

Enjeux économiques : quel est le potentiel des ressources minérales marines ?

Par Christophe-Alexandre PAILLARD

Chef du département « Intelligence économique et protection de l'information » du service de défense, de sécurité et d'intelligence économique du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

Les besoins en ressources minérales vont croissants. La place occupée par des technologies toujours plus consommatrices de métaux oblige à s'interroger sur les potentialités de l'exploitation minière sous-marine, qui est aujourd'hui limitée à quelques cas se situant à proximité des côtes et au projet emblématique – Solwara 1 – de l'entreprise canadienne Nautilus, en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Les conditions d'exploitation demeurent globalement incertaines et trois questions restent sans réponse claire : a) la nature des technologies nécessaires à cette exploitation, b) l'évaluation du coût financier de telles opérations et, enfin, c) l'impact sur l'environnement de l'exploitation de mines sous-marines. Le potentiel est élevé, mais ces obstacles rendent éminemment aléatoire toute prédiction future sur ce sujet. Consciente toutefois de son intérêt, la France a approuvé en octobre 2015, en Comité interministériel de la mer, une stratégie nationale relative à l'exploration et à l'exploitation minières des grands fonds marins.

La crise sino-japonaise déclenchée en septembre 2010 autour des îlots contestés des Senkaku a brutalement révélé au grand public et aux décideurs mondiaux l'importance hautement stratégique de métaux appartenant à la famille des terres rares, qui sont indispensables aux hautes technologies et à la transition énergétique.

La Chine concentre aujourd'hui plus de 95 % de la production de ces métaux et elle est tentée d'utiliser ce quasi-monopole comme arme diplomatique et industrielle. Même si cette crise politique est derrière nous et même si la question ne se limite pas aux seules terres rares, cet épisode rappelle que les filières d'approvisionnement en minerais et en métaux, plus ou moins stratégiques et plus ou moins critiques, peuvent être aussi problématiques que celles liées aux hydrocarbures.

En effet, nombre de métaux présentent des caractéristiques indispensables à beaucoup de secteurs de l'économie (transports (automobiles), nouvelles technologies de l'information et de la communication, énergies renouvelables, industrie nucléaire, aérospatial, équipements de défense...), et s'avèrent difficilement substituables.

Privées de substances comme le niobium, le gallium, le molybdène, le béryllium ou le titane, de nombreuses filières industrielles auraient des difficultés pour produire les outils technologiques les plus contemporains, des té-

léphones portables aux avions de ligne. L'impact d'une pénurie serait, pour nos sociétés, extrêmement problématique.

Or, les ressources en question sont inégalement réparties sur la planète et sont parfois situées dans des pays considérés comme étant à risque, tel le cobalt en République démocratique du Congo. Par ailleurs, l'enjeu se situe non seulement au niveau des ressources premières, mais aussi au niveau de l'ensemble de la filière de production, de transformation et d'approvisionnement. Ainsi, les diverses étapes de la transformation d'un élément en produit fini et la maîtrise des procédés industriels associés ne sont parfois contrôlées que par quelques industriels, ce qui justifie l'emploi du qualificatif « critique ».

C'est ce contexte qui explique que de nombreux pays et entreprises se soient une nouvelle fois intéressés aux ressources minérales existant dans les fonds marins. Avec la limitation des stocks mondiaux de métaux, l'exploitation des ressources minérales marines paraît être une solution logique pour sécuriser l'approvisionnement de pays comme la France ou l'Allemagne, des pays actuellement totalement dépendants de ressources importées (à l'exception du nickel pour la France).

Mais le modèle économique de cette exploitation reste encore à construire et peu d'acteurs industriels sont (pour

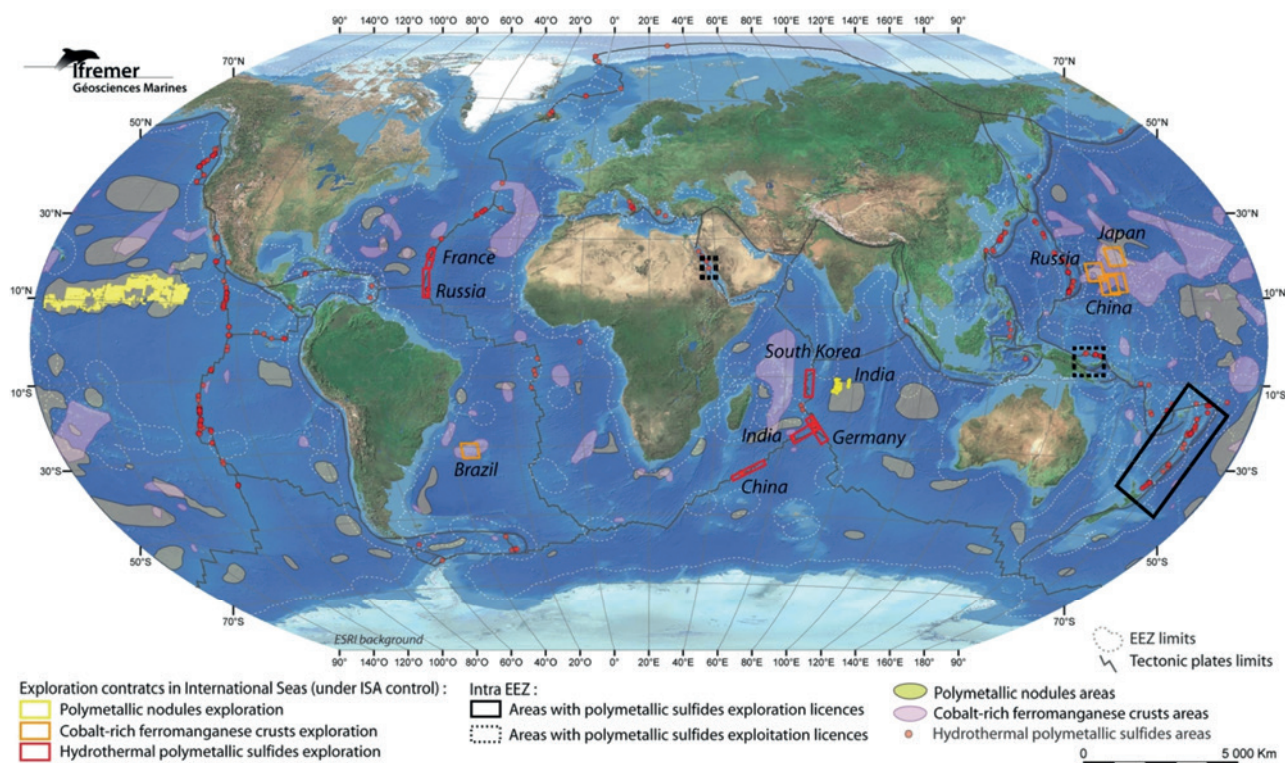


Figure 1 : Carte des ressources minérales des grands fonds et des zones couvertes par des permis de l'ISA.

Source : Ifremer, https://www.ifremer.fr/institut_eng/Appui-a-la-puissance-publique/Matieres-premieres-et-ressources-minerales/Contrats-les-ressources-minerales-metalliques-en-zone-internationale

le moment) prêts à lancer des projets opérationnels de grande envergure.

Cette question des ressources minérales marines n'est pas entièrement nouvelle. Elle avait déjà fait l'objet d'un intérêt industriel et géopolitique majeur dans les années 1980. En effet, pour lutter contre l'emprise du bloc communiste sur une part majoritaire de la production mondiale de minerais, de manière générale, et de certains métaux clés, en particulier, et par crainte d'une chute éventuelle du régime blanc sud-africain, pays qui était alors l'un des premiers fournisseurs des États-Unis et de l'Europe de l'Ouest en certains métaux comme l'or et le platine, diverses entreprises occidentales s'étaient lancées dans des projets d'exploration des fonds marins se focalisant sur les nodules polymétalliques. Ces nodules, comme les sulfures hydrothermaux, sont des dépôts de minerais métalliques, qui se forment par accréation sur plusieurs millions d'années, dans les grands fonds océaniques (à des profondeurs allant de - 1 500 à - 6 000 mètres, par exemple autour de l'île française de Clipperton) ; ce qui suppose de disposer d'importantes capacités industrielles et financières pour pouvoir les exploiter.

Face à l'absence de crédibilité financière, technologique et industrielle de ces projets, l'idée de l'exploitation de ces nodules polymétalliques fut rapidement abandonnée, car elle fut considérée, il y a plus de trente ans, comme trop peu rentable et trop complexe à mettre en œuvre du point de vue technologique.

Aujourd'hui, l'exploitation industrielle de ces ressources est à nouveau d'actualité, et certains experts parlent d'ex-

ploiations devenant rentables à l'horizon EEZ 2030 ; ce qui n'est pas, à mon sens, pleinement démontré.

Conscientes de l'intérêt croissant de ce sujet, les Nations Unies ont créé en 1994 une agence pour veiller à la gestion des ressources du sous-sol *offshore* : l'*International Seabed Authority* (ISA) ⁽¹⁾, basée en Jamaïque, que la France a rejointe en juin 1996. L'ISA a pour mission d'élaborer la loi internationale sur le sujet, d'établir un code minier spécifique et, surtout, d'attribuer les permis d'exploration dans les eaux internationales. Cette Autorité regroupe aujourd'hui 168 pays (situation au 25 juillet 2016), mais les États-Unis n'y ont qu'un statut de simple observateur.

Au-delà des questions purement juridiques de l'exploitation sous-marine en haute mer ou en zone économique exclusive (ZEE) – qui sont certes importantes, mais pas forcément essentielles pour cette problématique d'exploitation des ressources minérales marines –, trois questions me semblent être centrales :

- les technologies *offshore* dont nous disposons peuvent-elles nous permettre d'assurer la mise en exploitation de ces ressources, une fois les campagnes d'exploration effectuées ?
- les marchés mondiaux des matières premières et les marchés financiers sont-ils capables d'assurer un développement à long terme de ce type d'exploitation, alors que les grandes entreprises minières mondiales font au-

(1) Voir le site de cette agence : <https://www.isa.org/jm/>

jourd'hui face à d'importantes difficultés structurelles et budgétaires ?

c) enfin, l'exploitation des ressources minières des fonds marins est-elle socialement acceptable, alors que la conscience écologique ne cesse de croître et conduit à s'interroger sur les atteintes graves à l'environnement que pourrait occasionner l'exploitation sous-marine des minerais ?

Ces trois questions, suivant la nature des réponses qui y seront apportées, peuvent radicalement changer la donne minière sur le sujet qui nous intéresse, et faire des ressources minières marines un eldorado ou un miroir aux alouettes.

Sommes-nous capables technologiquement d'exploiter les ressources minières marines ?

Contrairement au pétrole ou au gaz, le « *Sea Mining* » et, plus encore, le « *Deep Sea Mining* » ne sont pas pratiqués à une échelle industrielle en raison de difficultés techniques encore irrésolues, même si, effectivement, le principe d'exploitation est très similaire à celui mis en œuvre dans l'exploitation des ressources gazières et pétrolières. Les technologies existantes pourraient être adaptées à l'exploitation des ressources minérales, mais des difficultés subsistent. Ainsi, le prélèvement des minerais suppose de ne pas avoir à concasser de la roche en quantités importantes pour éviter, par exemple, la destruction des fonds

marins. Le transport du minerai prélevé suppose que les quantités de roches prélevées, mêlées à de l'eau et à des sédiments, soient bien évidemment acheminées du fond jusqu'à la surface, sur une distance moyenne, à la verticale, de 1 à 5 kilomètres. Un système de pompes hydrauliques et de tuyaux pourrait assurer cette fonction, mais c'est une solution en réalité peu efficace et peu fiable.

Jusqu'à aujourd'hui, les seules opérations minières maritimes menées l'étaient à proximité des côtes, et en eaux peu profondes, et ce pour des raisons à la fois techniques et financières. À titre d'exemple, la société sud-africaine De Beers exploite des dépôts de diamant à l'embouchure du fleuve Orange, en Namibie. Sa filiale Debmarine possède cinq navires opérant entre - 90 et - 140 mètres de fond. Dans ce pays, la société De Beers produit plus de diamants sous-marins que de diamants terrestres. Le coût de telles opérations est élevé, mais il reste raisonnable du fait de la faible profondeur et de techniques d'exploitation proches du dragage.

L'entreprise canadienne Nautilus Minerals Inc. (2) est à ce jour la seule entreprise au niveau mondial à avoir prévu d'exploiter à brève échéance des minerais sous-marins de manière industrielle. En 2005, cette entreprise a décidé de se lancer dans l'exploration de zones présentant d'importantes réserves en sulfures hydrothermaux.

(2) Voir le site de Nautilus : <http://www.nautilusminerals.com/IRM/content/default.aspx>

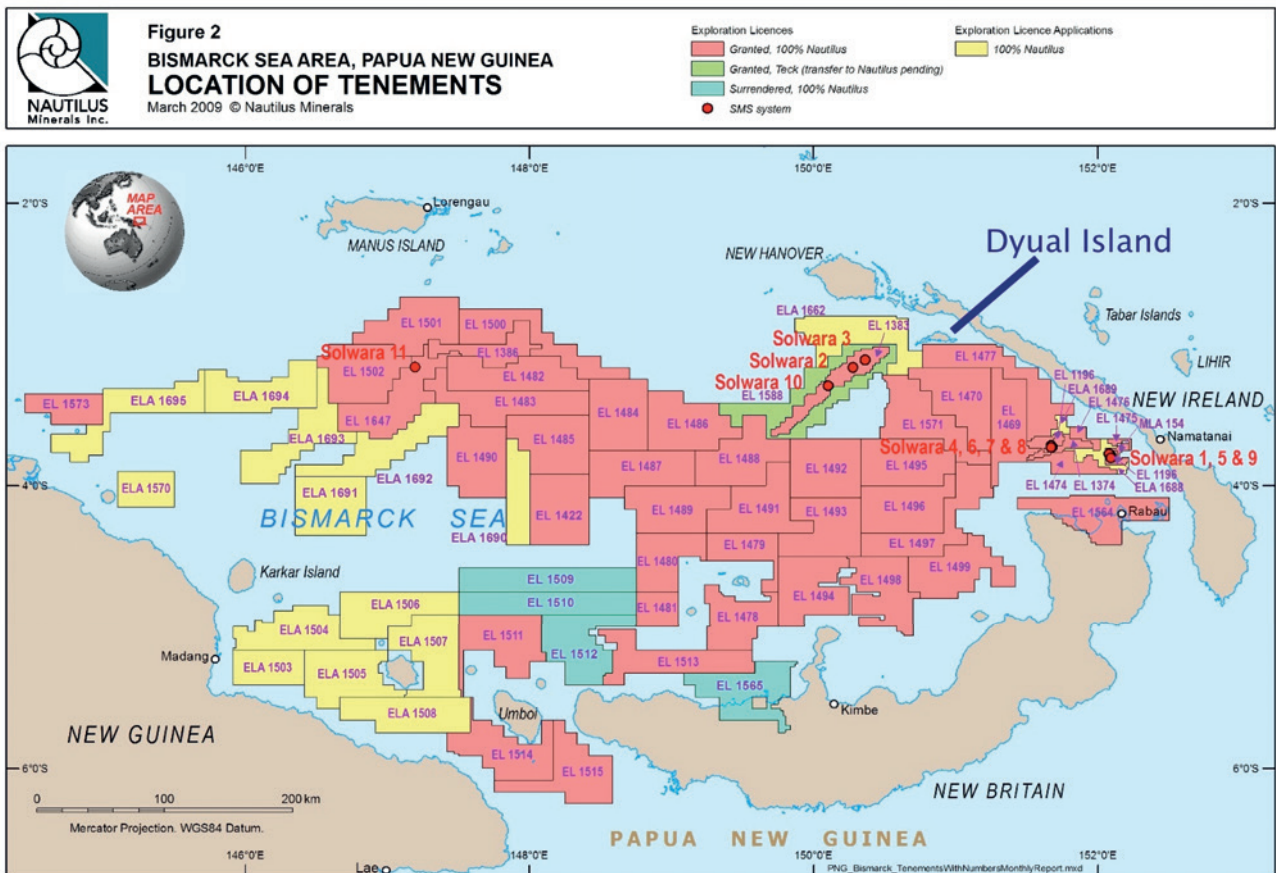


Figure 2 : Carte des sites offshore correspondant à des concessions d'exploration obtenues par Nautilus en Papouasie-Nouvelle-Guinée. Sources : <http://www.mpi.org.au/wp-content/uploads/2009/08/dyual-island-deep-sea-mining-tenements.jpeg>

Elle a prévu de débiter l'extraction du minerai en 2017 dans la zone dite de Solwara 1, située dans la ZEE de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, entre les îles de la Nouvelle-Bretagne et de la Nouvelle-Irlande. Les sulfures présents dans cette zone présenteraient des concentrations en cuivre et en or presque deux fois supérieures aux concentrations que l'on trouve dans les roches issues de mines terrestres. Pour extraire les minerais contenant ces métaux, Nautilus développe des équipements similaires à ceux utilisés dans les mines terrestres, comme des robots tracteurs destinés à soulever les roches. Bien que l'exploitation soit plus coûteuse que sur terre, l'entreprise pense qu'elle resterait malgré tout économiquement rentable.

Bien évidemment, d'autres entreprises s'intéressent à ces richesses minières potentielles, même si leur modèle industriel et économique n'est pas encore mature. Ainsi, le groupe français Technip (en cours de rachat (depuis mai 2016) par l'américain FMC ⁽³⁾) met en œuvre plusieurs projets d'envergure dans le secteur des mines et des métaux, avec notamment pour références majeures deux des plus importants et des plus riches gisements de nickel dans le monde, Koniambo en Nouvelle-Calédonie et Weda Bay en Indonésie. Il s'agit bien sûr de sites terrestres. Toutefois, l'expérience acquise par Technip dans l'extraction *offshore* de pétrole et de gaz a conduit cette entreprise à s'intéresser aux minerais sous-marins. Sur Solwara, c'est en réalité Technip qui a gagné l'appel d'offres lancé par l'entreprise canadienne Nautilus pour la liaison fond-surface. C'est Technip qui est chargé de concevoir le « rider », le véhicule qui doit remonter le minerai concassé du fond de l'eau vers le pont du navire, où la séparation minerai/eau sera alors effectuée.

Technip participe en association, avec le BRGM et l'Ifremer, au projet d'exploitation des amas sulfurés de Wallis-et-Futuna, pour lequel des campagnes d'exploration ont eu lieu en 2012. À ce stade, si l'exploration de cette zone a fourni des indices, il n'y a aucune certitude sur l'existence de gisements, même si Eramet a déposé, au nom de sa filiale Sialéo, une demande de permis exclusif de recherche (PER) sur la zone considérée. De son côté, Technip est toujours à la recherche de partenaires crédibles pour poursuivre des campagnes d'exploration dans les autres collectivités d'Outre-mer françaises du Pacifique, comme la Nouvelle-Calédonie et la Polynésie française. Technip a d'ailleurs étendu son champ d'action en étant présent en Nouvelle-Zélande sur des projets d'extraction de sables lourds titano-manganifères et sur un projet semblable à celui de Nautilus en Papouasie.

La ressource financière devant permettre la mise en exploitation des ressources minières marines existante-elle ? Leur mise en exploitation ne va-t-elle pas se heurter à des mesures de défense de l'environnement ?

À ce jour, il n'existe pas de référentiel solide des activités d'exploitation minière sous-marine publiant leurs paramètres techniques et économiques, ainsi que leurs résultats. En effet, il n'existe pas à ce jour de données, à

l'exception de premières projections faites sur le gisement de Solwara ⁽⁴⁾.

Certes, les nodules polymétalliques et les encroûtements d'hydroxydes de fer et de manganèse sont intéressants pour leurs concentrations en nickel, en cuivre et en cobalt, mais ils peuvent également être riches en platine, en titane, en terres rares (en particulier le cérium), en zirconium, en molybdène ou en vanadium. Selon le contexte, les sulfures hydrothermaux peuvent être fortement concentrés en cuivre, en zinc, en cobalt, en plomb, en baryum, mais aussi en éléments plus rares, comme l'or, l'argent, le cadmium ou l'antimoine. Le coût croissant de l'exploitation de ces métaux remet toutefois en cause tout futur projet minier *offshore*. Et aujourd'hui, nul n'est capable d'évaluer le retour sur investissement de ce type d'exploitation dans le futur.

Le seul poste de dépense actuellement quantifiable et nécessaire avant tout lancement d'opération d'exploitation minière est l'exploration sous-marine ; coûteuse par nature, elle est actuellement entreprise par différents acteurs, comme l'Ifremer, pour pouvoir disposer d'une connaissance générale et approfondie de la zone potentiellement intéressante, une connaissance qui passe par la réalisation de relevés à grande échelle à l'aide de différentes méthodes acoustiques (bathymétrie, réflectivité), de la gravimétrie, du magnétisme et de technologies sismiques. L'étude des relevés (morphologie, tectonique, nature du substrat) permet ensuite de mieux comprendre le contexte géologique des gisements.

La question environnementale et sociale pèse d'un poids aussi lourd, sinon plus lourd, que ces considérations financières. Or, il s'agit là d'un facteur clef pour tout lancement d'une exploitation, mais l'on se heurte à une méconnaissance globale des équilibres des milieux marins et des impacts possibles des activités minières sur l'environnement océanique.

En effet, l'exploitation minière sous-marine risque d'engendrer de nombreuses nuisances. Ainsi, la destruction du milieu (habitats et faune) provoquée par l'extraction dans la zone exploitée est plus que probable, car il semble extrêmement difficile de pouvoir confiner les nuisances. Le risque environnemental le plus évident est celui de la re-déposition des sédiments et des particules métalliques mis en suspension, qui a pour effet d'étouffer des organismes marins fixés.

Autre effet induit de l'exploitation minière : les fonds océaniques seront bouleversés par les vibrations induites par l'extraction et par la lumière nécessaire aux appareils d'extraction. Le rejet (en surface ou à proximité du site d'extraction) de l'eau remontée avec les minerais peut

(3) Technip et FMC avaient créé, en 2015, Forsys Subsea, une coentreprise destinée à offrir aux compagnies pétrolières des outils permettant de réduire jusqu'à 30 % le coût de l'exploitation des gisements d'hydrocarbures en mer.

(4) Voir l'étude de l'IRD sur cette question : http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-04/010067050.pdf

conduire à des transferts de masses d'eau présentant des caractéristiques physicochimiques différentes et au rejet de particules fines plus dangereuses pour les espèces vivantes que ne le sont les grosses particules. Enfin, en surface, la dispersion de minerais en éléments de toutes tailles, depuis le navire, ainsi que le bruit causé par les moteurs, les pompes et les autres systèmes d'extraction risquent de conduire à d'importantes perturbations du milieu marin.

En conclusion, comme le rappelle la stratégie nationale relative à l'exploration et à l'exploitation minières des grands fonds marins approuvée en Comité interministériel de la mer du 22 octobre 2015, « *les conditions d'une exploitation prochaine des grands fonds marins ne sont pas réu-*

nies, car plusieurs étapes doivent être encore franchies, comme l'amélioration de la connaissance géologique et environnementale des grands fonds, le développement de nouvelles technologies d'exploration et d'exploitation et la mise en place de cadres administratifs et juridiques pertinents. À cela s'ajoute une chute conjoncturelle des cours des matières premières qui ne favorise pas, à court terme, l'intérêt d'éventuels investisseurs ».

La question de la faisabilité et de la durabilité de l'exploitation minière sous-marine reste donc entière. Il est cependant évident que les besoins croissants de la population en ressources naturelles terrestres vont contribuer à pousser les feux et à rendre tôt ou tard opérationnelles de grandes régions d'exploitation minière sous-marine.