à des procédés d'hydrométallurgie et de pyrométallurgie.

En résumé, les caractéristiques des techniques d'exploitation restent encore mal définies ou confidentielles. **Pour ces diverses raisons, le rejet de déchets dans la zone photique est fortement déconseillé depuis plus de dix ans par la communauté scientifique.**

Les espèces migratrices pourraient aussi être confrontées à des pollutions électromagnétique et acoustique liées à l'introduction importante d'énergie au sein de l'écosystème par les engins de collecte et les dispositifs de remontée du minerai.

Pour le rejet des déchets miniers (eau de fond, sédiments, débris de minerai), une modification du pH, de la température et/ou de l'apport en nutriments entraînerait une modification de la production primaire, ce qui aurait une influence sur les cycles du carbone, du phosphore, des sulfures, de l'oxygène, et donc générerait des perturbations dans l'organisation des écosystèmes.

L'intégration de métaux lourds dans ces organismes profonds représente un risque potentiel de rendre impropres à la consommation des espèces commercialisables, en fonction des connectivités pouvant exister localement entre écosystèmes. L'augmentation potentielle des concentrations en métaux lourds et en autres composés toxiques dans les rejets auront aussi un impact sur la biodiversité de l'écosystème exploité.

Les connaissances manquent encore largement en ce qui concerne de nombreux compartiments, tels que la faune et la flore microbienne des environnements hydrothermaux anciens éloignés des zones actives ou la microbiologie des environnements de nodules et des encroûtements. L'effet cumulatif des différents impacts de l'exploitation minière et/ou leur synergie avec les impacts d'autres activités anthropiques ou de phénomènes climatiques nécessite également d'être étudié. Il faut également s'interroger sur les relations pouvant exister entre communautés à des échelles plus larges que les environnements directement ciblés par l'exploitation des ressources minérales, et sur la capacité des écosystèmes à répondre aux perturbations.

« Il existe toutefois des situations où la zone d'incertitude de l'évaluation est considérable, renvoyant à une situation d'ambiguïté. La décision ne pouvant s'appuyer sur une évaluation du risque, elle relève dès lors du régime de précaution ».