

L'exploitation minière sous-marine

Un débat houleux

Youmna Bahout
Timothée Blondel
Théophile Candela
Alice Dagicour

Quentin Guitet
Marine Papet
Mailys Quilhot
Léa Trin

2023

Cette publication a été réalisée par des étudiants en troisième année du cycle ingénieur de Mines Paris PSL Research University. Il présente le travail réalisé dans le cours intitulé « Descriptions de controverse », qui a pour objectif d'introduire les étudiants à l'univers incertain de la recherche scientifique et technique et de les sensibiliser aux enjeux de la participation citoyenne.

Mines Paris décline toute responsabilité pour les erreurs et les imprécisions que peut contenir cet article. Vos réactions et commentaires sont bienvenus. Pour signaler une erreur, réagir à un contenu ou demander une modification, merci d'écrire à la responsable de l'enseignement : madeleine.akrich@mines-paristech.fr.

■ Sommaire

■	Introduction	4
■	Des ressources stratégiques convoitées mais une opportunité d'exploitation contestée	6
▪	Quelles ressources minérales au fond des océans ?	6
▪	L'extraction de ces ressources est-elle économiquement viable ?	8
▪	Quelle évolution de la demande à prévoir pour ces ressources ?	10
▪	L'enjeu de la souveraineté nationale	12
▪	La position ambivalente de la France	13
■	Des impacts environnementaux débattus	15
▪	Quel environnement pour quels impacts de la pratique ?	16
	<i>La biodiversité des fonds marins</i>	16
	<i>L'océan : premier puits de carbone anthropique</i>	19
	<i>Incertitudes scientifiques et temporalité des recherches</i>	20
▪	Les mines sous-marines sont-elles mieux que les mines terrestres ?	20
■	Une gouvernance internationale en eaux troubles	22
▪	L'Autorité Internationale des Fonds Marins, une institution censée définir les règles d'exploitation des fonds marins	23
	<i>Fonctionnement</i>	23
	<i>Elaboration d'un cadre réglementaire</i>	24
▪	La capacité de contrôle mise en question	24
	<i>Les enjeux de l'inspection des activités sous-marines</i>	24
	<i>L'ambivalence du rôle de l'AIFM, entre administration des activités extractives et préservation de l'intégrité de la Zone</i>	25
	<i>Transparence et conflits d'intérêts</i>	26
▪	Quel objet et quelle forme de régulation pour une gestion équitable et respectueuse d'un commun ?	27
	<i>Un patrimoine commun de l'humanité</i>	27
	<i>L'exploration, une activité tournée vers la connaissance ou une pente glissante vers l'exploitation ?</i>	28
	<i>Licence, moratoire ou interdiction ?</i>	29
▪	Conclusion sur les arènes de la controverse	30
■	Conclusion	32
■	Matériel et méthodes	33
■	Références	34

■ Introduction

Comment obtenir en quantité suffisante les métaux nécessaires à la propulsion électrique du Nautilus, le sous-marin du capitaine Nemo ? D'après le héros du célèbre roman de Jules Verne, « *il existe au fond des mers des mines de zinc, de fer, d'argent, d'or, dont l'exploitation serait très certainement praticable*¹ ».

Cent cinquante ans après la parution de *Vingt mille lieues sous les mers*, le fruit de l'imagination du romancier semble presque devenu réalité. *Nautilus Minerals Inc.*, fondée en 1987, est la première entreprise créée avec l'objectif précis d'exploiter les ressources minières issues des fonds marins. L'entreprise fait cependant faillite en 2019 avant d'avoir commencé toute exploitation commerciale².

L'exploitation minière des fonds marins suscite un regain d'intérêt depuis la fin du XX^e siècle, portée par trois facteurs. Tout d'abord, bien que la communauté scientifique estime que le milieu marin reste encore largement méconnu – seuls 1% des fonds marins auraient été explorés et 10% recensés topographiquement³ –, la connaissance de la teneur en minerais des fonds marins s'est améliorée au cours du XX^e siècle. Si les nodules polymétalliques – l'une des trois formes géologiques prises par les ressources minières océaniques – sont connues depuis l'expédition du HMS Challenger en 1873, le géologue Yves Fouquet estime que leur teneur en minerais n'est estimée que depuis la fin des années 1970⁴. Il y aurait ainsi une réserve de 7 076 millions de tonnes de métaux dans la zone de croûte primaire et dans la zone Clarion-Clipperton de l'océan Pacifique, les zones les plus importantes – en majorité du nickel (306 millions) et du cobalt (94 millions)⁵.

L'attrait pour les ressources des fonds marins est ensuite porté par la croissance de la demande pour certains minerais, consécutive à la numérisation de l'économie et au recours massif aux batteries électriques dans le cadre de la transition énergétique⁶. Selon le professeur américain Thomas Graedel, « *la demande en métaux pourrait quadrupler d'ici 2050, et plusieurs experts affirment que les ressources terrestres seront insuffisantes*⁷ ». D'après *The Metals Company*, le principal promoteur de l'exploitation minière des fonds marins dans le monde aujourd'hui, il y aurait dans la seule zone de Nauru dans laquelle l'entreprise a une licence d'exploration suffisamment de cobalt, de nickel et de cuivre pour construire 280 millions de véhicules électriques, soit l'ensemble du parc automobile des États-Unis⁸.

Si des entreprises comme *The Metals Company* ont pu voir le jour, c'est que les conditions technologiques permettent aujourd'hui d'aller exploiter des ressources situées, pour les nodules polymétalliques, à plus de 3000 mètres de profondeur à un coût inférieur au prix de marché des minerais. Si les encroutements cobaltifères sont encore complexes à exploiter, les procédés de collecte des nodules polymétalliques et d'exploitation des sulfures hydrothermaux font l'objet de plusieurs brevets, et ne sont pas inconnus des principaux acteurs miniers⁹.

¹ Verne, J. (1869). *Vingt mille lieues sous les mers*.

² Doherty, B. (2019, septembre 15). Collapse of PNG deep-sea mining venture sparks calls for moratorium. *The Guardian*.

³ *Atlas de l'océan, Faits et chiffres sur les menaces qui pèsent sur nos écosystèmes marins* (p. 40). (2018). Henrich-Böll-Stiftung et Cluster d'excellence Future Ocean de l'Université de Kiel.

⁴ Klinger, C. (2017, mars 30). Yves Fouquet : « Les cartes des grands fonds sont moins précises que celles de Mars ! ». *La Recherche*, 522, p.5-9.

⁵ *Atlas de l'Océan, op. cit.*

⁶ Corniou, M. (2017, août 24). *Mines : Les abysses, nouvel eldorado* - Québec Science. <https://www.quebecscience.qc.ca/environnement/mines-les-abysses-nouvel-eldorado/>

⁷ *Ibid.*, p. 20.

⁸ Lipton, E. (2022, août 3). Secret Data, Tiny Islands and a Quest for Treasure on the Ocean Floor. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/portail.psl.eu/2022/08/29/world/deep-sea-mining.html>

⁹ Marine Corniou, « Les abysses nouvel eldorado », *op. cit.*

Les fonds marins sont-ils pour autant l'eldorado décrit par le capitaine Nemo ? La réponse est soumise à controverse. Si le coût économique de l'exploitation est aujourd'hui abordable¹⁰, son coût écologique est encore largement méconnu, et les acteurs de la communauté scientifique alertent sur la fragilité des écosystèmes concernés. Outre le fait qu'il faille un million d'années aux nodules de manganèse pour grandir ne serait-ce que de 5 à 20 millimètres¹¹, ceux-ci se trouvent dans des zones habitées par une biodiversité souvent unique et méconnue. Selon certains scientifiques, la pollution lumineuse, sonore, et par dépôt de sédiments qui serait occasionnée par l'exploitation aurait des impacts sur une surface deux à cinq fois plus vaste que la zone d'exploitation en elle-même¹². En 2021, 600 scientifiques et responsables politiques ont lancé une pétition appelant à un moratoire sur l'exploitation minière des fonds marins en l'absence de garanties pour les écosystèmes. La France elle-même, à travers la voix de son président, a décidé en novembre 2022 l'interdiction de toute exploitation¹³.

Outre la question écologique, l'exploitation minière des fonds marins soulève aussi des enjeux de souveraineté. Si l'exploitation apparaît pour certains acteurs comme une opportunité de s'émanciper d'États miniers instables politiquement¹⁴, d'autres craignent qu'une poignée d'acteurs ne s'accaparent les ressources. Parmi les permis d'exploration délivrés par l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM) dans la zone Clarion-Clipperton, les ex-puissances coloniales apparaissent ainsi en bonne place, de même que les puissances minières actuelles, notamment la Russie et la Chine¹⁵.

L'exploitation minière des fonds marins rencontre aussi une résistance au niveau local, les populations des États insulaires voyant d'un mauvais œil l'ingérence d'entreprises étrangères dans leurs zones économiques exclusives. Les mobilisations qui en découlent, comme l'organisation Kiwis Against Seabed Mining (KASM) créée en 2005 en Nouvelle-Zélande¹⁶, trouvent un écho auprès de grandes ONG internationales comme Greenpeace ou WWF, qui se mobilisent contre l'exploitation minière des fonds marins. Nombre de ces ONG se fédèrent afin de pouvoir peser au sein des instances internationales, à l'instar de la Deep Sea Conservation Coalition.

La question de la gouvernance de la pratique est elle-même au cœur de la controverse, depuis la Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer de 1982, qui jette les bases de l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM), opérationnelle en 1996. Comment réguler l'exploitation ? Faut-il également réguler l'exploration, si oui, sous quelles modalités ; et le peut-on seulement ? Ces questions, qui, au sein de l'AIFM, ont déjà abouti à trois codes d'exploration, un pour chaque type de gisement, et devraient sous peu aboutir à la publication d'un Code d'exploitation des nodules polymétalliques, ne trouvent pour le moment que des réponses partielles, elles-mêmes loin de faire consensus. Les acteurs politiques sont ainsi amenés à se positionner progressivement, aux niveaux national et international, pour ou contre l'exploitation, et à pousser la rédaction de règles et la mise en place d'un encadrement légal préalable à la délivrance de potentiels permis d'exploitation.

In fine, la problématique de l'exploitation minière des fonds marins implique un débat idéologique, portant sur la réalité du besoin en métaux pour les années à venir. Certains acteurs plaident en effet le fait que dans un monde

¹⁰ Ibid.

¹¹ Atlas de l'Océan, *op. cit.*

¹² Predicting the Impacts of Mining Deep Sea Polymetallic Nodules in the Pacific Ocean : A Review of Scientific Literature. (2020). *MiningWatch Canada*. <https://miningwatch.ca/publications/2020/5/19/predicting-impacts-mining-deep-sea-polymetallic-nodules-pacific-ocean-review>

¹³ Valo, M. (2022, novembre 7). Emmanuel Macron veut interdire l'exploitation des fonds marins. *Le Monde* https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/11/07/emmanuel-macron-veut-interdire-l-exploitation-des-fonds-marins_6148877_3244.html

¹⁴ Marine Corniou, « Les abysses nouvel eldorado », *op. cit.*

¹⁵ Ibid.

¹⁶ *About section*. (s. d.). Kasm. Consulté 9 janvier 2023, à l'adresse <https://www.kasm.org.nz/about>

où la sobriété est appelée à devenir la norme¹⁷, l'accroissement de l'approvisionnement en métaux s'avèrera inutile ; là où pour d'autres acteurs ce dernier est une nécessité afin de réussir la transition énergétique, l'exploitation minière des fonds marins apparaissant pour ces derniers comme une solution toute trouvée¹⁸. C'est donc un véritable objet de controverses, dont nous allons explorer les ressorts.

■ Des ressources stratégiques convoitées mais une opportunité d'exploitation contestée

■ Quelles ressources minérales au fond des océans ?

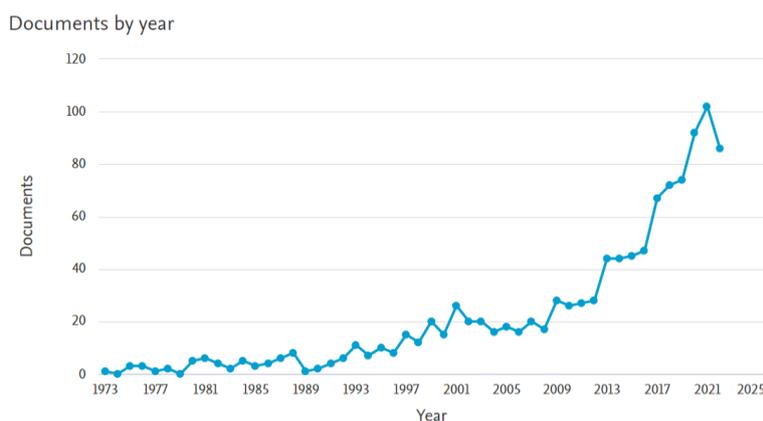


Figure 1 Nombre d'articles sur Scopus traitant des gisements sous-marins par année¹⁹. Scopus répertorie moins de 10 articles en 1993 contre plus de 100 en 2021.

Le plancher océanique suscite de plus en plus de convoitises pour ses ressources en métaux et terres rares. L'intérêt pour les fonds marins émerge dans les années 1970 à la suite du premier choc pétrolier qui provoque l'augmentation du coût des matières premières. À cette période, la consommation en métaux courants augmente et la recherche de nouvelles sources de métaux devient alors importante. Cependant le défi technologique semble trop important à relever, ce qui provoque l'abandon des recherches. L'intérêt reprend au début du XXIème siècle avec une nouvelle augmentation du coût des matières premières, mais aussi car la localisation des gisements de certaines terres rares, essentielles aux technologies actuelles, soulève des questions géopolitiques. Depuis, l'attention portée sur ce sujet n'a fait que grandir comme le montre la figure 1 : des années 2000 à aujourd'hui, le nombre d'articles de recherche traitant de la question des gisements sous-marins a été multiplié par 5.

Au fond des océans, il existe en réalité trois sources de métaux, chacune présentant des caractéristiques et des facilités d'accès différentes : les nodules polymétalliques, les amas sulfurés et les encroûtements.

Tout d'abord, les nodules polymétalliques, aussi appelés nodules de manganèse. Ces boules noires de 5 à 20 cm de diamètre (voir figure 2) se trouvent au-dessus des plaines abyssales à une profondeur de 3 à 6 km, ce qui

¹⁷ Deep-sea mining: What are the alternatives? Fact sheet 9. (2022, février). *Deep Sea Mining Conservation Coalition*

¹⁸ Delamarche, M. (2015, avril 2). Des mines sous les mers. *L'Usine Nouvelle*, 3417, 46.

¹⁹ Equation de recherche Scopus : *TITLE-ABS-KEY ("polymetallic nodules") OR TITLE-ABS-KEY ("hydrothermal deposits") OR TITLE-ABS-KEY ("metal encrusting") AND ALL ("deep sea")*.

ne simplifie pas leur extraction. Comme le précise Yves Fouquet dans un article de *La Recherche*²⁰ : « travailler par 4 000, 5 000 ou 6 000 mètres de fond, au milieu du Pacifique, c'est énorme ». Les nodules polymétalliques se forment par précipitation des métaux présents dans l'eau de mer. Ils grossissent de quelques millimètres chaque million d'années. Les nodules polymétalliques sont majoritairement composés d'oxydes de fer et de manganèse mais contiennent aussi du cuivre, du cobalt et de nickel et, dans certains cas, des terres rares. Ces boules minérales s'étalent sur de grandes surfaces ; on parle de champs de nodules. Leur récupération inquiète certains acteurs en raison de la destruction des écosystèmes qu'elle pourrait engendrer. Afin de se représenter l'impact, un chercheur en géoscience (IPGP, CNRS) propose la comparaison suivante :

« Vous prenez une zone en Irlande où il y a de l'herbe partout et vous enlevez toute l'herbe sur 10 km par 10 km²¹ ».

Une destruction aussi systématique d'une zone aussi large pose la question de l'impact sur les écosystèmes alentours.



Figure 2 Un nodule polymétallique (diamètre entre 5 et 20 cm) (Source : © KOELLE, WIKIMEDIA COMMONS, CC BY-SA 3.0)

Actuellement, la zone de Clarion-Clipperton, située dans le Pacifique entre le Mexique et Hawaii (voir figure 3) constitue la source de nodules la plus intéressante pour les chercheurs et les industriels. Cette zone, qui s'étale sur une surface de 4,5 millions de kilomètres carrés (soit presque aussi grande que celle de l'Europe), regorgerait de plus de 20 à 30 milliards de tonnes de nodules. De quoi « satisfaire la demande mondiale pendant des décennies » selon le géologue Mark Hannington²².



Figure 3 La zone de Clarion – Clipperton (Image reproduced from the GEBCO world map 2014, www.gebco.net)

²⁰ Klinger, C. (2017, mars 30). Yves Fouquet : « Les cartes des grands fonds sont moins précises que celles de Mars ! ». *La Recherche*, 522, 5.

²¹ Entretien avec Jérôme Dymont, chercheur en géoscience à l'Institut de Physique du Globe et au CNRS, 27 octobre 2022.

²² Corniou, M. (2017, août 24). *Mines : Les abysses, nouvel eldorado* - Québec Science. <https://www.quebecscience.qc.ca/environnement/mines-les-abysses-nouvel-eldorado/>

Le second type de source de métaux est celui des amas sulfurés, ou sulfures hydrothermaux. Ces sites localisés à la limite des plaques tectoniques sont riches en cuivre, en zinc et sont également constitués d'or et d'argent²³. Issu de l'activité hydrothermale, ils sont formés grâce à la circulation de fluides qui s'infiltrent dans la croûte océanique puis s'enrichissent en métaux en traversant les différentes couches terrestres avant de rejaillir dans l'océan par des cheminées appelés "fumeurs". A la différence des champs de nodules, les sulfures hydrothermaux sont beaucoup plus localisés, sur des rayons de 50 km en moyenne et se situent à des profondeurs moins importantes : entre 800 et 5 000 m sous la surface²⁴. Même s'il existe plus de 600 sites actifs déjà découverts, seuls ceux où il n'y a plus d'activité volcanique (sites anciens) sont intéressants du point de vue de l'exploitation. Actuellement plusieurs sites ont été localisés proches des côtes de Papouasie Nouvelle Guinée et autour des îles Tonga.

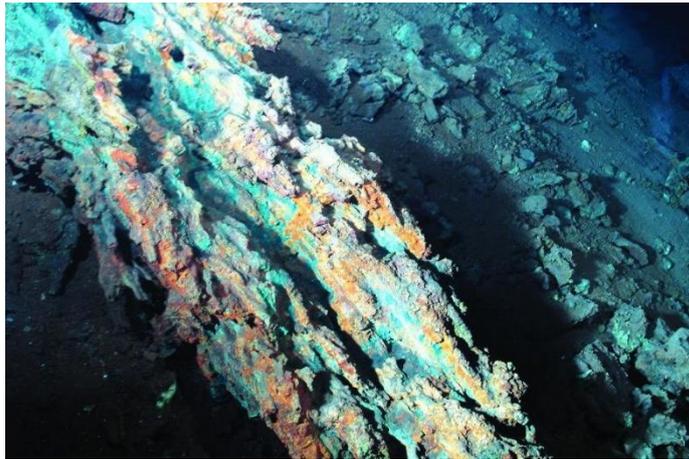


Figure 4 - Amas sulfurés (Source : © Ifremer)

Les encroûtements sont le dernier type de ressources disponibles. Moins connus à l'heure actuelle, on les trouve à une profondeur de 400 à 4 000 mètres²⁵. Ils se forment au-dessus de la surface des monts sous-marins. Comme les nodules polymétalliques, ils sont riches en oxydes de fer et manganèse mais contiennent aussi du cobalt ainsi que des terres rares et du platine. Pour l'instant ils n'ont été localisés que dans l'océan Pacifique et dans l'océan Indien et suscitent moins d'intérêt.

■ L'extraction de ces ressources est-elle économiquement viable ?

Après le choc pétrolier de 1979, le monde avait connu un premier engouement pour les gisements de minerais sous-marins, nourri par le contexte géopolitique et industriel de la Guerre froide et alors que le bloc communiste dominait alors largement la production mondiale de minerais²⁶. Cependant, les défis technologiques et économiques que représentait l'exploitation de tels gisements avaient rapidement mis fin aux ambitions pionnières de l'époque. Aujourd'hui, les technologies semblent avoir gagné en maturité, notamment grâce aux exploitations de gaz et de pétrole offshore qui présentent des défis similaires. Certaines compagnies privées semblent même prêtes à sauter le pas, et ont déposé des demandes de permis d'exploitation auprès de l'AIFM.

²³ Sarradin, P.-M., Sarrazin, J., & Lallier, F. H. (2017). Les impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins : Un état des lieux des connaissances. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 30-34. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0030>

²⁴ Bersani, F. (2017). Les mines terrestres, les ressources minérales des fonds marins... et notre soif de matières premières. *cairn.info, Responsabilité & Environnement*(85). <https://doi.org/10.3917/re1.085.0005>

²⁵ Klinger, C. (2017, mars 30). Yves Fouquet : « Les cartes des grands fonds sont moins précises que celles de Mars ! ». *La Recherche*, 522, 5.

²⁶ Paillard, C.-A. (2017). Enjeux économiques : Quel est le potentiel des ressources minérales marines ? *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, N° 85(1), 19. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0019>

31 permis d'exploration ont déjà été délivrés²⁷ par l'organisme, et certaines technologies d'exploitation en sont au stade de la démonstration.

Toutefois, la rentabilité de l'exploitation minière sous-marine à d'aussi grandes profondeurs (supérieures à 3 500m) est aujourd'hui encore matière à discussion. En effet, l'exploitation minière sous-marine présente des défis technologiques que les exploitations d'hydrocarbures offshore aujourd'hui très répandues n'ont pas eu à relever : remontée du minerai sur des distances de 1 à 5 km et gestion de la pression plus élevée à de telles profondeurs par exemple. Si des minéraux sont déjà exploités sous la mer dans des gisements plus "traditionnels", ce genre de mines reste rare et à des profondeurs bien moindres que celles envisagées dans le cadre de la controverse. Ainsi, le haut-fonctionnaire français Christophe-Alexandre Paillard témoignait dans un article paru en 2017 :

« 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 opérants 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 dragage²⁸ ».

Certains acteurs privés sont toutefois convaincus de la viabilité économique de la pratique à des échéances ambitieuses. Parmi eux, *The Metals Company* estime que l'exploitation de nodules polymétalliques riches en manganèse pourrait à terme constituer la deuxième mine la plus rentable en ce qui concerne ce métal indispensable à la production de batteries, derrière la mine conventionnelle Russe de Norilsk dans où le manganèse est extrait comme co-produit. Les arguments soutenant cette estimation concernent les infrastructures à mettre en place pour exploiter une mine sous-marine. En effet, contrairement aux mines conventionnelles, il n'est pas nécessaire de construire de routes dédiées, de raser des forêts ou de déplacer les populations impactées par l'exploitation²⁹.

Au-delà du peu d'investissements en infrastructures nécessaires, l'entreprise *Nautilus Minerals Inc.* soulignait avant sa liquidation la concentration très élevée en métaux des sulfures hydrothermaux. Elle estimait que sur le site de Solwara 1 (voir figure 5), les concentrations en or et en cuivre dans les roches seraient jusqu'à deux fois plus élevées que dans les roches terrestres. Ainsi, malgré les difficultés techniques d'exploitation en eau profonde, ce type de gisement pourrait s'avérer rentable³⁰.

²⁷ La course pour l'exploitation des ressources du plancher océanique s'organise. (2021, novembre 21). *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/10/21/la-course-pour-l-exploitation-des-ressources-du-plancher-oceanique-s-organise_6099338_3244.html

²⁸ Paillard, C.-A. (2017). Enjeux économiques : Quel est le potentiel des ressources minérales marines ? *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, N° 85(1), 19. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0019>

²⁹ Usher, R. (2022, octobre 10). *Entretien avec The Metals Company* [Communication personnelle].

³⁰ Velde, P. V. D. (2015). *L'exploitation des ressources minières sous-marines*. Ambassade de France en Allemagne.

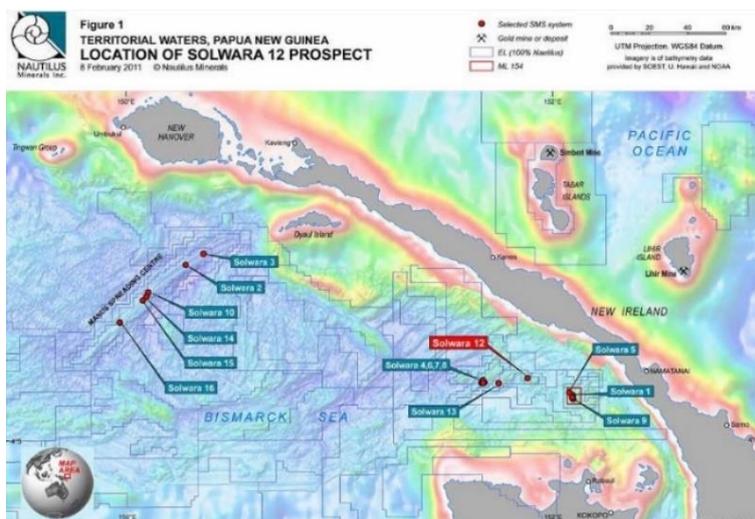


Figure 5 Carte du projet Solwara 1 (National Jurisdictions, s. d.)³¹

In fine, le coût de l'extraction dépendra des techniques employées et donc des normes environnementales qui seront imposées. La rentabilité quant à elle dépendra à la fois du cours des matières premières, mais aussi de la manière dont les métaux issus de ce type de gisement seront taxés. En Europe, certaines ONG demandent par exemple une taxation supérieure pour les métaux issus de l'exploitation minière des fonds marins voire un bannissement de ces derniers pour des raisons écologiques, sur le même modèle que le bannissement des métaux issus de conflits³².

■ Quelle évolution de la demande à prévoir pour ces ressources ?

Les métaux, ressources minérales naturelles non renouvelables, font partie de notre quotidien. Dans les prochaines décennies, la demande en métaux pourrait exploser, en partie à cause de la consommation toujours plus grande de dispositifs numériques, mais surtout en raison des besoins liés à la décarbonation des économies. Comme le démontre la littérature scientifique, les choix politiques qui seront faits pour piloter cette transition auront un impact majeur sur les courbes futures de demande en ressources métalliques³³.

Dans une majorité d'études prospectives, l'atteinte des objectifs climatiques repose principalement sur le déploiement de technologies bas carbone, efficaces énergétiquement et vectrices de croissance économique, mais gourmandes en matières premières, et plus modérément sur des leviers tels que l'économie circulaire ou la sobriété des usages. Dans ces scénarios, la demande en ressources minières est généralement très importante, et croît à des rythmes élevés, parfois plus rapides que les capacités d'adaptation des industries minières.

Par exemple, d'après un rapport de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) publié en mai 2021³⁴, la demande en métaux critiques³⁵ pourrait être multipliée par 4 d'ici 2050, si le monde se conforme aux engagements de l'accord de Paris. Sont en cause la production de véhicules électriques et de leurs batteries, le développement

³¹ *National Jurisdictions*. (s. d.). Centre for Environmental Rights. Consulté 13 janvier 2023, à l'adresse <https://cer.org.za/safeguard-our-seabed/seabed-mining-around-the-world/national-jurisdictions>

³² Collet, P. (s. d.). *Des ONG demandent à l'UE de montrer l'exemple en interdisant l'exploitation minière des grands fonds marins*. Actu-Environnement ; Actu-environnement. Consulté 26 octobre 2022, à l'adresse <https://www.actu-environnement.com/ae/news/demande-moratoire-exploration-ressources-minieres-grands-fonds-marins-37549.php4>

³³ *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. (2022). IEA. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

³⁴ *Ibid.*

³⁵ Les matières premières stratégiques pour notre économie et présentant un risque élevé de pénurie d'approvisionnement.

et le renforcement des réseaux électriques, et leur alimentation par des panneaux solaires et des éoliennes. Ainsi, les besoins en lithium pourraient être multipliés par 42 d'ici à 2040, ceux en graphite par 25, ceux en cobalt par 21 et ceux en nickel par 19. Dans le même ordre d'idées, le projet *Generate* soutenu par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et mené conjointement par l'IFP Energies nouvelles et par l'Institut de relations internationales et stratégiques a estimé³⁶ que, dans un scénario de transition bas carbone poussé qui permettrait de limiter le réchauffement climatique sous les 2°C d'ici 2100, la demande cumulée de cuivre tous usages confondus serait de 1 800 millions de tonnes entre 2010 et 2050, ce qui correspond à 90% des ressources connues aujourd'hui, et plus de deux fois les réserves actuelles. Selon l'ADEME³⁷, la consommation de terres rares pourrait également augmenter de 6% par an dans les prochaines décennies (contre 2.7% par an en moyenne depuis 1970). Même si le marché mondial des terres rares ne représente en absolu que 9 milliards de dollars, ces métaux entrent dans la composition de nombreux objets, et contribuent donc à l'échelle mondiale à des marchés d'une valeur de 7 000 milliards de dollars, chiffre qui pourrait continuer à augmenter à mesure que la consommation technologique croît.

Toutefois, d'autres acteurs estiment que des scénarios alternatifs de transition sont possibles, tout aussi ambitieux climatiquement mais faisant d'avantage appel aux leviers que sont l'économie circulaire et la sobriété des usages. Ils démontrent dans une certaine mesure que ces scénarios, en plus d'éloigner le risque d'un besoin en métaux qui dépasserait les ressources terrestres exploitables, sont parfois plus désirables d'un point de vue de santé environnementale et de justice sociale. Ils permettraient en effet d'éviter de mettre sous tension des ressources naturelles déjà fragiles (biomasse particulièrement), et reposent moins sur des paris technologiques.

Dans son scénario de transition énergétique 2022³⁸, qui repose sur la définition de trajectoires « raisonnables » (socialement acceptables) d'évolution de la demande en services énergétiques, l'association Négawatt démontre qu'en mobilisant des leviers plus ou moins directs de sobriété et d'efficacité pour les secteurs du bâtiment, des transports, et de l'industrie, et en déployant rapidement et durablement les énergies renouvelables et le recours aux matériaux biosourcés à la place des matières premières non renouvelables, il est possible de réduire de manière globale notre consommation de matières premières. Cette tendance à la baisse est à différencier selon le type de matières premières : si les résultats projettent des réductions de 95% de la consommation annuelle en cuivre et de 84% de la consommation annuelle de cobalt, entre 2014 et 2050, ils projettent également une augmentation de 54% de la consommation annuelle de lithium sur la même période.

Les acteurs économiques eux-mêmes se positionnent sur le sujet : plusieurs multinationales (Google, BMW, Renault, Samsung...) se sont par exemple engagées à exclure de leurs chaînes d'approvisionnement les métaux issus des fonds marins et à ne pas financer leur extraction tant que l'ensemble des autres leviers disponibles (économie circulaire des matériaux afin de réduire la demande en ressources primaires, développement de pratiques minières terrestres responsables...) ne seront pas suffisamment mobilisés. Dans une étude financée par la *European Climate Foundation* faisant une synthèse de la littérature scientifique sur les sujets des dépendances de l'UE aux chaînes d'approvisionnement internationales et de l'économie circulaire, l'entreprise Systemiq invite les décideurs et industriels à développer le "cadre de l'économie circulaire en 4 'R'" (repenser, réduire, réutiliser, recycler). Les auteurs expliquent par exemple que si la demande de nouvelles voitures diminuait de 1,4 % par an, le secteur automobile pourrait réduire de moitié sa consommation totale de matériaux d'ici 2050. De plus, ils précisent que tous les métaux essentiels des batteries peuvent être recyclés jusqu'à 95 %, et que si cela était fait la production de ressources secondaires issues de ce recyclage serait suffisante pour répondre à environ 10 % de la demande de matériaux du secteur d'ici 2030 et à environ 80 % d'ici 2050.

³⁶Hache, E. (s. d.). *IFPEN | Les métaux dans la transition énergétique*. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/climat-environnement-et-economie-circulaire/les-metaux-transition-energetique>

³⁷*Les métaux : Des ressources qui pourraient manquer ?* (s. d.). ADEME. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://multimedia.ademe.fr/infographies/infographie-terres-rares-ademe/>

³⁸ *Synthèse du scénario négaWatt 2022 : La transition énergétique au cœur d'une transition sociétale*. (2022). Association négaWatt.

À moyen terme, l'évolution de la demande en métaux dépendra donc d'un certain nombre de choix politiques, qui recourent des positions largement idéologiques. Les métaux critiques étant pour le moment essentiels au développement économique des pays (nécessaires aux secteurs stratégiques comme la robotique, ou même l'armement), leur approvisionnement est un sujet de préoccupation pour les gouvernements, notamment du point de vue de leur souveraineté.

▪ L'enjeu de la souveraineté nationale

L'état des réserves en métaux à travers le monde est scruté avec attention, car la répartition géographique de ces réserves peut exacerber certaines tensions géopolitiques. En effet, celles-ci sont souvent très concentrées géographiquement, ce qui a pour conséquence d'augmenter la vulnérabilité des marchés à des incidents physiques ou techniques (catastrophes naturelles, accidents...), sociaux (grèves), ou réglementaires et politiques si les ressources sont concentrées dans des pays instables politiquement, ou prêts à user de leur pouvoir de marché pour influencer la géopolitique internationale. En 2012 par exemple, la Chine – qui produit 60% des réserves connues de terres rares dans sa mine de Bayan Obo – a établi des quotas sur leurs exportations, ce qui a paralysé le monde entier, et poussé les États-Unis à déposer un recours devant l'OMC. Parmi ces ressources très concentrées géographiquement, on peut également citer le cobalt (60% des réserves connues situées en RDC³⁹), le cuivre (28% de la production mondiale au Chili, 12% au Pérou, 8% en Chine), ou encore le nickel, (40% de la production mondiale provenant d'Indonésie et des Philippines)⁴⁰.

La plupart des grandes puissances économiques ont recours massivement aux importations en métaux⁴¹, ce qui les rend dépendantes des chaînes d'approvisionnement internationales et exposées aux risques de rupture d'approvisionnement ou de volatilité importante des prix. L'Union Européenne par exemple, consomme 20% de la production mondiale de métaux, alors qu'elle n'en produit que 3%. Les États-Unis, qui ne produisent plus de terres rares depuis 2015, sont dépendants à 100% de leurs importations, tandis que 98% de la consommation en terres rares de l'UE est couverte par des importations chinoises.

Au-delà des enjeux stratégiques, l'exploitation minière des fonds marins relève pour certains pays de la survie sur le plan économique. L'archipel de Nauru par exemple, qui a par le passé basé son développement économique sur des ressources en guano désormais épuisées, mise sur l'exploitation minière des fonds marins de sa Zone Économique Exclusive (ZEE) pour relancer son économie.

Enfin, certains pays, comme la France, qui disposent dans leur tissu industriel de fleurons technologiques sur l'ensemble des maillons de la chaîne de valeur, capables de s'associer pour devenir des pionniers de l'exploitation minière des fonds marins voient dans cette dernière une occasion d'affirmer un leadership technologique⁴².

Face à ces problématiques, et au vu de l'enjeu que représente l'approvisionnement en métaux critiques et les risques que pourraient encourir à moyen terme les chaînes d'approvisionnement en minerais terrestres dans des scénarios de hausse rapide de la demande en métaux, de nombreux pays considèrent l'exploitation minière des océans comme une solution prometteuse. En effet, comme nous le verrons plus bas, les eaux internationales

³⁹ *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. (2022). IEA. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ Ganguli, R., & Cook, D. R. (2018). Rare earths: A review of the landscape. *MRS Energy & Sustainability*, 5, E9. <https://doi.org/10.1557/mre.2018.7>

⁴² Klingner, C. (2017, mars 30). Yves Fouquet : « Les cartes des grands fonds sont moins précises que celles de Mars ! ». *La Recherche*, 522, 5.

sont accessibles à tous, et la distribution géographique des gisements océaniques n'induit pas les problématiques de souveraineté que posent les gisements terrestres. De plus, comme nous l'avons vu dans les deux premières sous-parties, les gisements océaniques semblent plus riches en métaux que ne peuvent l'être les gisements terrestres et le volume total des ressources minières qu'ils recèlent pourrait permettre de répondre à la demande mondiale à moyen terme. Si l'exploitation des ressources maritimes peut donc être envisagée comme une solution par certains États dans le cas d'une augmentation rapide de la demande en métaux, la mise en place de pratiques industrielles et de consommation responsables pourrait aussi permettre de se passer de ces ressources, et de limiter les tensions sur l'offre et donc sur les risques d'approvisionnement. Par conséquent, les questions de souveraineté et de sécurité d'approvisionnement en métaux sont également corrélées aux décisions politiques qui seront adoptées à l'avenir.

■ La position ambivalente de la France

En tant qu'acteur maritime majeur, possédant la deuxième zone économique exclusive (ZEE) et la septième flotte mondiale, le poids de la France dans l'économie maritime⁴³ n'est plus à démontrer, et sa position dans la controverse sur l'exploitation minière sous-marine est importante. Elle a en effet accès aux ressources situées sur les ZEE de son territoire, et notamment au large de la Calédonie, de Wallis et Futuna, de la Polynésie Française (qui constitue d'ailleurs plus de 40% du domaine maritime français), et enfin au large de Clipperton dans la CCZ, où elle soutient d'ailleurs déjà les recherches et l'exploration, comme par exemple au travers des deux campagnes menées par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER).

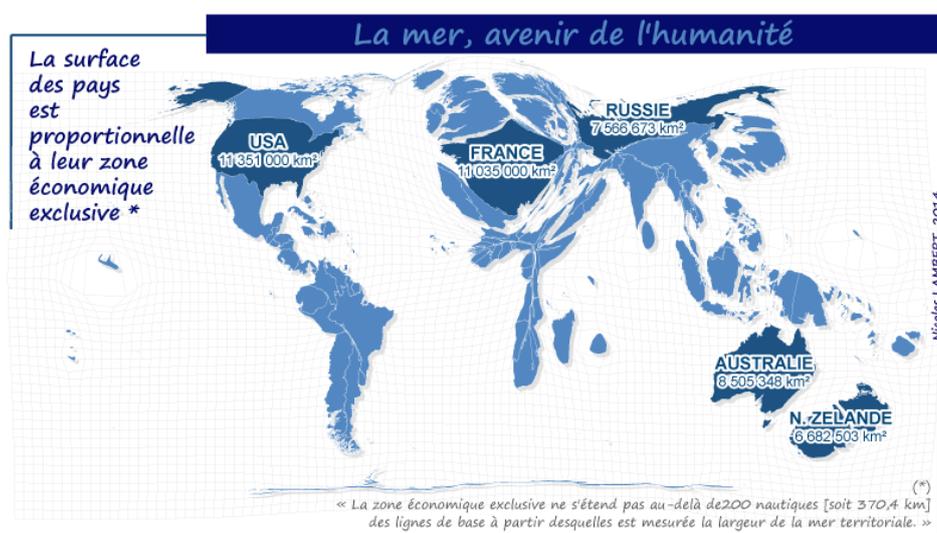


Figure 6 : Superficies des ZEE les plus importantes avec, au podium, les Etats-Unis et la France, suivis par l'Australie (Source : <https://neocarto.hypotheses.org/455>)

D'après le Cluster maritime français⁴⁴, qui regroupe les acteurs du monde maritime en France, le pays bénéficie d'un certain nombre d'atouts en vue de l'exploration et de l'exploitation minière sous-marine. Tout d'abord, d'un point de vue technique, la France dispose *a priori* d'une variété de compétences et d'entreprises capables de réaliser toutes les étapes nécessaires à l'exploration sous-marine. C'est donc « une situation favorable qui devrait être pour [le pays] une source majeure de développement économique et social dans l'avenir ⁴⁵ ». Selon le Cluster, les TPE, PME ou grands groupes français (Technip, Eramet...) pourraient ainsi mettre leur expertise au

⁴³ Le secteur maritime en France correspond à plus de 350 000 emplois directs, c'est environ 3% du PIB.

⁴⁴ Entretien réalisé avec un membre du Cluster maritime français le 10 octobre 2022.

⁴⁵ Vallat, F. (2017). Quels sont aujourd'hui les atouts de la filière française de prospection et d'exploitation minières des grands fonds marins ? *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 71-74. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0071>

service de chacun des maillons de la chaîne logistique de l'extraction minière, ce qui pourrait permettre au pays de prendre une place de leader dans un marché qui pourrait s'avérer crucial à l'avenir⁴⁶. La France bénéficie aussi de centres de recherches performants, comme l'IFREMER, qui détient les permis d'exploration accordés à la France par l'AIFM. De plus, la France étant pionnière en océanographie, elle aurait le devoir de contribuer à une meilleure connaissance des fonds marins par le biais de ses activités d'exploration⁴⁷. Celles-ci répondraient enfin à des enjeux militaires, notamment à cause de la présence de câbles sous-marins qui servent aux télécommunications.

Cependant, plusieurs limites s'opposent également au développement d'une filière d'exploitation minière sous-marine françaises. Selon un chercheur à l'Institut Physique du Globe, la Chine dispose d'une dizaine de bateaux océanographiques qui acquièrent constamment des données. La France dispose auprès de l'AIFM de deux permis d'exploration dans les eaux internationales : une zone sur la CCZ, qui doit être visitée au minimum tous les 5 ans, et une autre zone avec un permis sulfure dans l'Atlantique.

« La France a fait au total 2 ou 3 manips depuis le début du permis [sur cette seconde zone], c'est à dire il y a 8 ans. Selon moi, c'est misérable de faire aussi peu de campagnes et aussi peu d'acquisitions. On n'a pas trouvé de choses extraordinaires parce qu'on avait des problèmes techniques et on avait un nouveau drone sous-marin qui devait être opérationnel et qui ne l'était pas⁴⁸ ».

Selon certains acteurs, le manque de moyens constitue donc une limite aux ambitions françaises d'exploration et d'exploitation. De plus, le Cluster maritime français considère que quand bien même la France souffre d'un gap technologique qui reste difficile à compenser :

« Pour la maîtrise des grands fonds marins et la récupération d'objets à la mer, l'objectif du ministère des armées est d'être capable d'aller à – 6 000 [m]. Aujourd'hui, on ne sait pas faire – 6 000 autrement qu'avec les moyens de l'IFREMER, et il n'y en a pas beaucoup. Il y a l'ULYX, leur nouveau drone autonome, le Nautile et le Victor 6 000, point barre. Kongsberg en Norvège sait faire du – 6 000 sans problème. Effectivement, il y a les compétences qu'on va peut-être devoir aller chercher⁴⁹ ».

Enfin, la question demeure de l'acceptabilité de l'exploitation et de l'exploration sous-marines par les populations locales. À Wallis et Futuna, deux campagnes d'exploration pour caractériser les minerais ont été menées par un consortium public-privé réunissant l'Agence des aires marines protégées, Eramet, le Bureau de la politique des ressources minérales non énergétiques, le ministère de la transition écologique, Technip, et l'Ifremer. À l'issue de ces dernières, les autorités coutumières ont refusé qu'une troisième soit engagées : il existe donc aussi un frein social.

En dehors des moyens concrets, la politique française en matière d'exploitation minière des fonds marins a connu de nombreuses évolutions ces dernières années. Historiquement, les instances gouvernementales françaises avaient plutôt favorisé une position attentiste, favorable à l'exploration à visée prospective.

- En 2009-2010, est rédigé le Livre Bleu pour une stratégie nationale maritime, qui n'est pas appliqué intégralement.
- En 2010-2012 ont lieu deux campagnes d'exploration minière sous-marine à Wallis et Futuna.

⁴⁶ Delamarche, M. (2015, avril 2). Des mines sous les mers. L'Usine Nouvelle, 3417, 46.

⁴⁷ Lavocat, L. (s. d.). La position française sur la protection des fonds marins est opaque. *Reporterre, le quotidien de l'écologie, Enquête — Mines et Gaz de schiste*. Consulté 26 octobre 2022, à l'adresse <https://reporterre.net/La-France-ambigue-sur-la-protection-des-fonds-marins>

⁴⁸ Entretien avec Jérôme Dymont, chercheur en géoscience à l'Institut de Physique du Globe et au CNRS, 27 octobre 2022.

⁴⁹ Entretien réalisé avec un membre du Cluster maritime français le 10 octobre 2022.

- En juin 2022, la revue en ligne Reporterre mentionne la création d'une enveloppe de 600M € dédiée par l'État aux fonds marins⁵⁰.
- Le Sénat publie en 2022 un rapport énonçant vingt recommandations pour donner un nouveau départ à la stratégie nationale pour les grands fonds marins⁵¹.
- Le plan France 2030 énonce comme objectif n°10 « d'investir dans le champ des grands fonds marins⁵² ».
- Sur le plan international, en 2021, au Congrès mondial de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), la France s'était positionnée contre un moratoire sur l'exploration et l'exploitation des fonds sous-marins, arguant qu'améliorer les connaissances scientifiques des grands fonds nécessitait d'y mener des explorations.

En 2022 cependant, la France change de discours. Au cours de la conférence des Nations unies sur l'océan, à Lisbonne, le président français Emmanuel Macron invoque la nécessité d'élaborer un cadre légal pour mettre un coup d'arrêt à l'exploitation minière en haute mer et préserver ainsi les écosystèmes⁵³. L'État se montre très actif à l'AIFM et plaide en faveur de toutes les dispositions relatives à la protection de l'environnement. En juillet 2022, la France annonce qu'elle s'opposera à tout projet minier qui se traduirait par une destruction irrémédiable de l'environnement. Le président français confirme en novembre 2022, cette nouvelle orientation, annonçant que la France soutient l'interdiction de toute exploitation des grands fonds marins.

■ Des impacts environnementaux débattus

L'océan recouvre plus des deux tiers de la surface du globe et contient 97% de l'eau présente sur terre. C'est aussi un puits de carbone précieux puisqu'il séquestre à ce jour près de 30% du dioxyde de carbone⁵⁴ d'origine anthropique par le biais de processus complexes, tantôt biologiques tantôt physiques, et encore largement incompris. À titre de comparaison, l'océan reste en effet aujourd'hui moins connu que la surface de la planète Mars⁵⁵. On estime en effet que seul 20% de ses fonds ont été cartographiés avec une résolution correcte (entre 100 et 800 mètres de résolution), et que nous ne connaissons que 5% de la biodiversité qu'ils abritent.

Pour tenter de cerner l'impact environnemental de l'exploitation minière sous-marine, notons que les techniques envisagées d'exploitation peuvent varier selon la nature géologique du site minier car la forme prise par les minerais intéressant à collecter diffère de l'un à l'autre. Comme nous l'avons vu précédemment, les gisements miniers des fonds marins se regroupent en trois principales catégories, chacune nécessitant des techniques différentes et adaptées à une potentielle exploitation⁵⁶. Cependant, les principes d'extraction des ressources minérales sous-marines restent communes avec trois étapes principales comme présenté dans la figure 6 :

⁵⁰ *Ibid.*

⁵¹ Canévet, M., & Rohfritsch, T. (2022). *Abysse : La dernière frontière ?* (N° 724). Sénat. <https://www.senat.fr/notice-rapport/2021/r21-724-notice.html>

⁵² *France 2030 : Un plan d'investissement pour la France*. (s. d.). Consulté 13 janvier 2023, <https://www.economie.gouv.fr/france-2030>

⁵³ Rose, S. (2022, juillet 1). *La conférence sur les océans clôturée avec la déclaration de Lisbonne adoptée par consensus*. RFI. <https://www.rfi.fr/fr/environnement/20220701-la-conf%C3%A9rence-sur-les-oc%C3%A9ans-cl%C3%B4tur%C3%A9e-avec-la-d%C3%A9claration-de-lisbonne-adopt%C3%A9e-par-consensus>

⁵⁴ *L'océan, puits de carbone à l'avenir incertain | INSU*. (s. d.). Consulté 4 janvier 2023, à l'adresse <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/locean-puits-de-carbone-lavenir-incertain>

⁵⁵ Dymont, J. (2022, octobre 27). *Entretien avec Jérôme Dymont, Directeur de Recherche au CNRS, affecté à l'Institut de Physique du Globe de Paris* [Communication personnelle].

⁵⁶ Sarradin, P.-M., Sarrazin, J., & Lallier, F. H. (2017). Les impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins : Un état des lieux des connaissances. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 30-34. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0030>

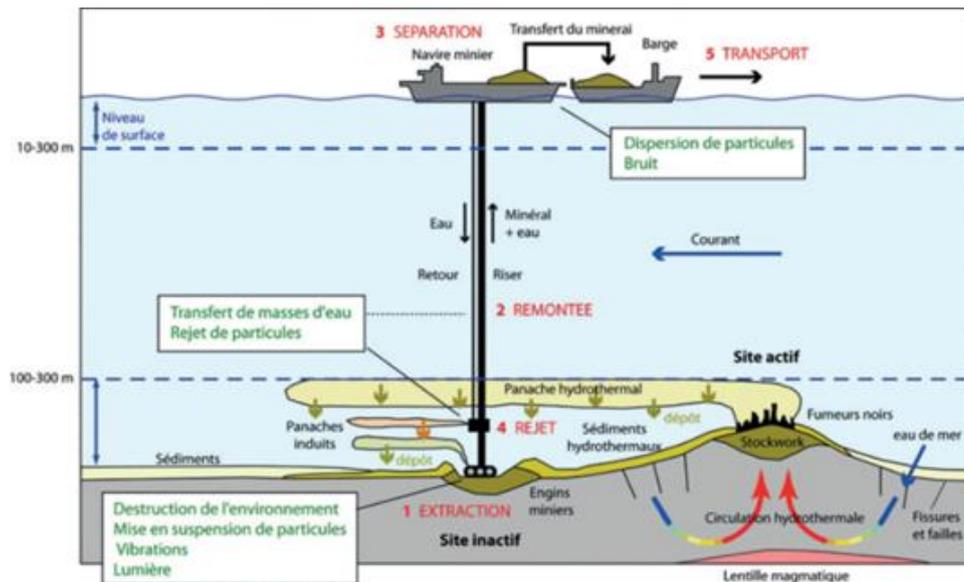


Figure 6 : Représentation schématique des impacts environnementaux de l'exploitation des nodules polymétalliques et sulfures (extrait de DYMENT et al., 2014).⁵⁷

- Dans chaque cas, des engins collecteurs sont immergés jusqu'au fond marin pour récupérer les minéraux. En ce qui concerne les sulfures massifs et les encroûtements cobaltifères, il s'agit de découper ou de casser les gisements de minéraux pour les détacher du support. Les nodules, eux, sont prélevés directement sur le fond marin.
- Par la suite, les matières extraites, mélangées à l'eau de mer, sont ramenées à la surface par un mécanisme de remontée (par exemple une pompe hydraulique) et transportées sur un navire de surface.
- Le minerai est alors séparé de l'eau de mer et transporté dans des usines de transformation sur terre à l'aide de barges.

Les craintes engendrées par l'extraction concernent donc chacune des ressources.

■ Quel environnement pour quels impacts de la pratique ?

La biodiversité des fonds marins

On ignorait jusqu'à maintenant quelle densité de vie pouvait exister dans des régions du monde aussi méconnues que les fonds abyssaux. Cependant, l'AIFM ayant rendu obligatoire le fait de réaliser un état des lieux de l'écosystème et de son habitat préalablement à toute exploitation, des consortiums industriels ont dû se pencher sur ce sujet pour analyser la faune et la flore de cet environnement, en amont de tous projets d'exploitation industrielle des minerais.⁵⁸ Le premier enseignement qu'on peut tirer de ces études, est que l'on ne connaît actuellement qu'une infime partie de ces organismes.⁵⁹

« L'étendue de notre ignorance s'accroît au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans les grandes profondeurs, où vivent de nombreuses espèces originales encore largement méconnues. Sur

⁵⁷ Ibid.

⁵⁸ Nations, U. (s. d.). *L'autorité internationale des fonds marins et l'exploitation minière des grands fonds marins* | Nations Unies. United Nations; United Nations. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://www.un.org/fr/chronicle/article/lautorite-internationale-des-fonds-marins-et-lexploitation-miniere-des-grands-fonds-marins>

⁵⁹ Arnaud-Haond, S., & Pradillon, F. (2017). « Pourquoi pas les abysses ? » Le projet de recherche de l'Ifremer pour mieux connaître la biodiversité des fonds marins. *cairn.info, Responsabilité & Environnement*(85).

environ 1,8 million d'espèces décrites à ce jour, moins de 250 000 sont des espèces marines, mais les dernières estimations suggèrent que 60 à 80 % de la biodiversité « planétaire » serait en fait cachés sous la surface des océans⁶⁰ ».

Selon les scientifiques, la caractérisation de la biodiversité marine existant dans les zones de possible exploitation ainsi que des phénomènes physiques et biologiques à l'œuvre dans le fond des océans est extrêmement complexe. Et pour cause, explorer le fond des océans est coûteux, difficile et le recensement des espèces, chronophage. L'exploration actuelle reste donc extrêmement parcellaire⁶¹.



Figure 7 Une étoile de mer et un poisson des grands fonds au milieu d'un champ de nodules polymétalliques dans la zone de Clarion-Clipperton, à 4000 mètres de profondeur. Amon and Smith UHM.

Toutefois les études de ces lieux de biodiversité se multiplient et utilisent des techniques de plus en plus avancées, à l'instar d'une analyse d'ADN lancée récemment par l'IFREMER pour caractériser les écosystèmes benthiques⁶². L'existence d'écosystèmes importants est quant à elle de moins en moins remise en question par la communauté scientifique, alors que durant les dernières décennies, l'absence de connaissances laissait penser que les fonds étaient plus ou moins dépourvus de biodiversité. Les observations de la campagne Nodinaud réalisée par l'IFREMER en 2004 sur les deux principales zones de permis minier françaises (Est et Ouest) dans l'océan Pacifique a notamment permis de mettre en évidence l'existence de hauts lieux de biodiversité dans le fond des océans et particulièrement dans les zones riches en nodules polymétalliques. Les ressources minérales permettent en effet la formation de substrats favorables à la prolifération des écosystèmes⁶³.

« On peut compter jusqu'à 1000 espèces d'invertébrés sur la surface d'une feuille A4 ! Si l'environnement autour d'un champ de nodule peut être comparé à un désert, le champ, lui, est une oasis, avec les zones denses au centre⁶⁴ ».

Cependant, certains acteurs industriels sont convaincus que les écosystèmes présents dans le fonds des océans sont peu évolués et demeurent au stade d'écosystèmes bactériens. C'est le cas de *The Metals Company* qui dit

⁶⁰ Ibid.

⁶¹ Sarradin, P.-M., Sarrazin, J., & Lallier, F. H. (2017). Les impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins : Un état des lieux des connaissances. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 30-34. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0030>

⁶² Arnaud-Haond, S., & Pradillon, F. (2017). « Pourquoi pas les abysses ? » Le projet de recherche de l'Ifremer pour mieux connaître la biodiversité des fonds marins. *cairn.info, Responsabilité & Environnement*(85).

⁶³ Sarradin, P.-M., Sarrazin, J., & Lallier, F. H. (2017). Les impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins : Un état des lieux des connaissances. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 30-34. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0030>

⁶⁴ De Girval, N (2016). Les nodules polymétalliques : l'ultime frontière à ne pas dépasser. Youmatter <https://youmatter.world/fr/nodules-polymetalliques-ressource-impact-environnement/>

avoir pu observer lors de ses recherches que la biodiversité des fonds marins demeure bien moins riche que celle présente sur Terre. À titre d'exemple, l'entreprise estime qu'une zone de nodules présente, en termes de biomasse, une richesse 3 000 fois moins importante que celle d'une forêt tropicale Indonésienne. Elle affirme aussi qu'elle est en capacité d'identifier les zones à la biodiversité plus intenses afin de les contourner lors de l'exploitation des nodules⁶⁵.

D'autre part, si la caractérisation des écosystèmes localisés proches des zones d'exploration fait débat, les conséquences environnementales sont d'autant plus questionnées puisqu'elles ne dépendent pas seulement des écosystèmes présents mais aussi du type de ressource exploitées et de la méthode d'extraction choisie.

Les scientifiques estiment impossible de connaître toutes les conséquences directes ou en chaîne que pourront avoir ces techniques avant leur mise en œuvre. L'observation de zones de nodules ayant été draguées récemment ou il y a plus de 30 ans confrontée à l'observation de zones de nodules restées intouchées suggère que les écosystèmes ont été fortement affaiblis par l'intervention humaine et que la biodiversité n'a pas réussi à recoloniser les lieux⁶⁶. Il est cependant impossible d'extrapoler ces informations pour évaluer avec précision les impacts environnementaux que pourront avoir les méthodes d'extraction :

« Actuellement, deux contraintes majeures limitent notre capacité à évaluer les impacts potentiels de l'exploitation minière en milieu profond. La première est liée à notre connaissance parcellaire de la distribution géographique de la biodiversité de la faune aux échelles régionales (biogéographie) et de la capacité des espèces à se disperser (connectivité), à se reproduire et à coloniser de nouveaux sites. La seconde concerne l'impossibilité dans laquelle nous sommes de prévoir la capacité de résilience des écosystèmes. Ainsi, peu d'écosystèmes profonds ont fait l'objet d'un suivi à long terme ou d'expérimentations spécifiques nous permettant d'appréhender comment et à quel rythme les communautés biologiques se rétabliront suite à un impact. Caractéristiques des différents écosystèmes considérés, les spécificités de fonctionnement et les échelles temporelles de variation ne permettent pas, en effet, d'extrapoler à l'ensemble des écosystèmes concernés les observations réalisées sur certains sites modèles⁶⁷ ».

De plus, le passage du collecteur sur les plaines abyssales provoquerait une mise en suspension des sédiments très fins sous forme de panaches de sédiment. La retombée de ces panaches pourrait provoquer des dégâts sur la biodiversité de profondeur, opacifiant l'eau alors que certaines espèces se nourrissent de nutriments en suspension. Ces perturbations pourraient affecter toute la chaîne alimentaire des fonds marins et de plus, les liens entre eaux profondes et eaux de surfaces sont encore méconnus⁶⁸. À cela s'ajoute une probable contamination de l'eau par les métaux lourds suite au processus de broyage de certaines ressources avant leur remontée à la surface, et les conséquences de ces phénomènes ainsi que leur ampleur sont toujours débattues.

Les entreprises exploitantes soutiennent un paysage beaucoup moins négatif des conséquences possibles de l'exploitation minière sous-marine qui, de leur point de vue, restent localisées et bien moins importantes que celles produites par les mines terrestres. Au sujet de la hauteur des panaches sédimentaires par exemple, à l'inverse de ce que montre la figure 6, l'entreprise *The Metals Company* considère que les perturbations de colonnes d'eau ne sont sensibles que sur une hauteur de deux mètres et que les conséquences observées restent donc minimales et localisées.

⁶⁵ Usher, R. (2022, octobre 10). *Entretien avec The Metals Company* [Communication personnelle].

⁶⁶ *Les champs de nodules polymétalliques, hauts lieux de la biodiversité*. (2016, juin 23). NewsPress. http://www.newspress.fr/Communique_FR_297367_874.aspx

⁶⁷ Sarradin, P.-M., Sarrazin, J., & Lallier, F. H. (2017). Les impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins : Un état des lieux des connaissances. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 30-34. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0030>

⁶⁸ *Ibid.*

L'océan : premier puits de carbone anthropique

L'exploitation minière sous-marine, en plus de soulever certains enjeux critiques de conservation de biodiversité pourrait déstabiliser le principal puits de carbone au monde : le fond océanique⁶⁹. La capture du carbone par les océans repose sur deux mécanismes fondamentaux, physique et biologique.

Le mécanisme physique repose sur le différentiel de température de l'eau dans les zones océaniques polaires. L'eau froide en surface, plus dense, favorise la dissolution du CO₂ présent dans l'atmosphère. Lorsqu'elle s'enfonce par convection, le CO₂ est séquestré dans les profondeurs océaniques. Le mécanisme de « pompe » biologique repose quant-à-lui sur l'absorption du CO₂ par la faune et la flore marine, qui permet son dépôt sur les fonds marins sous forme sédimentaire, après avoir traversé toute la chaîne alimentaire.

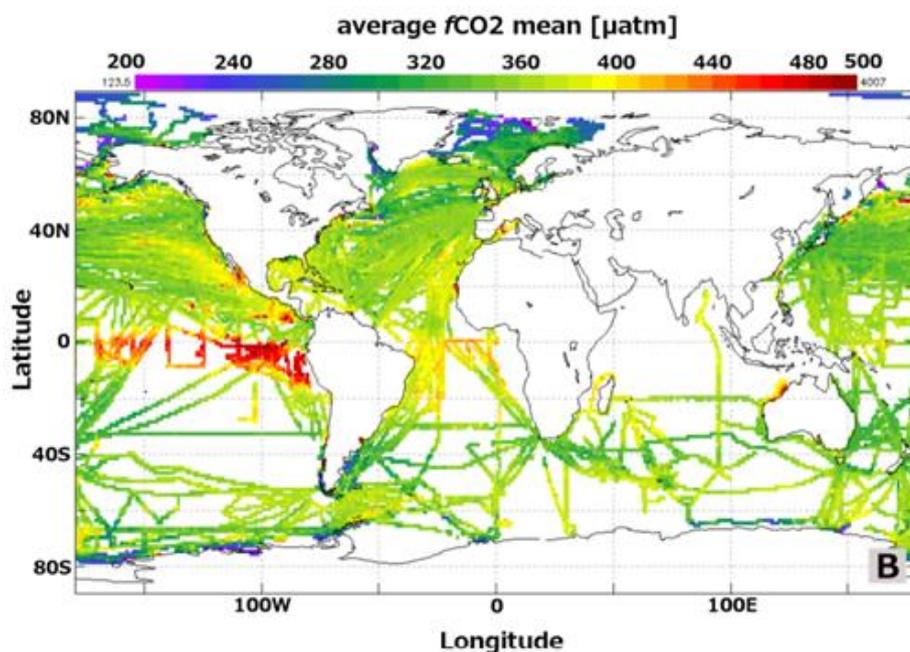


Figure 8 : pression partielle en carbone dissous de l'eau océanique en surface (moyenne réalisée sur la période 2003-2011). On retrouve les zones les plus concentrées dans le Pacifique, qui coïncide également avec la zone de fracture (CCFZ)

Les ONG et les milieux scientifiques craignent que ce dernier mécanisme en particulier ne soit mis en danger par l'exploitation minière sous-marine⁷⁰. Les panaches soulevés contribuent en effet à étouffer la biodiversité marine qui ne peut plus jouer son rôle de pompe biologique, en plus de remuer le CO₂ séquestré dans les fonds marins. Une autre crainte de ces acteurs réside dans le fait que les masses d'eau les plus riches en carbone restées le plus longtemps loin de la surface après avoir séquestré du carbone atmosphérique se trouvent actuellement au nord de l'océan Pacifique, à 2000 m de profondeur, et datent d'il y a environ 1 500 ans⁷¹. Les ONG appellent donc au respect du principe de précaution dans l'exploration comme l'exploitation sous-marine.

⁶⁹ L'océan, puits de carbone à l'avenir incertain | INSU. (s. d.). Consulté 4 janvier 2023, à l'adresse <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/locean-puits-de-carbone-lavenir-incertain>

⁷⁰ Bigot, J. (2022, juillet 7). Les ONG vent debout contre l'exploitation minière des fonds marins. *Les Echos*. <https://www.lesechos.fr/thema/articles/les-ong-vent-debout-contre-l'exploitation-miniere-des-fonds-marins-1775074>

⁷¹ 5 raisons d'empêcher l'extraction minière en eaux profondes. (2020, décembre 17). [ONG]. *Greenpeace France*. <https://www.greenpeace.fr/5-raisons-dempecher-l'extraction-miniere-en-eaux-profondes/>

Incertitudes scientifiques et temporalité des recherches

La communauté scientifique internationale a conscience des incertitudes planant encore sur les conséquences environnementales que pourrait avoir cette activité. Elle appelle donc à la prudence et à la patience. Ainsi, en 2019, plusieurs scientifiques se sont alliés dans la rédaction d'une lettre à l'AIFM pour appeler à ralentir et à tempérer l'octroi de permis à des entreprises privées⁷². Ses auteurs estiment qu'il est nécessaire d'attendre une avancée significative de la connaissance scientifique avant le lancement de toute entreprise d'exploitation. Plusieurs années de recherches sont pour eux nécessaires pour connaître plus précisément les conséquences environnementales des méthodes d'exploitation ainsi que la démarche à suivre pour encadrer l'activité de façon raisonnable le cas échéant⁷³.

Cette position ne semble cependant pas être dominante actuellement à l'échelle mondiale. En effet, la figure 9 qui représente la répartition des articles scientifiques publiés sur les techniques d'exploitation, les ressources disponibles et les conséquences environnementales de la pratique permet de voir que la recherche scientifique sur les ressources disponibles et les méthodes d'extraction reste très en avance sur celle concernant les conséquences environnementales de la pratique.

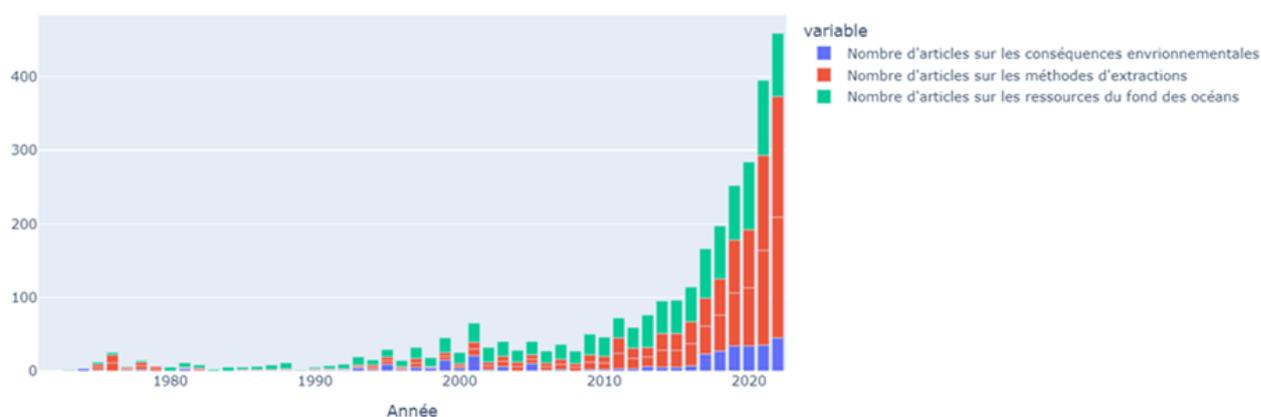


Figure 9 Analyse temporelle de publications sur Scopus portant sur le thème commun "Deep Sea Mining"

C'est pourquoi certains pays, ONG, politiques et scientifiques appellent à l'adoption d'un moratoire destiné à tempérer la ferveur des entreprises exploitantes en attendant un avancement significatif de la recherche scientifique⁷⁴.

▪ Les mines sous-marines sont-elles mieux que les mines terrestres ?

La question de l'impact environnemental de l'exploitation minière sous-marine est également débattue en comparaison avec l'impact environnemental de l'exploitation minière terrestre. D'après des données de 2017, les ressources minières sous-marine ne sont exploitées qu'à de faibles profondeurs d'eau, souvent dans le prolongement de gisements terrestres. On peut ainsi citer l'exploitation de sables aurifères (en Alaska), de

⁷² Früh-Green, G. (2019, juillet 22). *Statement of concern from the international scientific community*

⁷³ *Ibid.*

⁷⁴ « La France doit rejoindre l'Alliance des pays pour un moratoire sur l'exploitation minière en eaux profondes ». (s. d.). *Le Monde*. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse https://www.lemonde.fr/idees/article/2022/07/26/la-france-doit-rejoindre-l-alliance-des-pays-pour-un-moratoire-sur-l-exploitation-miniere-en-eaux-profondes_6136205_3232.html

charbon à partir d'îles (au Japon), d'étain (en Malaisie, en Indonésie et en Thaïlande), de graviers diamantifères (en Namibie et en République Sud-Africaine) et de fer (en France, à Diélette).⁷⁵

D'après *Nautilus Minerals*, du fait d'une teneur en minerai plus faible, l'exploitation des gisements terrestres nécessiterait des volumes d'extraction inutilisés nettement plus importants (à cause de la part de terres excavées ne contenant pas de matière valorisable), et impacterait donc d'autant plus les écosystèmes et l'environnement. De plus certains affirment que les modes d'exploitation sous-marine dégraderaient moins les écosystèmes que ceux des mines terrestres (pas de déforestation, de pollution des sols, des nappes phréatiques ou des eaux de surface). « *Les fonds marins abritent de très grands gisements, avec une bien meilleure teneur en minerais que sur la terre ferme* », explique Noreen Dillane, responsable des communications chez *Nautilus Minerals*, ainsi que Mark Hannington :

« *C'est sûr, il y aura des impacts. Mais seront-ils pires que ceux des mines terrestres ? On peut penser que les mines des grands fonds ne causeront pas de pluies acides, qu'elles seront moins coûteuses en énergie, qu'elles ne poseront pas de problèmes territoriaux*⁷⁶ ».

Un acteur d'une autre entreprise d'exploitation minière sous-marine, *The Metals Company*, évoque les avantages écologiques des mines sous-marines par rapport aux mines terrestres. Celles-ci permettraient, si on trouve un hotspot de biodiversité, de le contourner plus facilement que sur terre, où les minerais sont très localisés. De plus, l'idée de rendre propres les mines terrestres semblent selon lui difficile : l'essentiel des émissions viennent du fait de creuser et de déforester, et sont donc liées à l'existence même de la mine terrestre. Certains proposent d'électrifier les machines pour les rendre moins polluantes, mais l'impact sur les émissions d'une mine terrestre sera minime. Ainsi, de nouvelles sources de minerais pourraient être nécessaires pour ne pas détruire sur terre des endroits riches en biodiversité. De plus, le problème du stockage des déchets serait éliminé car l'exploitation des nodules métalliques n'en produirait que peu⁷⁷.

Les ONG, quant à elles, craignent que cela ne fasse que déplacer et cacher le problème, car il est plus difficile de voir les dégâts potentiels sous l'eau que sur terre. Greenpeace par exemple estime que les ressources sous-marines ne sont pas plus soutenables que les mines terrestres, et appelle donc à privilégier la sobriété en minerai⁷⁸. La question de la concentration en minerais des fonds marins est *in fine* centrale pour estimer où il sera préférable de puiser nos ressources minérales à l'avenir⁷⁹.

Par ailleurs, selon ses défenseurs, l'exploitation sous-marine s'affranchirait des impacts sociaux fréquemment associés aux exploitations minières terrestres dans des zones reculées : conditions de travail dégradantes, travail des enfants, corruption notamment. Cela permettrait d'éviter des accidents dramatiques, comme l'accident de Vale au Brésil, qui a coûté la vie à 60 victimes et a entraîné la disparition de plus de 300 personnes⁸⁰. Et selon un représentant national auprès de l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM), l'exploitation minière terrestre souffre en effet de plus d'un manque de transparence et de contrôlabilité : de nombreuses mines se situent par exemple dans des pays instables, parfois contrôlées par des milices auxquelles on ne peut imposer de contrôle environnemental. Il soutient le rôle joué par l'AIFM dans la protection des écosystèmes via la création

⁷⁵ Bersani, F. (2017). Les mines terrestres, les ressources minérales des fonds marins... et notre soif de matières premières. *cairn.info, Responsabilité & Environnement*(85). <https://doi.org/10.3917/re1.085.0005>

⁷⁶Comiou, M. (2017, août 24). *Mines : Les abysses, nouvel eldorado* - Québec Science. <https://www.quebecscience.qc.ca/environnement/mines-les-abysses-nouvel-eldorado/>

⁷⁷ Usher, R. (2022, octobre 10). *Entretien avec The Metals Company* [Communication personnelle].

⁷⁸ 5 raisons d'empêcher l'extraction minière en eaux profondes. (2020, décembre 17). [ONG]. *Greenpeace France*. <https://www.greenpeace.fr/5-raisons-dempecher-lextraction-miniere-en-eaux-profondes/>

⁷⁹ 5 raisons d'empêcher l'extraction minière en eaux profondes. (2020, décembre 17). [ONG]. *Greenpeace France*. <https://www.greenpeace.fr/5-raisons-dempecher-lextraction-miniere-en-eaux-profondes/>

⁸⁰ *Brésil : VALE géant du Sud mis en difficulté par une nouvelle tragédie minière*. (s. d.). Nouvelle-Calédonie la 1ère. Consulté 13 janvier 2023, à l'adresse <https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/bresil-vale-geant-du-sud-frappe-nouvelle-tragedie-miniere-674093.html>

de Plan Régionaux de Gestion de l'Environnement, qui constitueraient aujourd'hui la plus vaste zone de protection écologique existant au-delà des zones de juridiction nationale.

Néanmoins, le milieu marin n'est pas non plus dénué de toute violence et de corruption, et les risques de dérive existent aussi : esclavage dans des bateaux sous pavillon de complaisance, minage illégal, non-respect des sanctions internationales, actes de piratage... La haute mer est de plus un milieu où les règles internationales sont souvent floues, car c'est un endroit qui n'appartient à personne mais dont tout le monde a la jouissance. La question se pose ainsi des règles de gouvernance et des moyens dont disposent les instances internationales pour faire respecter les règles dans ce milieu mouvant.⁸¹

■ Une gouvernance internationale en eaux troubles

Parce que les ressources marines sont l'objet de convoitises et de controverses, nombreux sont les acteurs qui souhaiteraient interdire leur exploitation, voire leur exploration. Quelles stratégies mettent-ils en place pour obtenir une interdiction effective, et ne pas se contenter d'une simple condamnation verbale de l'exploitation des grands fonds marins ? De même, comment les acteurs qui se positionnent en faveur de l'exploitation font-ils valoir leur position et/ou leurs intérêts afin d'aboutir à une exploitation ? Dans cette partie, nous serons amenés à décrire les mécanismes de régulation des fonds marins, et analyserons d'une part la manière dont les différents acteurs établissent des stratégies politiques pour parvenir à leurs fins en se reposant sur les institutions en place, et d'autre part les critiques adressées au fonctionnement des institutions.

Le droit de la mer divise l'espace maritime en zones économiques exclusives (ZEE) et en eaux internationales :

- Les États côtiers disposent de droits exclusifs sur leurs Zones Économique Exclusive (ou ZEE) : les règles de l'exploitation des ressources minières sous-marines sont donc à leur discrétion. Les limites de ces juridictions nationales portent communément à 200 milles marins (370 km) au large du rivage⁸²8384;
- Les eaux internationales, aussi appelées "la Zone", relèvent de la Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer (1982). Celle-ci définit la zone internationale des fonds marins comme toutes les zones profondes et leurs sous-sols situés hors des limites des juridictions nationales⁸⁵ et reconnaît le caractère de patrimoine commun de l'humanité de ces fonds marins et de leur sous-sol, les plaçant sous la gestion de l'Autorité internationale des fonds marins, qui n'a toutefois d'existence effective qu'à partir de 1994. La juridiction de l'AIFM porte donc exclusivement sur la Zone, i.e. « *les fonds marins, le fond des océans et leur sous-sol, au-delà des limites de la juridiction nationale* » [art. 1 (1)], et plus précisément sur « *toutes les ressources minérales solides, liquides ou gazeuses in situ dans la Zone, à la surface ou sous la surface, y compris les nodules polymétalliques* » [art. 133 a)].

Pour l'essentiel, les points de controverse, en particulier dans l'actualité récente, se sont structurés autour de ces questions de régulation internationale, notamment à la suite de l'activation d'une règle de la Convention, dite des

⁸¹ Ian, U., & Slitack, P. (2019). *La jungle des océans : Crimes impunis, esclavage, ultraviolence, pêche illégale*. (Payot).

⁸² Sauf procédure d'élargissement de la ZEE sur la base de la prolongation naturelle du plateau continental au-delà de cette limite, dans la limite de 350 milles. La Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer (1982) décrit plus en détail la manière dont elles sont établies, et la nature des droits exclusifs des États sur leurs ZEE.

⁸³ Bouron, J.-B. (2017, mars). Mesurer les Zones Économiques Exclusives. *Géoconfluences*. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/océans-et-mondialisation/geographie-appliquee/mesurer-les-zee>

⁸⁴ *United Nations Convention on the Law of the Sea*. (1973).

https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

⁸⁵ *Rapport de M. Jean Glavany sur le projet de loi, adopté par le Sénat, autorisant l'adhésion au protocole sur les privilèges et immunités de l'Autorité internationale des fonds marins* (N° 3994). (2011). XIIIe législature - Assemblée nationale. [https://www2.assemblee-nationale.fr/documents/notice/13/rapports/r3994/\(index\)/depots/\(archives\)/index-depots%22%201%20%22P103_12381](https://www2.assemblee-nationale.fr/documents/notice/13/rapports/r3994/(index)/depots/(archives)/index-depots%22%201%20%22P103_12381)

« deux ans », qui force théoriquement la rédaction d'un code minier avant juillet 2023. Dans la suite, nous nous intéresserons par conséquent surtout à la « Zone » internationale. Toutefois, les ressources minérales au sein des ZEE dépendant des prérogatives souveraines des États, on ne peut exclure que l'exploitation y débute en dehors de tout contrôle international.

- **L'Autorité Internationale des Fonds Marins, une institution censée définir les règles d'exploitation des fonds marins**

Fonctionnement

En 1958, la convention de Genève pose les premiers principes du droit de la mer⁸⁶ ; elle est suivie de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer signée (CNUDM) en 1982 à Montego Bay en Jamaïque pour une entrée en vigueur en 1994⁸⁷. La CNUDM définit un cadre légal pour les océans. Percevant le potentiel des ressources minérales sous-marines, la Convention y jette en particulier les bases de l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM), censée régir l'exploration et l'exploitation des ressources minières sous-marines en ce qui concerne la "Zone", définie dans le texte comme « *les fonds marins et leur sous-sol au-delà des limites de la juridiction nationale* » (art. 1.1). Cette Convention fait l'objet d'un accord d'application relatif à la partie XI de la CNUDM en 1994, qui précise de nombreux détails du fonctionnement de l'AIFM, permettant le début de son fonctionnement la même année. L'AIFM prend alors son siège à Kingston, capitale de la Jamaïque. D'après les textes, son but est de définir des codes miniers d'exploration et d'exploitation des fonds marins, et d'accorder les permis nécessaires.

Les 167 États membres de l'AIFM (ainsi que l'Union Européenne) forment l'Assemblée. Ils se réunissent tous les 4 ans afin d'élire le secrétaire général et le Conseil, organe exécutif de l'AIFM, qui se compose de 36 membres, répartis en 5 groupes. Deux commissions techniques sont élues par le Conseil : la Commission Juridique et Technique et la Commission des Finances, respectivement chargées de l'élaboration des normes et règles juridiques et techniques encadrant l'exploration et l'exploitation du milieu marin et de l'analyse des demandes de permis d'une part, de l'évaluation des décisions financières et de la définition des règles de répartition des bénéfices issus de l'exploitation d'autre part.

En pratique, les décisions sont prises à l'unanimité, que ce soit par le Conseil ou l'Assemblée. En théorie, en cas de désaccord, les décisions sont prises à la majorité pour de simples questions de procédure, ou aux deux-tiers, dans le cas de questions de fond, avec la réserve que si une majorité d'États s'opposent à l'intérieur de l'un des groupes définis plus haut⁸⁸, cela peut faire annuler la décision. D'après un diplomate français en lien avec ces questions, que nous avons interviewé, le Conseil a jusqu'ici toujours réussi à prendre des décisions à l'unanimité.

Conformément à l'article 14 de l'accord d'application, les dépenses administratives de l'AIFM sont actuellement financées au moyen de contributions versées par ses membres, prévoyant qu'à terme, elle puisse disposer de recettes suffisantes provenant d'autres sources (par exemple les recettes de l'exploitation minière des grands fonds marins, taxes et divers droits à payer afin d'obtenir des permis). L'organisation dispose d'un budget annuel d'environ 18 millions de dollars⁸⁹.

⁸⁶ Nations Unies. (1958). *Convention sur la haute mer*. Recueil des Traités.

⁸⁷ Originellement signée par 157 États (aujourd'hui 168 États parties), la CNUDM toutefois n'est ratifiée par la France qu'en 1996, et, si à ce jour la majorité des pays signataires l'ont ratifiée, ce n'est toujours pas le cas de tous, les États-Unis étant une exception notable.

⁸⁸ On fusionne en réalité les deux derniers groupes pour cette procédure, les 6 États en développement et les 18 autres.

⁸⁹ *Rapport annuel 2020 du Secrétaire général de l'Autorité internationale des fonds marins*. (2020). Autorité internationale des fonds marins. https://www.isa.org.im/files/files/documents/ISA_Annual_Report_2020_FR.pdf

Elaboration d'un cadre réglementaire

L'action de l'AIFM depuis son installation effective en 1996 se limite à la délivrance, au suivi et au renouvellement de permis d'exploration (à ce jour, 31 permis d'exploration ont été délivrés) ainsi qu'à l'élaboration et la définition des règles juridiques encadrant l'exploration⁹⁰, y compris des dispositions relatives à la protection environnementale. Aujourd'hui, face au regain d'intérêt de la part du secteur privé et des gouvernements pour les possibilités d'exploitation commerciale des ressources minérales des grands fonds marins, l'Autorité se consacre actuellement à la mise en place d'un code de réglementation de l'exploitation de ces ressources⁹¹.

Afin d'obtenir un permis d'exploration (ou, dans le futur, d'exploitation), une entreprise doit être patronnée par un État, qui doit effectuer la demande en son nom. Il ne s'agit pas nécessairement d'une entreprise privée, mais il peut aussi s'agir d'un partenariat public-privé ou d'instituts publics. L'IFREMER, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, a par exemple obtenu un permis d'exploration pour des sulfures polymétalliques en 2012.⁹²

La section 1, paragraphe 15 de l'Accord de 1994 prévoit que :

« Le Conseil peut entreprendre l'élaboration [des règles d'exploitation minière] à la demande d'un État dont un ressortissant entend présenter une demande d'approbation d'un plan de travail relatif à l'exploitation », auquel cas il dispose de deux ans pour les établir. Si l'élaboration de telles règles n'est pas terminée dans ce délai, le Conseil « doit néanmoins examiner et approuver provisoirement ce plan de travail sur la base des dispositions de la Convention ainsi que des règles, règlements et procédures qu'il a pu adopter à titre provisoire, ou sur la base des normes énoncées dans la Convention ainsi que des conditions et principes [définis par les accords] ».

Cette disposition a été activée par l'État insulaire de Nauru en juillet 2021, patronnant une entreprise canadienne, qui a ainsi pressé le Conseil censé proposer un code minier d'ici juillet 2023. Cet événement est vraisemblablement l'une des principales causes de la récente résurgence du sujet sur la scène médiatique et politique, les ONG opposées à l'exploitation cherchant à tout prix à empêcher l'entreprise d'exploiter, *a fortiori* sans code minier approprié.

▪ La capacité de contrôle mise en question

Les enjeux de l'inspection des activités sous-marines

Certains acteurs questionnent la capacité effective de l'AIFM à exercer une fonction de contrôle sur les opérations d'exploration/exploitation qui ont lieu dans la Zone. Selon un représentant au Conseil de l'AIFM⁹³, il serait encore possible, puisque l'activité n'en est qu'à ses prémices, d'imposer une réglementation environnementale très stricte. Il maintient qu'il est possible de créer une instance de régulation forte, avec des moyens techniques et humains importants, dont les inspecteurs pourront se rendre directement sur les sites d'exploitation pour y contrôler de manière indépendante les opérations, et suspendre avec effet immédiat l'exploitation si elle venait à avoir des impacts environnementaux trop importants.

⁹⁰Canévet, M., & Rohfritsch, T. (2022). *Abysses : La dernière frontière ?* (N° 724). Sénat. <https://www.senat.fr/notice-rapport/2021/r21-724-notice.html>

⁹¹Nations, U. (s. d.). *L'autorité internationale des fonds marins et l'exploitation minière des grands fonds marins* | Nations Unies. United Nations; United Nations. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://www.un.org/fr/chronicle/article/lautorite-internationale-des-fonds-marins-et-lexploitation-miniere-des-grands-fonds-marins>

⁹² Permis accordé à la France pour l'exploration de sulfures polymétalliques. (2012). IFREMER.

⁹³ *Entretien avec un représentant permanent au Conseil de l'AIFM.*

Toutefois, ces arguments sont jugés irrecevables par certains acteurs, dont des ONG qui soulignent qu'il est impossible en pratique de contrôler des activités se produisant à des kilomètres de profondeur au milieu de l'océan. Ainsi de Verena Tunnicliffe, titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les grandes profondeurs océaniques à l'université de Colombie-Britannique qui affirme : « *Je n'y crois pas une seconde ! Le risque, c'est que ces mines seront loin des regards, et donc loin de toute surveillance* », ou encore de Catherine Coumans de l'organisme *MiningWatch*, qui vitupère contre cet argumentaire :

« *Tout le monde porte des lunettes roses. Comment peut-on penser que les choses iront bien au fond de la mer, où tout est 100 fois plus compliqué et plus cher que sur terre ? Si quelque chose se passe mal nous n'aurons aucun moyen de réparer !⁹⁴* »

Denez L'Hostis, président de la fédération d'ONG France Nature Environnement, s'interroge aussi :

« *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 ?⁹⁵* ».

En effet, la fixation d'un cadre réglementaire environnemental strict pose la question de la responsabilité des acteurs et celle de recours éventuels si des contractants manquaient à leurs obligations. Or dans le cadre du texte de la Convention⁹⁶, les États sont les premiers responsables des agissements de leurs ressortissants. On constate donc que bien qu'elle contribue au contrôle des activités, l'AIFM se trouve en retrait à partir du moment où le Conseil a accordé un droit d'exploration ou d'exploitation, tout le système reposant sur le droit interne de l'État patronnant⁹⁷.

L'ambivalence du rôle de l'AIFM, entre administration des activités extractives et préservation de l'intégrité de la Zone

Certains acteurs questionnent le rôle exact de l'Autorité internationale des fonds marins, et ses compétences en matière d'environnement, contestant le fait que l'AIFM soit garante de l'intégrité de la Zone internationale. Bien que l'AIFM ait pour fonction de contrôler les activités menées dans la zone pour assurer le respect des règlements et procédures concernant les fonds marins, et ait compétence à créer des règles visant la protection de l'environnement marin profond et à exercer un suivi de l'ensemble de la recherche scientifique dans la zone, il ressort des textes de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, que l'AIFM est « *avant tout un outil de gestion et d'administration de l'exploration et de l'exploitation de la zone internationale, dont le but [...] est productiviste⁹⁸* », selon Jean-Pierre Beurier, enseignant-chercheur au centre de droit maritime et océanique (CDMO) de l'université de Nantes.

Le rapport de la mission d'information sénatoriale sur les fonds marins conclut lui aussi qu'outre la volonté affichée de limiter par la rédaction de règlements les impacts de l'exploration et de l'exploitation sur l'environnement marin, l'Autorité n'exerce aujourd'hui pas « *un rôle particulièrement proactif relatif à la préservation de l'environnement marin qui pourrait la rapprocher d'un organisme international œuvrant explicitement pour la protection de la*

⁹⁴ Corniou, M. (2017, août 24). *Mines : Les abysses, nouvel eldorado* - Québec Science. <https://www.quebecscience.qc.ca/environnement/mines-les-abysses-nouvel-eldorado/>

⁹⁵ L'Hostis, D. (2017). Les ressources minérales des grands fonds océaniques : Des enjeux environnementaux majeurs. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 86(2), 104-107. <https://doi.org/10.3917/re1.086.0104>

⁹⁶ *The Area & the 1994 Implementation Agreement*. (2017). Centre for International Law (CIL). <https://cil.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2017/11/The-Area-and-the-1994-Implementation-Agreement-2017.pdf>

⁹⁷ Beurier, J.-P. (2015). L'autorité internationale des fonds marins, l'environnement et le juge. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Hors-série 22*, Art. Hors-série 22. <https://doi.org/10.4000/vertigo.16169>

⁹⁸ Ibid.

biodiversité des grands fonds marins », le développement de l'AIFM et du cadre normatif international suivant par ailleurs une démarche progressive assumée, orientée vers l'exploitation⁹⁹.

Les ONG dénoncent qu'en pratique « *le secrétariat de l'AIFM privilégie systématiquement les intérêts des gouvernements favorables à l'exploitation minière et des entreprises au détriment de la protection des écosystèmes fragiles*¹⁰⁰ ». Cette ambivalence du rôle de l'AIFM est particulièrement prégnante dans les choix de vocables concernant l'exploration et l'exploitation (voir partie suivante).

D'autres dénoncent le fait que selon eux l'AIFM soit à la fois juge et partie prenante, au travers du concept de l'Entreprise (quoique celui-ci n'ait pas été implémenté jusqu'ici), et dans la mesure où les textes prévoient qu'à terme, l'AIFM dispose de recettes suffisantes pour couvrir ses dépenses administratives, financées notamment par des recettes liées à l'exploitation minière des grands fonds marins.

Transparence et conflits d'intérêts

Par ailleurs, bien que la CNUDM, comporte des exigences de neutralité et d'indépendance du secrétaire général et du personnel, des critiques ont aussi été émises sur le manque de transparence et l'absence d'examen indépendant dans les processus de l'AIFM, et quant aux conflits d'intérêts entre l'AIFM et les sociétés minières qu'elle est chargée d'encadrer¹⁰¹. Ainsi pour Sylvia Earle, fondatrice de *Deep Ocean Exploration and Research*

*« C'est un cas classique de renard gardant le poulailler. La plupart des opérations de l'AIFM sont menées à huis clos et comprennent des accords douteux avec des sociétés minières sélectionnées. Grâce à des processus opaques, les droits sur les ressources des grands fonds marins sont mis aux enchères au profit de quelques sociétés minières, sans égard pour les droits du reste du monde*¹⁰² ».

Pour le mouvement *Youth For Climate*, « *l'AIFM apparaît dorénavant comme une entité partielle et sensible aux intérêts privés*¹⁰³ », s'appuyant sur une enquête du *Times* dénonçant les pratiques jugées douteuses de l'Autorité dans ses relations avec *The Metal Company*¹⁰⁴, tandis que des députés s'inquiètent des potentiels conflits d'intérêts et des risques de « *collusion entre l'AIFM, les exploitants miniers, et les petits États*¹⁰⁵ ». Pourtant, alors que le député Thierry Nicolas appelle à « *lancer un processus de révision et de réforme de l'AIFM pour en reformer la structure et le fonctionnement afin de garantir un processus décisionnel et réglementaire transparent, responsable, inclusif et respectueux de l'environnement*¹⁰⁶ », l'une de nos sources au Conseil de l'AIFM affirme le bon fonctionnement de l'agence et souligne que « *les ONG sont parfaitement au courant de tout ce qu'il se passe au sein de l'AIFM. C'est une organisation qui est très transparente* ».

⁹⁹ Canévet, M., & Rohfritsch, T. (2022). *Abysses : La dernière frontière ?* (N° 724). Sénat. <https://www.senat.fr/notice-rapport/2021/r21-724-notice.html>

¹⁰⁰ One, O. (s. d.). *Say No to Deep-Sea Mining*. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://only.one/act/mining>

¹⁰¹ Why the Rush? Seabed mining in the Pacific ocean | Deep Sea Mining: Out Of Our Depth. (2019). Deep sea mining campaign. <http://www.deepseaminingoutofourdepth.org/why-the-rush/>

¹⁰² The Case Against Deep-Sea Mining. (2022, octobre 25). Time. <https://time.com/6224508/deep-sea-mining-threat-ban/>

¹⁰³ L'exploitation minière des océans : Nouvelle menace écologique. (2022, septembre 10). *Youth for Climate France*.

<https://youthforclimate.fr/articles/exploitation-mini%C3%A8re-oc%C3%A9ans-deep-sea-mining/>

¹⁰⁴ Lipton, E. (2022, août 3). Secret Data, Tiny Islands and a Quest for Treasure on the Ocean Floor—The New York Times. The New York Times.

¹⁰⁵ Deep sea mining : Les écologistes enragent et l'industrie danse. (2022, septembre 23). *Natura Sciences*. <https://www.natura-sciences.com/comprendre/deep-sea-mining-ocean-minerais-ecologistes-sciences.html>

¹⁰⁶ Entretien avec un représentant permanent au Conseil de l'AIFM

- **Quel objet et quelle forme de régulation pour une gestion équitable et respectueuse d'un commun ?**

Un patrimoine commun de l'humanité

Le texte de la partie XI de la Convention du droit de la mer, révisée dans l'accord du 28 juillet 1994, stipule que « *la zone et ses ressources sont le patrimoine commun de l'humanité* » [art. 136]. Ce concept basé sur l'équité implique une participation de tous les États membres de l'ONU à une gestion commune de ressources préalablement désignées¹⁰⁷. L'article 140 dispose que « *Les activités menées dans la Zone le sont [...] dans l'intérêt de l'humanité tout entière, indépendamment de la situation géographique des États [et] l'Autorité assure le partage équitable, sur une base non discriminatoire, des avantages financiers et autres avantages économiques tirés des activités menées dans la Zone* », en prenant particulièrement en compte « *les intérêts et besoins des États en développement* ». Les modalités précises de ce partage n'ont à ce jour pas encore été définies : faut-il envisager une taxation fonction de la quantité extraite ? Des bénéfices réalisés ? Comment mener les calculs ? Quelle clé de répartition appliquer pour les bénéfices ?

Concrètement, la CNUDM définit une entité juridique, l'Entreprise, qui, bien que pour l'instant non opérationnelle, pourrait dans le futur elle-même exploiter les ressources minières sous-marines et redistribuer les bénéfices suivant le principe de patrimoine commun de l'humanité. Les organes et le fonctionnement de l'AIFM sont aussi constitués de sorte à suivre ce principe¹⁰⁸. De surcroît, pour empêcher l'accaparement des sites miniers potentiels par les pays développés, chaque entité demandant un contrat d'exploration parrainée par un pays développé est tenue de proposer deux sites (d'une valeur commerciale estimée égale), l'un étant attribué au demandeur tandis que l'autre est mis en réserve par l'AIFM en vue d'une utilisation par l'Entreprise ou, si l'Entreprise n'est pas en mesure de l'utiliser, par toute entité parrainée par un pays en développement¹⁰⁹. L'amendement de 1994 modifie cependant les procédures de vote au sein du Conseil, affirmant (entre autres) le recours au consensus plutôt qu'au vote et renforçant le rôle du Conseil (constitué pour moitié suivant le principe d'une répartition géographique équitable et pour moitié selon les intérêts particulier des membres) au détriment de l'Assemblée. Jean-Pierre Beurier souligne l'importance de ce dernier point, « *car du fait de l'instauration d'un vote par chambres, les pays en développement ne peuvent plus détenir la majorité*¹¹⁰ ». Certains peuvent dès lors affirmer que l'AIFM est devenue depuis lors « *structurellement incapable de représenter l'intérêt commun de l'humanité*¹¹¹ ». Un membre du conseil confirme le recours au consensus : « *Depuis 1996, aucun vote n'a jamais eu lieu au sein de l'AIFM, on ne prend les décisions que par consensus*¹¹² ».

Face à la difficulté de s'entendre sur une gouvernance commune des fonds marins au niveau international, la question du vocable à employer centralise les débats. D'une part, l'exploration ne revêt pas le même sens pour tous les acteurs, ce qui occasionne des incompréhensions, ou est instrumentalisée par certains pour servir leurs intérêts. D'autre part, parmi les acteurs opposés à l'exploitation, la demande d'un moratoire s'est peu à peu imposée comme objet du consensus – quoique l'appel à l'interdiction rémerge désormais de nouveau – remettant en question la capacité de l'AIFM à représenter l'intérêt commun de l'humanité.

¹⁰⁷ Beurier, J.-P. (2015). L'autorité internationale des fonds marins, l'environnement et le juge. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série 22, Art. Hors-série 22. <https://doi.org/10.4000/vertigo.16169>

¹⁰⁸ 36 membres du Conseil: Parmi eux, 18 sont élus au titre d'intérêts spécifiques qu'ils ont vis-à-vis de la Zone ou des ressources minérales (soit 4 groupes : 4 grands consommateurs de ressources minérales, 4 ayant effectué des investissements importants autour des activités menées dans la Zone, 4 parmi les principaux exportateurs de ressources minérales, 6 États en développement présentant des intérêts liés), et 18 suivant « le principe d'une répartition géographique équitable ».

¹⁰⁹ *The Area & the 1994 Implementation Agreement*. (2017). Centre for International Law (CIL). <https://cil.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2017/11/The-Area-and-the-1994-Implementation-Agreement-2017.pdf>

¹¹⁰ Beurier, J.-P. (2015). L'autorité internationale des fonds marins, l'environnement et le juge. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Hors-série 22, Art. Hors-série 22. <https://doi.org/10.4000/vertigo.16169>

¹¹¹ Kim, R. E. (2017). Should deep seabed mining be allowed? *Marine Policy*, 82, 134-137. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.010>

¹¹² Entretien avec un représentant permanent au Conseil de l'AIFM

L'exploration, une activité tournée vers la connaissance ou une pente glissante vers l'exploitation ?

Que faut-il réguler ? Parmi les acteurs opposés à l'exploitation minière des fonds marins, la distinction entre exploration et exploitation demeure un point de divergence. Pour certains, seule l'exploitation présente des risques pour l'environnement, tandis que pour d'autres, l'impossibilité de distinguer exploration scientifique et exploration prospective à des fins d'exploitation impose la prudence. Le constat de l'insuffisance de connaissances liées à l'impact de l'exploitation sur l'écosystème marin aboutit ainsi à deux positions opposées. Pour le Cluster Maritime français, groupe d'influence rassemblant trois cents acteurs du monde maritime en France, le besoin scientifique justifie l'exploration :

« En fait, il y a un volet connaissance aujourd'hui qui est complètement vide, et qu'on a besoin de d'accroître. [...] Explorer les fonds marins, ça ne veut pas dire les exploiter, ça veut dire aller voir ce qui au fond de l'eau. [...] La question n'est pas d'aller taper dans le coffre-fort, c'est savoir ce qu'il y a dans le coffre-fort, accroître les connaissances¹¹³ ».

Du fait des obligations scientifiques qui leur incombent, les entreprises sous licence d'exploration de l'AIFM participent à accroître la connaissance scientifique de l'environnement marin. Plusieurs acteurs, parmi lesquels le Cluster Maritime français et le représentant permanent de la France auprès de l'AIFM Olivier Guyonvarch, reprochent donc l'attitude à leurs yeux paradoxale de certaines ONG qui font le constat d'un manque de connaissances, tout en se positionnant contre l'octroi de licences d'exploration :

« Sans cette exploration, nous n'aurions pas les données scientifiques sur l'environnement dont nous disposons aujourd'hui, car aller chercher des données au fond de la mer coûte très cher. Ce rôle n'est jamais mentionné notamment par les ONG qui sont toutes contre l'exploration et l'exploitation future¹¹⁴ ».

Le terme d'exploration ne renvoie pourtant pas à la seule entreprise scientifique et rencontre aussi une réalité économique : l'exploration, menée par des entreprises dans la Zone ou les zones économiques exclusives, est souvent un prélude à l'exploitation. Greenpeace trouve déplorable l'utilisation du terme exploration pour parler des études de faisabilité en cours. « On parle déjà d'activité minière. Ce ne sont plus des scientifiques qui sont envoyés, mais des pelleuses », note François Chartier, chargé de la campagne océan et pétrole chez Greenpeace France¹¹⁵. D'où la défense d'une régulation – sinon d'une interdiction – stricte, y compris sur les activités d'exploration, menée par une partie des acteurs au nom du principe de précaution. C'est notamment la position défendue par le groupe écologiste au Parlement européen :

« Quand les entreprises ou les États parlent d'exploration des fonds marins, la réalité c'est que, c'est une exploration industrielle [...]. C'est une exploration qui est pensée pour calculer combien ça rapporterait en gros et quels sont les coûts et quels sont les obstacles de l'exploitation. Ce que je veux dire, c'est que c'est à différencier très très très clairement de l'exploration scientifique. C'est pour ça que nous on a choisi de n'autoriser que la recherche scientifique fondamentale¹¹⁶ ».

Pour étayer leur position, les acteurs pointent du doigt l'impact environnemental des activités d'exploration menées depuis la fin des années 2000 dans la zone de Clarion-Clipperton. Comme le rappelle Jérôme Dymont, si l'exploration ne doit pas être a priori invasive, il n'existe pas de norme d'exploration clairement définie au niveau

¹¹³ Entretien réalisé avec un membre du Cluster maritime français le 10 octobre 2022.

¹¹⁴ Olivier Guyonvarch, Audition au Sénat dans le cadre de la Mission d'Information Fonds Marins, 8 février 2022. Propos recueilli par Michel Canévet. http://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20220207/mi_fonds_marins.html

¹¹⁵ Bigot, J. (2022, juillet 7). Les ONG vent debout contre l'exploitation minière des fonds marins. Les Echos. <https://www.lesechos.fr/thema/articles/les-ong-vent-debout-contre-l'exploitation-mini-ere-des-fonds-marins-1775074>

¹¹⁶ Entretien avec l'assistance parlementaire de Marie Toussaint, députée écologiste au Parlement Européen, 3 novembre 2022.

international¹¹⁷. La multiplication des activités d'exploration accroît également la pression et les risques pesant sur les écosystèmes : à ce titre, les activités minières peuvent être rapprochées du forage d'hydrocarbures, comme le rappelle la collaboratrice parlementaire de la députée européenne écologiste Marie Toussaint avec l'exemple de l'accident de la plate-forme de forage prospectif *Deepwater Horizon*¹¹⁸.

Licence, moratoire ou interdiction ?

Si les termes d'exploration et d'exploitation recouvrent des réalités différentes pour les acteurs, la convergence des ONG autour d'un objectif commun – protéger les fonds marins – a conduit ces dernières à opérer une réflexion stratégique à partir des années 2010. Quel vocable employer pour quelle revendication ? Comme en témoigne un membre de l'ONG européenne *Seas At Risk*, le terme de moratoire a fini par s'imposer comme l'objet d'un consensus entre opposants à l'exploitation minière des fonds marins sur la scène internationale au cours des dernières années :

« Il y avait tout ce débat, est-ce qu'on parle plus d'un moratoire, est-ce qu'on parle plus d'une pause, est-ce qu'on parle plus d'une interdiction. Et le mot sur lequel les ONG se sont mises d'accord, c'était celui du moratoire. En partie parce que le moratoire ça veut tout et rien dire¹¹⁹ ».

Le moratoire, en tant que pause conditionnée sur une activité, ne constitue cependant pas un mode de gouvernance en soi, contrairement à l'interdiction. Il s'agit concrètement d'une manière de gagner du temps, revendication commune à toutes les ONG engagées sur la question et à une partie des acteurs politiques. Ces derniers ont commencé à se saisir de la question de l'exploitation minière des fonds marins en juillet dernier à Lisbonne, au cours de la Conférence des Nations Unies sur l'océan. Pour la première fois, une Alliance des pays soutenant un moratoire sur l'exploitation minière des grands fonds marins a été lancée par une coalition d'États insulaires du Pacifique¹²⁰. Depuis, l'appel au moratoire a également gagné le Parlement européen, et l'Assemblée nationale, où une déclaration transpartisane en ce sens a été effectuée le 26 octobre 2022 :

« Nous souhaitons déposer une proposition de résolution en demandant une pause de précaution sur l'exploitation minière des fonds marins. Nous invitons le gouvernement Français à promouvoir et à défendre, à l'AIFM ainsi que dans l'Union européenne et dans toutes les instances internationales qui sont pertinentes, une pause de précaution contre l'exploitation minière marine jusqu'à ce que ses effets sur l'environnement marins, la biodiversité et les activités humaine en mer aient été suffisamment étudiés¹²¹ ».

Les ONG accompagnent le processus politique : en France, la *Sustainable Ocean Alliance* et l'activiste Camille Etienne se font les porte-voix de l'appel au moratoire dans l'hémicycle. Selon Marie Toussaint, au niveau européen, *Greepeace* et *Seas At Risk* font aussi entendre leur voix. Comme en témoigne l'appel transpartisan à l'Assemblée nationale, la force du moratoire réside dans sa capacité à fédérer des acteurs aux positions parfois très différentes sur la question de l'exploitation minière des fonds marins :

« La façon dont était posé le débat [en France] était plus en faveur d'une interdiction. Mais avec la volonté de faire coopérer tout le monde et de discuter au niveau européen. [...] Il y a des ONG qui vont se dire que c'est une position de consensus, ça peut le faire, les États peuvent comprendre,

¹¹⁷ Entretien avec Jérôme Dymont, biologiste à l'IPGP, 27 novembre 2022.

¹¹⁸ Bernard, P. (2022, novembre 3). *Entretien avec Philippine Bernard (collaboratrice parlementaire de Marie Toussaint)* [Communication personnelle].

¹¹⁹ Entretien avec un membre de *Seas At Risk*, 8 novembre 2022.

¹²⁰ « La France doit rejoindre l'Alliance des pays pour un moratoire sur l'exploitation minière en eaux profondes ». (s. d.). *Le Monde*. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse https://www.lemonde.fr/idees/article/2022/07/26/la-france-doit-rejoindre-l-alliance-des-pays-pour-un-moratoire-sur-l-exploitation-miniere-en-eaux-profondes_6136205_3232.html

¹²¹ Conférence de Presse du 26 octobre 2022 à l'Assemblée nationale.

et puis si ça se trouve dans dix ans, on pourra faire de l'exploitation minière durable – il y avait des ONG qui étaient très actives là-dessus, qui ont beaucoup coopéré avec l'Autorité internationale des fonds marins pour faire des progrès environnementaux¹²² ».

En rassemblant les ONG et les acteurs politiques autour d'une revendication commune, le terme de moratoire a finalement eu des effets performatifs concrets, en contribuant à structurer la controverse. La *Deep Sea Conservation Coalition*, coalition d'ONG internationales aujourd'hui observatrice à l'AIFM, s'est construite autour de l'appel pour un moratoire sur l'exploitation des ressources. La pause demandée prend un sens tout particulier depuis l'activation de la règle des deux ans à l'AIFM en juillet 2021, qui a accéléré la tension autour de l'exploitation minière des fonds marins. En positionnant la France directement pour l'interdiction et non pour un moratoire sur l'exploitation en novembre dernier à la COP 27¹²³, le président français a devancé les revendications de certaines ONG, mais aussi contribué à restructurer le débat au niveau national et européen : désormais, le moratoire n'est plus seul sur le devant de la scène.

Outre son rôle dans la fédération des ONG, la question de l'instauration d'un moratoire sur l'exploitation, voire de son interdiction, repose aujourd'hui la question du rôle et de la légitimité de l'AIFM. Certains diplomates s'inquiètent des potentielles répercussions d'un moratoire, celui-ci risquant selon-eux de décrédibiliser le rôle joué par l'AIFM et la place d'États (comme la France) jusqu'ici très impliqués à la table des négociations. L'adoption d'un moratoire sur l'exploitation pourrait en effet pousser certains États à ne plus s'estimer liés par les obligations réglementaires imposée par l'Autorité (demande de permis, contraintes environnementales). Là où certains voient dans le recours au consensus une forme de paralysie produite par la doctrine du patrimoine commun de l'humanité, un diplomate français l'affirme :

« La simple existence de l'AIFM établit de fait un moratoire sur l'exploitation, puisqu'aucun État aujourd'hui n'est autorisé à aller faire de l'exploitation minière sans passer par l'AIFM [...] Le moratoire ne fera qu'affaiblir l'AIFM¹²⁴ ».

■ Conclusion sur les arènes de la controverse

Si nous nous sommes concentrés principalement sur l'AIFM, c'est que celle-ci constitue, si ce n'est la principale arène de la controverse, pour le moins le lieu des discussions autour d'un éventuel moratoire en vue de l'adoption d'un code minier, principal jalon pour les détracteurs comme les défenseurs de l'exploitation minière sous-marine.

En effet, si l'existence de ressources minières sous-marines était déjà connue il y a plus d'un siècle, la couverture du sujet n'a largement augmenté dans la presse francophone qu'à partir des années 2010, vraisemblablement poussée par des avancées techniques, avant d'exploser à partir de 2021, comme le montre le graphique ci-dessous. Cette montée peut être interprétée à la fois comme la conséquence de l'inscription par Emmanuel Macron de l'exploitation minière sous-marine dans le plan France 2030¹²⁵ qui a donné de la visibilité au sujet, mais probablement aussi et surtout par l'activation de la « règle des deux ans » par l'État de Nauru, qui a rendu le sujet très actuel, et vraisemblablement provoqué un sentiment d'urgence chez les opposants¹²⁶.

Si tous les regards sont actuellement tournés vers l'AIFM, les réelles manœuvres et débats politiques ont toutefois lieux bien en amont, dans les médias et au cœur des arènes politiques nationales, afin de chercher à peser dans les positions qui seront défendues par les pays lors des négociations internationales et à obtenir d'éventuelles

¹²² Entretien avec un membre de *Seas At Risk*, 8 novembre 2022.

¹²³ Valo, M. (2022, novembre 7). Emmanuel Macron veut interdire l'exploitation des fonds marins. *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/11/07/emmanuel-macron-veut-interdire-l-exploitation-des-fonds-marins_6148877_3244.html

¹²⁴ Entretien avec un représentant permanent au Conseil de l'AIFM.

¹²⁵ *France 2030 : Un plan d'investissement pour la France*. (s. d.). Consulté 13 janvier 2023, à l'adresse <https://www.economie.gouv.fr/france-2030>

¹²⁶ Entretien avec Jérôme Dymont, biologiste à l'IPGP, 27 novembre 2022.

interdictions en ce qui concerne les ZEE. Si l'AIFM est une arène importante de la controverse, celle-ci a aujourd'hui acquis une visibilité encore plus prégnante, au sein des ONG, dans les médias, et les parlements. En ce qui concerne l'arène politique, on observe un glissement de la controverse : là où le débat se concentrait historiquement avant tout sur les aspects économique-stratégiques et l'opportunité d'y investir, ce qu'avaient notamment à l'esprit les pays fondateurs de l'AIFM, la controverse a progressivement amené à prendre en compte les effets environnementaux jusqu'à changer le positionnement de certains pays. L'exemple de la France est frappant, avec un revirement de position d'Emmanuel Macron qui, après s'être positionné en faveur de l'exploitation dans le plan France 2030 en 2021, annonce un an après à la COP 27 que « *la France soutient l'interdiction de toute exploitation des grands fonds marins*¹²⁷ ».

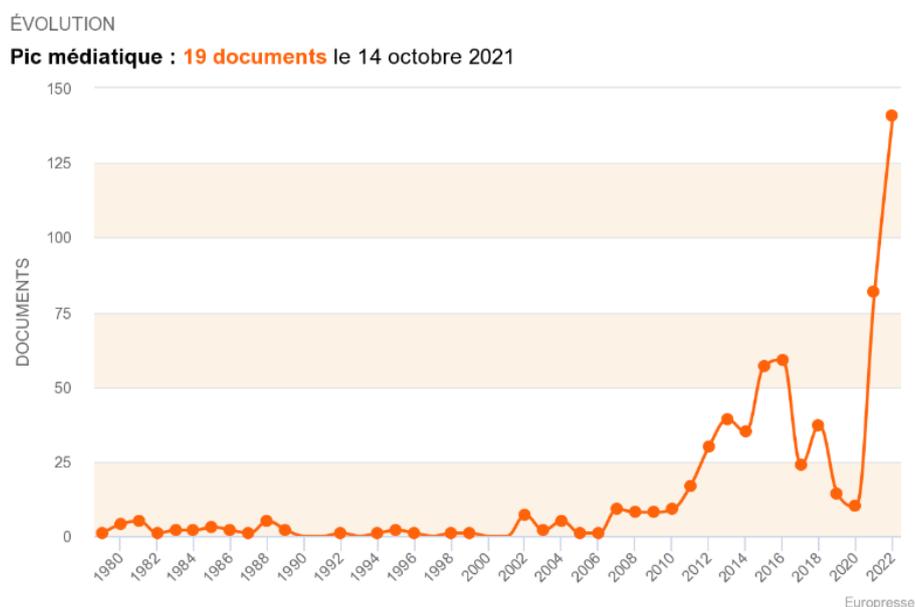


Figure 10 Nombre d'articles dans la presse francophone autour de l'exploitation minière sous-marine (Europresse)¹²⁸

Ainsi, la controverse s'articule dans un premier temps autour des conséquences, supposées ou avérées, économiques, stratégiques ou environnementales, de l'exploitation minière sous-marine. L'urgence de la situation internationale et l'organisation des luttes politiques fait émerger un deuxième niveau de controverse, autour des enjeux de régulation et de légitimité des instances de gouvernance. Malgré des positions qui peuvent être diverses, on constate en parallèle le regroupement de nombreux acteurs, politiques et ONG notamment, derrière le terme de « moratoire », qui présente l'intérêt de rallier les oppositions les plus radicales comme les plus modérées, assurant un plus large soutien aux ONG ainsi qu'aux politiques.

¹²⁷ @NatGeoFrance. (2022, novembre 10). *La France annonce son opposition à l'exploitation minière des fonds marins*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/2022/11/la-france-annonce-son-opposition-a-l'exploitation-miniere-des-fonds-marins>

¹²⁸ Equation de recherche *TEXT= "nodules polymétalliques"|"exploitation minière sous-marine"|"ressources minière sous-marines"* dans toutes les archives, de type presse sur Europresse

■ Conclusion

Depuis l'article fondateur du géologue John L. Mero en 1960, les champs de nodules polymétalliques, les encroutements cobaltifères et autres amas sulfureux présents au fond des mers sont perçus par certains comme autant d'eldorados miniers. La Zone de Clarion-Clipperton (ZCC), dans le Pacifique, est la zone du globe qui suscite le plus d'intérêt pour les chercheurs et industriels, du fait de la présence de nodules polymétalliques en abondance. Elle pourrait contenir 20 à 30 milliards de tonnes de tels nodules, de quoi couvrir la demande mondiale en cuivre, zinc et nickel pendant des décennies. Pour autant, certains mettent en doute cette abondance relative, arguant de la méconnaissance de la cartographie des fonds marins, et des difficultés intrinsèques de localisation et de quantification de la ressource effective. De surcroît, et bien que certaines compagnies privées semblent prêtes à sauter le pas et ont déposé une demande de permis d'exploitation auprès de l'AIFM, il apparaît que la viabilité économique de l'exploitation minière sous-marine à d'aussi grandes profondeurs est aujourd'hui encore matière à discussion, d'autant plus que se pose la question des cours futurs de ces matières premières, la demande restant conditionnée par les choix de politiques environnementale et géostratégique, les choix technologiques et par l'existence de ressources terrestres compétitives. Toutefois, les exigences de la transition énergétique devraient démultiplier les besoins en métaux (ceux-ci pourraient être quadruplés d'ici à 2050), accroissant d'autant les tensions sur ces ressources stratégiques et les enjeux de souveraineté et de compétition géopolitique que leur exploitation soulève. Ainsi, malgré des incertitudes portant sur la viabilité économique de l'activité, la question de l'exploitation minière sous-marine suscite de nombreuses convoitises.

Face à une potentielle ruée vers les fonds marins, de nombreux acteurs s'inquiètent des conséquences négatives de ces activités. Dépassant les arguments de rentabilité et de souveraineté, de plus en plus nombreux sont ceux qui aujourd'hui dénoncent la poursuite d'un modèle extractiviste, critiquant les processus de croissance et de développement comme seul moyen d'atteindre un progrès social et économique accru et envisageant plutôt des scénarios de sobriété, où économie circulaire et recyclage permettraient une réduction substantielle des activités, de sorte qu'il ne reste que celles véritablement nécessaires et répondant aux conditions sociales et environnementales. D'autres part, ONG et scientifiques s'inquiètent des potentiels impacts environnementaux de l'activité. Les écosystèmes des grands fonds marins sont en effet méconnus, la vie y ayant été découverte dans les années 1970 seulement, et relativement peu de campagnes d'exploration y ayant été menées à l'échelle du globe. Les études rendent toutefois compte de l'existence d'une faune riche autour des gisements de minerais, soulevant la question des impacts de l'exploitation minière des fonds marins sur la biodiversité des fonds marins et les autres écosystèmes océaniques. Les scientifiques soulignent les capacités de régénération limitées des écosystèmes en cas de destruction et envisagent de potentiels risques de pollution globale des fonds marins et de la colonne d'eau, notamment du fait de la mise en suspension de sédiments, susceptible d'asphyxier des espèces et pouvant successivement empoisonner tous les maillons de la chaîne alimentaire. La compréhension et la modélisation de ces phénomènes restent aujourd'hui limitées, et donc sujets à discussions et désaccords, d'autant que les effets diffèrent selon le type de ressource et les modalités d'exploitation envisagés. De surcroît, certains avancent l'argument d'un impact environnemental réduit en comparaison avec l'impact environnemental de l'exploitation minière terrestre. Toutefois, face aux risques potentiels multiples, méconnus ou mal maîtrisés, scientifiques et ONG avancent l'argument du principe de précaution et appellent à un moratoire, jusqu'à ce que l'état des connaissances scientifiques soit suffisant pour permettre de trancher de manière éclairée, notamment en raison du rôle joué par les écosystèmes océaniques dans la régulation du système climatique.

À l'échelle internationale, les discussions se sont structurées autour des ressources de la Zone – les réglementations au sein de chaque ZEE dépendant des normes fixées par l'État qui y est souverain – faisant de l'AIFM l'épicentre de la controverse. Cette instance internationale, chargée selon les textes de la CNUDM de l'élaboration du cadre réglementaire des activités d'exploration et d'exploitation, et de la délivrance, du suivi et du renouvellement des permis (d'exploration à cette date), travaille aujourd'hui à l'établissement d'un Code Minier. Si elle est aujourd'hui à l'origine de la plus vaste zone de protection environnementale au-delà des juridictions nationales, de nombreux acteurs, ONG, activistes et parlementaires, questionnent aujourd'hui sa capacité à assurer le contrôle des activités menées dans la Zone. Au-delà de la question des moyens techniques et humains de surveillance, ces acteurs soulignent l'ambivalence du rôle de l'AIFM, à la fois autorité de contrôle et outil de gestion orienté vers l'exploitation. Certains, s'inquiétant des risques de collusion et conflits d'intérêts

entre l'AIFM et les sociétés minières, dénoncent le manque de transparence et l'absence de débat public dans les processus de l'AIFM. Face à cette remise en cause du modèle de gouvernance internationale, le débat s'est construit en amont, dans les médias et au cœur des institutions politiques nationales. La demande d'un moratoire sur l'exploitation minière des fonds marins a ainsi contribué à structurer la controverse, s'imposant comme consensus parmi les ONG et fédérant de nombreux acteurs institutionnels, parlementaires et États. Toutefois, cette revendication d'établissement d'un moratoire, voire d'une interdiction comme le demande désormais la France, questionne la légitimité de l'AIFM à assurer une gouvernance mondiale permettant la gestion équitable d'un patrimoine commun de l'humanité.

■ Matériel et méthodes

Le travail ci-dessus a reposé dans un premier temps sur la lecture et sur l'analyse d'un corpus prédéfini par nos professeurs composé d'article de la presse nationale et internationale depuis 2016 au sujet de l'exploration et l'exploitation minière sous-marines. Ce corpus a été enrichi au cours de l'étude par nos recherches personnelles sur certains aspects comme la viabilité économique par exemple. Nous avons également étudié plusieurs articles scientifiques sur le sujet. De plus, nous avons complété notre analyse avec la lecture de rapports tel que le rapport du Sénat 2022 traitant du sujet.

Cette phase de lecture nous a permis d'identifier un certain nombre d'acteurs différents (ONG, chercheurs, politiques...) et de points de débats. Pour compléter notre travail nous avons donc eu l'opportunité d'échanger avec plusieurs de ces acteurs occupant des postes différents :

- Un chercheur géologue du CNRS spécialisé en géosciences marines et qui a notamment travaillé sur les anomalies magnétiques en domaines océaniques.
- L'assistante parlementaire de Marie Toussaint, députée EELV au Parlement européen
- Un ambassadeur de France en Jamaïque et représentant permanent au Conseil de l'AIFM
- Un employé occupant un poste de direction au sein du Cluster Maritime Français
- Un chargé de mission de l'ONG Seas At Risk
- Un employé de l'entreprise *The Metals Company*
- Un sénateur, Michel Canévet, responsable du rapport du Sénat 2022 traitant du sujet.
- Un chargé de campagne chez Greenpeace
- Et divers acteurs au cours d'une conférence de presse organisée au Parlement par la Sustainable Ocean Alliance.

En parallèle nous avons utilisé la base de données Scopus pour réaliser une analyse quantitative et réaliser notamment une analyse temporelle de la production d'article sur plusieurs sous-thématiques : les ressources elles-mêmes, les techniques d'exploitation et les conséquences environnementales. Les mots clés utilisés pour les requêtes ont été identifiés à la suite de la première phase de lecture. Nous avons donc consulté Scopus au moyen de 3 équations de recherches :

- Pour les ressources en elle-même : TITLE-ABS-KEY ("polymetallic nodules") OR TITLE-ABS-KEY ("hydrothermal deposits") OR TITLE-ABS-KEY ("metal encrusting") AND ALL ("deep sea")
- Pour l'exploitation et les techniques d'exploitation : TITLE-ABS-KEY ("methods") OR TITLE-ABS-KEY ("extraction methods") OR TITLE-ABS-KEY ("extraction technics") AND ALL ("deep sea mining")
- Pour l'exploitation et les conséquences environnementales : TITLE-ABS-KEY ("environmental consequences") OR TITLE-ABS-KEY ("environmental damages") OR TITLE-ABS-KEY ("damages on biodiversity") OR TITLE-ABS-KEY ("biodiversity disturbance") OR TITLE-ABS-KEY ("environmental impact") AND ALL ("deep sea mining")

■ Références

■ Articles de presse généraliste / presse professionnelle

- Bigot, J. (2022, juillet 7). Les ONG vent debout contre l'exploitation minière des fonds marins. *Les Echos*. <https://www.lesechos.fr/thema/articles/les-ong-vent-debout-contre-l'exploitation-miniere-des-fonds-marins-1775074>
- Bouron, J.-B. (2017, mars). Mesurer les Zones Économiques Exclusives. *Géoconfluences*. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiers-thematiques/oceans-et-mondialisation/geographie-appliquee/mesurer-les-zee>
- Collet, P. (s. d.). *Des ONG demandent à l'UE de montrer l'exemple en interdisant l'exploitation minière des grands fonds marins*. Actu-Environnement; Actu-environnement. Consulté 26 octobre 2022, à l'adresse <https://www.actu-environnement.com/ae/news/demande-moratoire-exploration-ressources-minieres-grands-fonds-marins-37549.php4>
- Corniou, M. (2017, août 24). *Mines : Les abysses, nouvel eldorado* - Québec Science. <https://www.quebecscience.qc.ca/environnement/mines-les-abysses-nouvel-eldorado/>
- Deep-sea mining : What are the alternatives ? Fact sheet 9. (2022, février). *Deep Sea Mining Conservation Coalition*.
- Delamarche, M. (2015, avril 2). Des mines sous les mers. *L'Usine Nouvelle*, 3417, 46.
- Doherty, B. (2019, septembre 15). Collapse of PNG deep-sea mining venture sparks calls for moratorium. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/world/2019/sep/16/collapse-of-png-deep-sea-mining-venture-sparks-calls-for-moratorium>
- Earle, S., & Kammen, D. (2022, octobre 25). The Case Against Deep-Sea Mining. *Time*. <https://time.com/6224508/deep-sea-mining-threat-ban/>
- Groizeleau, V. (2022, février 9). L'océan, pompe à carbone. *Mer et Marine*. <https://www.meretmarine.com/fr/science-et-environnement/l-ocean-pompe-a-carbone>
- Klinger, C. (2017, mars 30). Yves Fouquet : « Les cartes des grands fonds sont moins précises que celles de Mars ! ». *La Recherche*, 522, 5.
- La course pour l'exploitation des ressources du plancher océanique s'organise. (2021, novembre 21). *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/10/21/la-course-pour-l-exploitation-des-ressources-du-plancher-oceanique-s-organise_6099338_3244.html
- « La France doit rejoindre l'Alliance des pays pour un moratoire sur l'exploitation minière en eaux profondes ». (s. d.). *Le Monde*. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse https://www.lemonde.fr/idees/article/2022/07/26/la-france-doit-rejoindre-l-alliance-des-pays-pour-un-moratoire-sur-l-exploitation-miniere-en-eaux-profondes_6136205_3232.html
- Lavocat, L. (s. d.). La position française sur la protection des fonds marins est opaque. *Reporterre, le quotidien de l'écologie, Enquête — Mines et Gaz de schiste*. Consulté 26 octobre 2022, à l'adresse <https://reporterre.net/La-France-ambigue-sur-la-protection-des-fonds-marins>
- Les champs de nodules polymétalliques, hauts lieux de la biodiversité*. (2016, juin 23). NewsPress. http://www.newspress.fr/Communique_FR_297367_874.aspx
- Lipton, E. (2022, août 3). Secret Data, Tiny Islands and a Quest for Treasure on the Ocean Floor—The New York Times. *The New York Times*. <https://www.nytimes-com.portail.psl.eu/2022/08/29/world/deep-sea-mining.html>

L'océan, puits de carbone à l'avenir incertain | INSU. (s. d.). Consulté 4 janvier 2023, à l'adresse <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/locean-puits-de-carbone-lavenir-incertain>

Nations, U. (s. d.). *L'autorité internationale des fonds marins et l'exploitation minière des grands fonds marins* | Nations Unies. United Nations; United Nations. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://www.un.org/fr/chronicle/article/lautorite-internationale-des-fonds-marins-et-lexploitation-miniere-des-grands-fonds-marins>

Predicting the Impacts of Mining Deep Sea Polymetallic Nodules in the Pacific Ocean : A Review of Scientific Literature. (2020). *MiningWatch Canada*. <https://miningwatch.ca/publications/2020/5/19/predicting-impacts-mining-deep-sea-polymetallic-nodules-pacific-ocean-review>

Rose, S. (2022, juillet 1). *La conférence sur les océans clôturée avec la déclaration de Lisbonne adoptée par consensus*. RFI. <https://www.rfi.fr/fr/environnement/20220701-la-conf%C3%A9rence-sur-les-oc%C3%A9ans-cl%C3%B4tur%C3%A9e-avec-la-d%C3%A9claration-de-lisbonne-adopt%C3%A9e-par-consensus>

Valo, M. (2022, novembre 7). Emmanuel Macron veut interdire l'exploitation des fonds marins. *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/11/07/emmanuel-macron-veut-interdire-l-exploitation-des-fonds-marins_6148877_3244.html

▪ **Articles de revue scientifiques**

Arnaud-Haond, S., & Pradillon, F. (2017). « Pourquoi pas les abysses ? » Le projet de recherche de l'Ifremer pour mieux connaître la biodiversité des fonds marins. *cairn.info, Responsabilité & Environnement*(85).

Bersani, F. (2017). Les mines terrestres, les ressources minérales des fonds marins... et notre soif de matières premières. *cairn.info, Responsabilité & Environnement*(85). <https://doi.org/10.3917/re1.085.0005>

Beurier, J.-P. (2015). L'autorité internationale des fonds marins, l'environnement et le juge. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Hors-série 22*, Art. Hors-série 22. <https://doi.org/10.4000/vertigo.16169>

Ganguli, R., & Cook, D. R. (2018). Rare earths : A review of the landscape. *MRS Energy & Sustainability*, 5, E9. <https://doi.org/10.1557/mre.2018.7>

L'Hostis, D. (2017). Les ressources minérales des grands fonds océaniques : Des enjeux environnementaux majeurs. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 86(2), 104-107. <https://doi.org/10.3917/re1.086.0104>

Paillard, C.-A. (2017). Enjeux économiques : Quel est le potentiel des ressources minérales marines ? *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, N° 85(1), 19. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0019>

Sarradin, P.-M., Sarrazin, J., & Lallier, F. H. (2017). Les impacts environnementaux de l'exploitation minière des fonds marins : Un état des lieux des connaissances. *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 30-34. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0030>

Vallat, F. (2017). Quels sont aujourd'hui les atouts de la filière française de prospection et d'exploitation minières des grands fonds marins ? *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, 85(1), 71-74. <https://doi.org/10.3917/re1.085.0071>

▪ **Divers**

Billet de blog

5 raisons d'empêcher l'extraction minière en eaux profondes. (2020, décembre 17). [ONG]. *Greenpeace France*. <https://www.greenpeace.fr/5-raisons-dempecher-l'extraction-miniere-en-eaux-profondes/>

Bésil : VALE géant du Sud mis en difficulté par une nouvelle tragédie minière. (s. d.). Nouvelle-Calédonie la 1ère. Consulté 13 janvier 2023, à l'adresse <https://la1ere.francetvinfo.fr/nouvellecaledonie/bresil-vale-geant-du-sud-frappe-nouvelle-tragedie-miniere-674093.html>

Exploration minière en eaux profondes : Des tests belges prévus dans le Pacifique. (s. d.). *Greenpeace Belgique*. Consulté 26 octobre 2022, à l'adresse <https://www.greenpeace.org/belgium/fr/blog/21160/exploration-miniere-en-eaux-profondes-des-tests-belges-prevus-dans-le-pacifique/>

One, O. (s. d.). *Say No to Deep-Sea Mining*. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://only.one/act/mining>

Predicting the Impacts of Mining Deep Sea Polymetallic Nodules in the Pacific Ocean : A Review of Scientific Literature. (2020). *MiningWatch Canada*. <https://miningwatch.ca/publications/2020/5/19/predicting-impacts-mining-deep-sea-polymetallic-nodules-pacific-ocean-review>

Communiqué et conférence de presse

Permis accordé à la France pour l'exploration de sulfures polymétalliques. (2012). IFREMER. https://wwz.ifremer.fr/content/download/62905/852706/file/12_07_27_CP_permis-sulfure.pdf

Infographie

Les métaux : Des ressources qui pourraient manquer ? (s. d.). ADEME. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://multimedia.ademe.fr/infographies/infographie-terres-rares-ademe/>

Livre

Ian, U., & Slitack, P. (2019). *La jungle des océans : Crimes impunis, esclavage, ultraviolence, pêche illégale.* (Payot).

Verne, J. (1869). *Vingt mille lieues sous les mers.*

Site web

About section. (s. d.). Kasm. Consulté 9 janvier 2023, à l'adresse <https://www.kasm.org.nz/about>

▪ Littérature grise

Lois

Nations Unies. (1958). *Convention sur la haute mer.* Recueil des Traités.

The Area & the 1994 Implementation Agreement. (2017). Centre for International Law (CIL). <https://cil.nus.edu.sg/wp-content/uploads/2017/11/The-Area-and-the-1994-Implementation-Agreement-2017.pdf>

United Nations Convention on the Law of the Sea. (1973). https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

Rapport

Atlas de l'océan, Faits et chiffres sur les menaces qui pèsent sur nos écosystèmes marins (p. 40). (2018). Henrich-Böll-Stiftung et Cluster d'excellence Future Ocean de l'Université de Kiel,.

Canévet, M., & Rohfritsch, T. (2022). *Abysses : La dernière frontière ?* (N° 724). Sénat. <https://www.senat.fr/notice-rapport/2021/r21-724-notice.html>

Critical raw materials for the energy transition in the EU: How circular economy approaches can increase supply security for critical raw materials. (2022). SYSTEMIQ.

France 2030 : Un plan d'investissement pour la France. (s. d.). Consulté 13 janvier 2023, à l'adresse <https://www.economie.gouv.fr/france-2030>

Früh-Green, G. (2019, juillet 22). *Statement of concern from the international scientific community* [Communication personnelle].

Hache, E. (s. d.). *IFPEN | Les métaux dans la transition énergétique*. Consulté 22 décembre 2022, à l'adresse <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/climat-environnement-et-economie-circulaire/les-metaux-transition-energetique>

Rapport annuel 2020 du Secrétaire général de l'Autorité internationale des fonds marins. (2020). Autorité internationale des fonds marins. https://www.isa.org/im/files/files/documents/ISA_Annual_Report_2020_FR.pdf

Rapport de M. Jean Glavany sur le projet de loi , adopté par le Sénat, autorisant l'adhésion au protocole sur les privilèges et immunités de l'Autorité internationale des fonds marins (N° 3994). (2011). XIIIe législature - Assemblée nationale. [https://www2.assemblee-nationale.fr/documents/notice/13/rapports/r3994/\(index\)/depots/\(archives\)/index-depots%22%20/%20%22P103_12381](https://www2.assemblee-nationale.fr/documents/notice/13/rapports/r3994/(index)/depots/(archives)/index-depots%22%20/%20%22P103_12381)

Synthèse du scénario négaWatt 2022 : La transition énergétique au cœur d'une transition sociétale. (2022). Association négaWatt.

The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. (2022). IEA. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>

Velde, P. V. D. (2015). *L'exploitation des ressources minières sous-marines*. Ambassade de France en Allemagne.

Why the Rush? Seabed mining in the Pacific ocean | Deep Sea Mining: Out Of Our Depth. (2019). Deep sea mining campaign. <http://www.deepseaminingoutofourdepth.org/why-the-rush/>

▪ Entretiens

- Entretien avec Rory Usher, collaborateur de *The Metals Company*, 10 octobre 2022.
- Entretien avec Alexandre Luczkiewisz, représentant du Cluster maritime français, 10 octobre 2022.
- Entretien avec Jérôme Dymont, directeur de recherche au CNRS affecté à l'Institut Physique du Globe de Paris, 27 octobre 2022.
- Entretien avec un représentant de la France au conseil de l'Autorité internationale des fonds marins, 28 octobre 2022.
- Entretien avec Michel Canévet, sénateur du groupe Union centriste, 3 novembre 2022.
- Entretien avec la collaboratrice parlementaire de Marie Toussaint, députée EELV au Parlement européen, 3 novembre 2022.
- Entretien avec un chargé de mission de *Seas At Risk*, 8 novembre 2022.
- Entretien avec François Chartier, responsable de campagne Océan et pétrole chez *Greenpeace France*, 25 novembre 2022.