



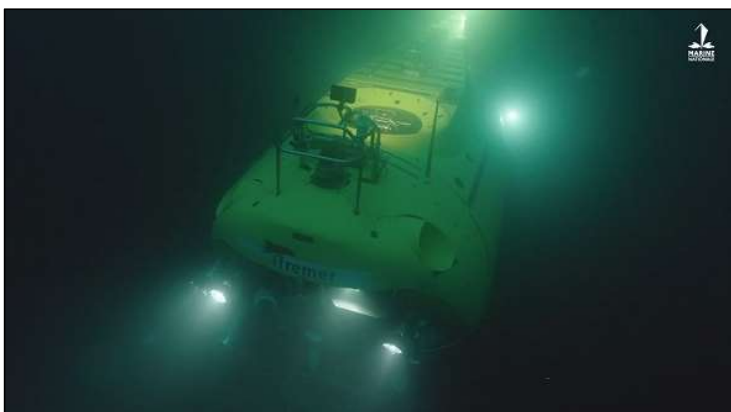
ÉCOLE DE GUERRE

PROMOTION P32

2024-2025

Conflictualité dans les grands fonds marins, quelle ambition pour la France et les Armées ?

Entre enjeux de souveraineté et impératifs de coopérations internationales.



Capitaine de corvette Jean-Philippe SERRES

Sous la direction de

Monsieur Nicolas Mazzucchi

Directeur de recherches – Centre d'Etudes Stratégiques de la Marine



Avertissement

Le contenu et les conclusions de ce mémoire reflètent la pensée personnelle de son auteur. Ils n'engagent donc ni la responsabilité de l'Ecole de Guerre, ni celle de l'institution militaire ou du ministère des Armées.

Résumé

Le développement de la conflictualité dans les grandes profondeurs sous-marines a provoqué la prise de conscience française de l'importance de réinvestir le milieu. En effet, alors qu'il demeure encore largement méconnu, tant dans ses aspects géophysiques et environnementaux que dans le potentiel économique qu'il renferme, il est le théâtre central de l'interconnexion des continents et des civilisations. Des infrastructures informationnelles et énergétiques s'y multiplient parallèlement aux vulnérabilités qu'elles présentent pour nos sociétés digitalisées. Ainsi, profitant, d'une part, de la complexité d'y opérer du fait de son opacité extrême et des technologies de pointe qu'il requiert, et d'autre part de la faiblesse voire de l'absence de réglementation, nos compétiteurs y font peser une menace crédible sur nos intérêts vitaux.

En réponse à cette menace, la stratégie du ministère des Armées de 2022 établit une feuille de route dans l'acquisition de capacités nouvelles dans un souci de cohérence globale et d'efficience. Or, alors qu'elle pose des ambitions pleinement atteignables s'agissant de la couche superficielle des océans, domaine d'emploi des plongeurs, des sous-marins et des drones communs, la complexité de remplir ses objectifs s'accroît à mesure que l'on plonge dans les abysses, sous les 3000 mètres de fond.

Ce mémoire vise à analyser le milieu des grands fonds marins, ses enjeux, menaces et opportunités, ainsi que les approches des États partenaires et compétiteurs, afin de proposer les bases du développement doctrinal voulu par la stratégie ministérielle, autour des opérations abyssales. Il apparaît que l'acquisition parcimonieuse de systèmes de haute technologie devra être accompagnée d'une coopération duale visant à rentabiliser les coûts de développements ainsi que d'une interopérabilité opérationnelle avec les marines partenaires. Néanmoins, l'étroite relation entre la maîtrise des grands fonds et la liberté d'action de la composante océanique de la dissuasion nucléaire nécessitera de maîtriser le périmètre de coopération sans toutefois l'écarter d'emblée.

Abstract

The rise of conflict in the deep ocean has triggered a new awareness in France regarding the importance of reinvesting in this environment. Although the deep-sea geophysical and environmental aspects are still largely unknown, as its economic potential, it is at the central stage for the interconnection of continents and civilizations. Information and energy infrastructures are multiplying in parallel with the vulnerabilities they present for our digitalized societies. On one hand, our competitors are taking advantage of the complexity of operating in this environment due to its extreme opacity and the cutting-edge technologies requirements; on the other hand, they leverage the weakness or even absence of regulation that poses a credible threat to our vital interests.

In response to this threat, the Ministry of the Armed Forces' 2022 strategy sets out a roadmap for the acquisition of new capabilities, with a vision to ensure the national overall response, coherence and efficiency. However, while the strategy sets out fully achievable ambitions for the surface layer of the oceans, where divers, submarines and uncrewed vehicles are deployed, the complexity of meeting these objectives increases as a function of the depth below 3,000 meters.

The aim of this thesis is to analyze the deep-sea environment, its challenges, threats and opportunities, as well as the strategic approaches of partner and competitor countries. The analysis will serve as a foundation and input for the development of abyssal operations doctrine required by the Ministry of Armed Forces. It appears that the parsimonious acquisition of high-tech systems will need to rely on dual cooperation aimed at making development costs profitable and on operational interoperability with partner navies as well. Nevertheless, the close relationship between deep-sea control and the freedom of action of the oceanic component of the nuclear deterrence will require us to control the scope of cooperation, without ruling it out from the outset.

Introduction

En janvier 2019, deux câbles sous-marins stratégiques de télécommunications reliant le continent norvégien à l'archipel arctique de Svalbard sont mystérieusement endommagés, paralysant les communications destinées aux satellites opérant en orbite polaire, ainsi que le réseau d'écoute des activités sous-marines en mer de Norvège¹. Sans que cette action ne puisse être formellement imputée à un acteur étatique, la présence d'un navire de pêche russe à proximité du lieu de l'incident interroge. Cet événement, de moins en moins isolé, auquel vient s'ajouter l'affaire des gazoducs *Nord Stream 1 et 2* sabotés en septembre 2022, ou la dégradation du câble de télécommunications C-LION 1 liant l'Allemagne et la Finlande en novembre 2024 par l'activité suspecte d'un cargo battant pavillon chinois², met en lumière l'importance stratégique de la maîtrise des fonds marins (MFM) et l'extrême vulnérabilité de l'Europe dans les bornes hautes de ce milieu de conflictualité.

En effet, encore particulièrement méconnu, dépourvu de contours juridiques clairs, et dont la maîtrise requiert un haut niveau d'investissement technologique, le domaine des grands fonds marins reste difficile d'accès et impossible à surveiller durablement dans sa globalité. Or il s'agit du champ d'expression de l'hybridité par excellence permettant d'agresser en quasi-impunité les intérêts vitaux d'une Nation évoluant à l'ère digitale. De fait, être capable de défendre les intérêts de la France sur les grands fonds marins passe nécessairement par une coopération internationale civilo-militaire dans les domaines de la recherche scientifique, de la production d'effecteurs et dans l'acquisition de compétences, mais également dans l'établissement de normes civiles (UE) et militaires (OTAN). Ainsi, alors que de nombreuses stratégies nationales voire multinationales émergent chez nos compétiteurs et partenaires, souvent associées à des projets capacitaires d'envergure, la France fait le choix, dans un contexte budgétaire restreint d'opter pour des capacités exploratoires sur étagère. Pourtant pionnière du domaine à la fin du XIX^{ème} siècle, elle semble avoir aujourd'hui perdu l'initiative technologique face aux grandes puissances navales et investisseurs offshore. Dans cette perspective, face à l'extension de la conflictualité, et à la complexité d'opérer dans les abysses, la stratégie de la France reposant sur l'autonomie capacitaire reste-t-elle en adéquation avec son ambition pour les grands fonds marins ?

Aujourd'hui, les profondeurs des océans s'imposent comme un nouveau champ d'exploration, marqué par une conflictualité exacerbée, constituant un défi stratégique majeur pour la Marine nationale et les Armées, à l'image des dernières évolutions de la très haute altitude (THA) et du domaine spatial pour l'Armée de l'Air et de l'Espace. Etant familier des questions de sûreté sous-marine pour avoir servi comme officier opérations sur frégate anti sous-marine, mais aussi des enjeux de MFM pour avoir assuré le commandement d'un bâtiment hydrographique, je me suis naturellement intéressé à l'état de l'art dans le monde, avant de proposer une réflexion sur la stratégie française de maîtrise des abysses au regard de ses ambitions.

Après avoir défini précisément l'espace de conflictualité étudié et les enjeux qui y sont associés, ce mémoire vise à analyser, à travers les différentes approches nationales et supranationales existantes, la cohérence entre l'ambition et la stratégie globale de la France en matière de maîtrise des abysses.

¹ Article Mer et Marine du 16/02/2022 - <https://www.meretmarine.com/fr/marine-marchande/le-cable-sous-marin-du-svalbard-endommage-par-une-intervention-exterieure>

² Article le Monde du 22/11/2024 - https://www.lemonde.fr/pixels/article/2024/11/21/cables-sous-marins-endommages-en-mer-baltique-pourquoi-l-etat-se-resserre-autour-du-bateau-chinois_6407425_4408996.html

1. Les grands fonds marins : désinhibition croissante de la conflictualité

Dans la nuit du 4 au 5 août 1914 peu après la déclaration de guerre, la *Royal Navy* sectionnait l'ensemble des câbles télégraphiques sous-marins allemands dans la Manche, forçant le trafic télégraphique de l'ennemi destiné aux pays neutres et aux colonies, à emprunter des câbles britanniques. Si au début du siècle dernier, il était possible de contraindre les communications de l'ennemi en amont d'opérations cinétiques du fait d'une propriété des câbles clairement définie et de trafics bien identifiés, ce n'est aujourd'hui plus le cas de par la nature même du Net. Mais, pour autant, les conséquences d'une campagne de sectionnement de câbles à grande échelle ralentiraient voire paralyseraient les économies visées. En outre, alors que ce type d'action vers le fond des mers concernait le domaine d'emploi des plongeurs voire des submersibles, les opérations hybrides menées par nos compétiteurs ciblent aujourd'hui des profondeurs bien supérieures, profitant de l'opacité du milieu, de sa faible accessibilité et l'absence de réglementation.

Ainsi, au-delà du plateau continental et des zones économiques exclusives (ZEE), la « Zone » telle que définie par la convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM)³ et placée sous la tutelle de l'autorité internationale des fonds marins (AIFM) recèle des enjeux sécuritaires comme économiques tout en demeurant un bien commun de l'humanité qui échappe à la juridiction des Etats⁴.

Ainsi, au regard des récents investissements consentis par les Nations pour maîtriser le fond des océans, l'AIFM tient un rôle croissant dans la délivrance des autorisations d'exploration et d'exploitation. La Zone, principal théâtre de l'interconnexion monétaire et informationnelle des continents, et plancher de la composante océanique de dissuasion reste néanmoins un espace privilégié d'affrontement militaire.

1.1. Définition de l'espace de bataille

La caractéristique majeure du milieu sous-marin est son opacité croissante à mesure que l'on plonge vers les abysses, constituant ainsi un support de premier ordre pour l'exercice de la dissuasion nucléaire, comme des actions hybrides du temps de la compétition.

La zone épipélagique, également appelée zone de lumière solaire, qui s'étend de 0 à 200 m de profondeur, ne représente qu'environ 2 % du volume des mers et océans mais concentre néanmoins l'essentiel des activités subaquatiques, de la plongée humaine aux opérations militaires sous-marines. L'océan profond, d'une moyenne de 3800 m et d'environ 6000 m dans les plaines abyssales représente quant à lui les 98 % restants du volume⁵. Il intéresse l'exploration scientifique mais aussi l'exploitation des ressources minérales, énergétiques et dans une moindre mesure, biologiques.

C'est cette tranche de 200 m à 6000 m, dans laquelle l'activité humaine se raréfie, qui est étudiée ici. Au-delà des ressources naturelles stratégiques qu'elle renferme sur ou sous son plancher, elle est le théâtre de l'interconnexion entre les continents. Si aujourd'hui l'industrie pétrolière maîtrise l'intervention par 3000 m de fond pour ses activités économiques, opérer en-deçà nécessite un investissement technologique supérieur qui obère la rentabilité de l'exploitation des ressources. Ainsi, entre 3000 m et 6000 m, le fond des océans reste difficilement accessible, et grossièrement cartographié (moins de 3 % du fond des océans a été cartographié avec une résolution d'un mètre)⁶. Seulement 1 à 2 % de la surface des océans plongent au-delà de 6000 m de profondeur et sortent du cadre de cette étude.

³ Assemblée générale des Nations Unies. *Convention des Nations Unies sur le droit de la mer* (CNUDM). Montego Bay, 1982. 176p., article premier – p. 6.

⁴ *Ibid.* Article 136 et 137 – p. 52.

⁵ COP21-CMP11, *Océans et climat – Fiches scientifiques*, octobre 2015, p. 6.

⁶ Centre d'études stratégiques de la Marine, *Etudes marines – fonds marins*, n°22, octobre 2022, 153p., p. 7.

En outre, sur le plan juridique, les grands fonds marins représentent environ 96 % de la surface des eaux internationales, sur lesquelles la liberté des mers s'applique.

Dans l'espace ainsi défini, la liberté d'activité combinée à l'opacité de l'environnement favorise la militarisation et le développement de stratégies hybrides de la part de nos compétiteurs engendrant *de facto* une forme de course technologique visant à investir le milieu.

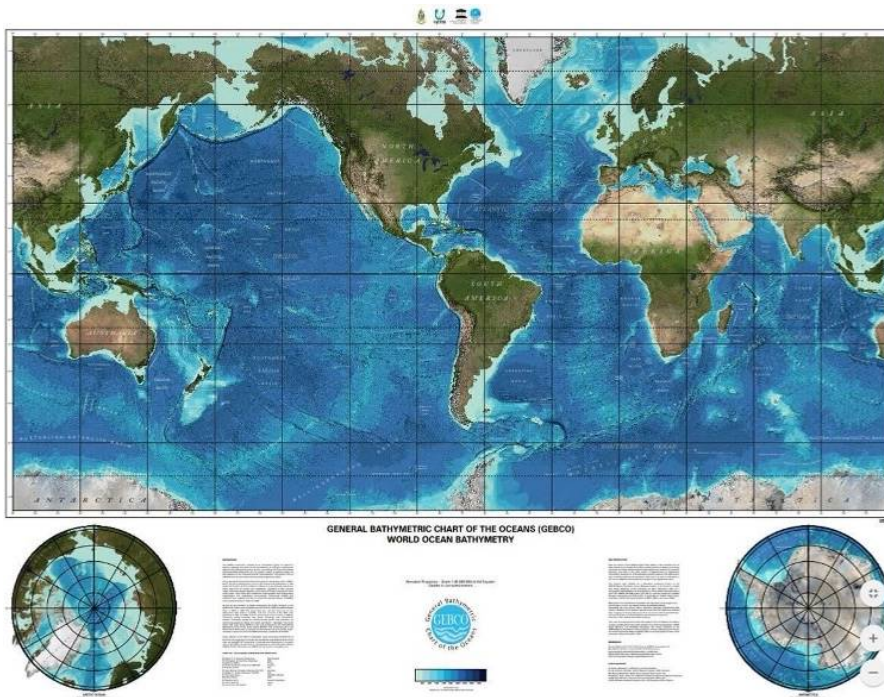


Figure 1 : Cartographie mondiale de l'espace considéré, à la meilleure résolution existante (source : general bathymetric chart of the ocean GEBCO – projet seabed 2030, soutenu par les Nations Unies).

1.2. Juridiction des grands fonds marins

La CNUDM de 1982, dite de Montego Bay, établit un référentiel en termes de juridiction des États sur les espaces maritimes : elle est en quelque sorte l'ombre portée par les États côtiers sur les mers et océans, permettant la libre circulation des marchandises dans un processus de maritimisation global du commerce mondial. Alors qu'elle définit notamment les délimitations des espaces de souveraineté et de juridiction et règlemente les activités, elle n'établit pas de norme concernant le fond des océans à l'aplomb des eaux internationales. L'AIFM, organisme des Nations Unies, définit cet espace comme patrimoine mondial de l'humanité et tente d'y réguler les velléités d'exploitation.

Or, les espaces maritimes sur lesquels les Nations prétendent exercer leur souveraineté sont vastes et nécessitent des moyens correctement dimensionnés et cohérents. S'agissant des fonds marins, l'investissement à consentir est considérable, pour une maîtrise de l'espace non garantie. Qui plus est, la menace prolifère à mesure que les fonds marins se militarisent. Avec l'accroissement de l'infrastructuration du fond des océans, c'est le statut de la Zone qui est remis en question par une

forme de « territorialisation rampante »⁷. Ainsi, le droit internationalement convenu jusqu'alors est régulièrement questionné voire bafoué par des politiques révisionnistes visant à promouvoir des intérêts souverains.

1.2.1. Convention de Montego Bay

La CNUDM, ratifiée par 168 états dont la France, définit les espaces maritimes sur lesquels les États côtiers exercent leurs prérogatives. En partant d'un référentiel géographique initial commun, la ligne de base droite⁸, elle définit trois types d'espaces⁹ :

- **Les espaces soumis à la souveraineté des États côtiers** : d'une profondeur de 12 milles nautiques (Nq), la mer territoriale est définie comme une extension du territoire continental sur laquelle l'État exerce l'ensemble de ses prérogatives souveraines. Il peut y contraindre le passage inoffensif d'unités militaires sous réserve de le notifier au préalable et de le justifier par des motifs de sécurité. Dans la zone contiguë, de 12 à 24 Nq, l'État côtier dispose de prérogatives pour prévenir et sanctionner les violations de règlements dans les domaines de la douane, de la fiscalité, de l'immigration ainsi que de la santé publique, avec un droit de poursuite vers la haute mer ;
- **Les espaces soumis à la juridiction des États côtiers** : la zone économique exclusive (ZEE) s'étend jusqu'à 200 Nq des lignes de base droites. Dans cet espace, l'État côtier y règlemente les modalités d'exploitation et de conservation des ressources, de la colonne d'eau comme du fond et du sous-sol ainsi que les activités de recherche scientifique ;
- **Les espaces maritimes soumis à aucune juridiction** : la haute mer est définie comme « toutes les parties de la mer qui ne sont comprises ni dans une zone économique exclusive, la mer territoriale ou les eaux intérieures d'un État, ni dans les eaux archipélagiques d'un État archipel »¹⁰. Elle représente environ 65 % de la surface totale des océans et 45 % de la surface totale de la planète. Dans cet espace, défini comme *mare liberum* par le juriste hollandais Grotius en 1609¹¹, la loi du pavillon s'applique : un navire en haute mer est soumis à la juridiction de l'État qui lui a octroyé le droit d'arborer son pavillon.

In fine, la CNUDM est principalement conçue comme un encadrement juridique de la liberté de circulation des marchandises dans un monde globalisé, tout en laissant en suspens la question de la gestion des ressources fixes, essentiellement en haute mer où elle échappe à toute juridiction étatique directe.

1.2.2. Juridiction des fonds marins au-delà des ZEE.

Avec la volonté accrue des États d'exploiter les ressources naturelles des fonds marins restant accessibles sur les plateaux continentaux au-delà des ZEE, la CNUDM a donné naissance en 1997 à la commission des limites du plateau continental (CLPC). Cet organe des Nations Unies composé de 21 scientifiques, indépendant de l'AIFM, est chargé d'examiner les dossiers d'extension du plateau continental des États requérants.

Ainsi, un État peut revendiquer une extension de sa juridiction sur les fonds marins et le sous-sol au-delà de sa ZEE jusqu'à 350 Nq, lorsque les caractéristiques géophysiques du plateau continental revendiqué démontrent qu'il s'agit du prolongement naturel du territoire terrestre de

⁷ MOTTE Martin (et al.), *La mesure de la force*. Paris, Tallandier, 2023, 480 p., p. 172.

⁸ Ligne correspondant à « la laisse de basse mer le long de la côte, telle qu'elle est indiquée sur les cartes marines à grande échelle reconnues officiellement par l'État côtier ». CNUDM, *op. cit.*, article 5.

⁹ *Ibid*, mer territoriale : articles 2 à 15 – zone contiguë : article 33 – ZEE : articles 55 à 75 – haute mer : articles 86 à 120.

¹⁰ *Ibid*, Article 86.

¹¹ GROTIUS, Hugo. *Mare Liberum*. Leiden, Elzevier, 1609, 76 p.

l'État côtier. Les critères d'évaluation incluent notamment l'épaisseur des roches sédimentaires (1 % de la distance au pied de pente, permettant de s'affranchir des formations volcaniques par exemple), la distance par rapport au pied de pente du talus (60 Nq) et la profondeur des eaux (isobathe des 2500 m ou 100 Nq de l'isobathe des 2500 m)¹².

L'institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) est maître d'œuvre national du programme d'extension raisonnée du plateau continental (EXTRAPLAC) chargé de soumettre les dossiers à la CLPC. Le secrétariat général pour la mer (SGMer) en est le maître d'ouvrage. Sous son égide, les revendications françaises ayant reçu des recommandations favorables de la commission concernent la façade Nord-ouest de la métropole, la Guyane et les terres australes et antarctiques françaises (TAAF). Le dossier polynésien est en cours d'examen.

Au-delà des prolongations de juridiction accordées, l'AIFM créée en 1994 et placée sous l'égide des Nations Unies a pour mission d'assurer l'exploitation durable des ressources, dans l'espace de vide juridique appelé la « zone », « pour le compte de l'humanité toute entière »¹³. Ainsi, à la fois juge et partie dans l'exploitation des richesses du fond des océans face au devoir de préservation d'une biodiversité méconnue, l'AIFM n'a pas été en mesure d'obtenir un consensus sur l'établissement d'un code minier en 2023. De nouvelles tractions devraient parvenir à aboutir en 2025. En parallèle, le traité de juin 2023 sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité dans les eaux ne relevant pas de la juridiction nationale ou *biodiversity beyond national jurisdiction* (BBNJ) met en place deux outils majeurs permettant de réguler l'exploitation des ressources en haute mer : les Aires Marine Protégées (AMP) et les études d'impact environnemental (EIE)¹⁴. Toutefois elle ne précise ni les modalités de contrôle du respect du traité ni les responsabilités des États en la matière. Appliquant le principe de précaution, la France conforte son leadership mondial en matière de protection de l'environnement en optant pour un moratoire sur l'exploitation des océans, afin de consolider sa connaissance scientifique de l'écosystème ainsi que son accès à des technologies d'exploitation plus abouties.

In fine, en différenciant la juridiction du sous-sol, du fond des océans, et de la colonne d'eau, les développements normatifs de ces dernières années génèrent une nouvelle discontinuité stratégique dans l'utilisation de l'espace aéromaritime à des fins militaires. Ce manque de cohérence global vient compliquer encore davantage la prise de décisions consensuelles concernant l'accès et l'exploitation des ressources des fonds marins et pourrait être de nature à entraver la liberté d'action des forces navales en instrumentalisant le traité BBNJ¹⁵.

¹² CNUDM, *op. cit.*, article 76.

¹³ Conformément à la Partie XI de la CNUDM articles 136 et 140.

¹⁴ Assemblée générale des Nations Unies. *Accord se rapportant à la CNUDM et portant sur la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale*. 2023. 70p., article premier p. 4.

¹⁵ CARTOU Pauline (CC). *Le traité BBNJ, quels impacts pour la Marine nationale et la liberté de la haute mer ?* 2024. 48 p., p. 43.

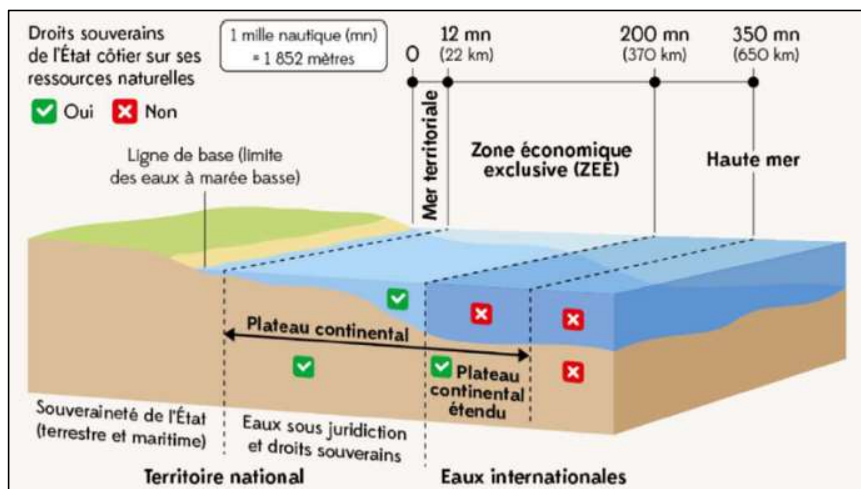


Figure 2 : Espaces maritimes définis par la CNUDM (source : L'Atlas de l'eau et des océans. Enjeux géopolitiques. Le Monde/La Vie, hors-série n°22, 2017).

1.2.3. Règlements liés aux partages de technologies critiques

En sus du système de juridiction géographique, certaines capacités sous-marines sont considérées comme des technologies duales critiques dont le partage est réglementé par plusieurs textes de lois de niveaux national et européen¹⁶.

Or, opérer dans les grands fonds marins repose sur l'emploi de systèmes de guidage inertiels et de positionnement dynamique dronisés sophistiqués, de technologies de communication acoustique de haute performance, d'intelligence embarquée pour le traitement de téraoctets de données recueillies à chaque plongée (environ 20 Kb/s pour un drone à longue endurance) et de matériaux de blindage de coque onéreux. En outre, nombre de ces technologies sont aujourd'hui développées par l'industrie offshore pour la conduite de ses activités subaquatiques, industrie qui prend par nature une dimension multinationale du fait de la répartition de sa clientèle. Néanmoins, cette dernière tend désormais à s'appuyer sur des entreprises spécialisées dans le développement et la production de robots sous-marins de haute technologie, comme par exemple l'industriel norvégien Kongsberg, champion national en la matière proposant ses solutions au monde entier.

Ainsi, même si opérer dans les grands fonds marins pose des questions de sûreté ne pouvant être traitées que dans un cadre strictement national, développer et produire ce type de capacité nécessite un haut niveau de coopération industrielle dépassant le cadre des États.

1.3. Enjeux stratégiques de la maîtrise des grands fonds

Dès la fin du XIX^{ème} siècle, le fond des mers apparaît comme un espace propice au développement de stratégies hybrides, capables d'affecter le potentiel militaire d'un État. En parallèle, la raréfaction des ressources naturelles aisément accessibles a forcé les États à se reposer sur une industrie de l'énergie à capacité offshore, afin de maintenir leur cadence de développement. Par ailleurs, aujourd'hui, au terme de plus d'un siècle de mondialisation des échanges, ce sont 10 000 milliards de dollars de transactions financières qui transitent quotidiennement sur le fond des océans

¹⁶ Règlement (UE) 2021/821 du Parlement européen et du Conseil, concernant le contrôle des exportations, du courtage, de l'assistance technique, du transit et du transfert de biens à double usage.

à travers près de 450 câbles sous-marins, représentant ainsi 98 % des flux monétaires mondiaux. En outre, ces câbles sous-marins véhiculent 99 % du trafic numérique planétaire¹⁷ rendant notre société dépendante de l'accessibilité à des serveurs délocalisés outre-Atlantique.

A l'heure où le système de défense des puissances majeures repose sur une composante océanique de la dissuasion nucléaire, l'apparition de câbles rayonnants et des technologies de détection par fibre optique (ou *fibersensing*) interroge et met également en lumière plusieurs opportunités permettant d'assurer la sûreté de nos opérations.

En tout état de cause, le développement d'une base industrielle solide est indispensable pour investir le domaine en autonomie dans une approche duale.

1.3.1. Enjeux économiques

Historiquement, l'intérêt grandissant des Etats pour les ressources minières du fond des océans a été modéré par les problématiques liées à la nécessaire rentabilité de leur exploitation. En effet, pourtant identifiées dès les années 1970 comme nécessaires à la transition écologique des sociétés industrialisées, les nodules polymétalliques gisant par 6000 mètres de fond restent difficiles d'accès, et ne sont toujours pas exploités plus d'un demi-siècle plus tard. D'ailleurs, l'éventualité selon laquelle les technologies de recyclage des matériaux actuels, pourvoient aux besoins de la société et obéreront définitivement la rentabilité d'exploitation des abysses, reste parfaitement crédible.

Néanmoins, la réglementation internationale portée par l'AIFM entre dans une phase de profonde évolution, tout comme les développements technologiques de prospection et d'exploitation¹⁸.

Tout d'abord, les ressources minérales de la surface du plancher océanique sont nécessaires à la transition écologique des pays développés, en raison de leurs liens avec la fabrication de systèmes de collecte et de stockage de l'énergie électrique. Les nodules polymétalliques, formations riches en manganèse, en nickel et en cuivre sont présents en quantité au cœur des plaines abyssales (4000 à 6000 m de fond). Les encroûtements cobaltifères se retrouvent sur les monts sous-marins (1500 à 3000 m de fond) et contiennent des métaux rares comme le cobalt, le titane et le platine. Enfin, les sulfures hydrothermaux dans lesquels on retrouve des dépôts de métaux précieux comme l'or ou l'argent, mais aussi du zinc ou du cuivre sont associés aux dorsales océaniques (2000 à 4000 m de profondeur).¹⁹

Matériaux	Localisation	Utilité dans la transition énergétique
Manganèse	Nodules polymétalliques. Plaines abyssales. (4000-6000 m).	Fabrication de batteries lithium-ion des véhicules électriques.
Nickel		Fabrication des panneaux photovoltaïques et des bobinages de générateurs éoliens.
Cuivre	Sulfures hydrothermaux. Dorsales océaniques. (2000-4000 m).	Transport de l'énergie électrique.
Zinc		Fabrication de batteries à zinc-air servant au stockage de l'énergie photovoltaïque ou éolienne.
Or		Utilisé principalement dans les technologies de pointe. Améliore les performances des cellules solaires. Utilisé comme catalyseur de certaines piles à hydrogène, dans les super condensateurs, les circuits imprimés et semi-conducteurs, et convertisseurs d'énergie.

¹⁷ M. Motte, *op. cit.*, p. 171.

¹⁸ Ministère des Armées. *Stratégie ministérielle de maîtrise des fonds marins - rapport du groupe de travail*. Paris, février 2022, 53p., p. 8.

¹⁹ *Ibid.*, p. 16.

Argent		Employé dans les grilles conductrices de panneaux solaires captant les électrons générés.
Cobalt		Fabrication de batteries lithium-ion des véhicules électriques.
Titane	Encroûtements cobaltifères.	Couches protectrices de panneaux solaires. Structures support d'éoliennes et de générateurs photovoltaïques en environnement marin.
Platine	Monts sous-marins. (1500-3000 m).	Fabrication de piles à hydrogène et comme catalyseur dans la production d'énergie à partir de l'hydrogène.

Figure 3 : Tableau synthétisant l'emploi des ressources minérales des fonds marins dans la transition énergétique.

En outre, la raréfaction des ressources fossiles aisément accessibles conduit les grandes compagnies à envisager une extraction offshore toujours plus profonde avec un ensemble d'infrastructures critiques (conduit entre tête de puits et installation de surface, collecteurs sous-marins, pipelines et ombilicaux, capteurs fixes) disposées sur le plancher océanique. Aujourd'hui, les plateformes semi-submersibles ancrées, les tours flottantes (*spar platforms*), les plateformes TLP (*tension leg platforms*) maintenues par câbles et les navires *floating production storage and offloading* (FPSO) permettent d'exploiter les hydrocarbures par 1500 m de fond. Le forage sous le plancher varie entre 2 et 12 kilomètres²⁰.

Le transport des ressources extraites revêt également un caractère stratégique dans la mesure où les flux considérés prennent une part majeure dans l'approvisionnement énergétique des pays. A titre d'illustration, le gazoduc *Franpipe* reliant la Norvège à Dunkerque véhiculait en 2023, 22 % des importations françaises de gaz naturel²¹, illustrant l'importance stratégique de ce flux énergétique.

Enfin, les plaines abyssales sont le théâtre de l'interconnexion entre les continents *via* des câbles sous-marins toujours plus sophistiqués et éminemment stratégiques. Véritables autoroutes des données, ils véhiculent 99 % des données mondiales, une infime partie transitant par satellite. Avec 92 % des données nationales stockées aux États-Unis, les deux câbles (*Dunant* et *Amitié*) reliant directement les serveurs aux utilisateurs revêtent un caractère essentiel dans la fluidité des services digitaux nationaux. En particulier, on estime que 10 000 milliards de dollars sont échangés quotidiennement sur la planète par câbles sous-marins, mettant ainsi en exergue un centre de gravité majeur du système monétaire mondial.

En outre, la dissémination croissante des câbles de transmission d'énergie électrique entre Etats attire encore davantage leur centre de gravité stratégique vers la mer. Subséquemment, ils sont sujets à un nombre grandissant d'actions hybrides, le dernier en date étant la rupture du câble énergétique *Eastlink 2* reliant la Finlande à l'Estonie. Cet événement survenu le 25 décembre 2024, mettant en cause un navire de la flotte fantôme russe, a provoqué une réduction du flux énergétique d'un facteur trois entre les deux pays²².

²⁰ <https://www.eia.gov> – US Energy information administration.

²¹ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie-2023/14-gaz-naturel> - Statistiques du développement durable.

²² <https://fr.wikipedia.org/wiki/Estlink>

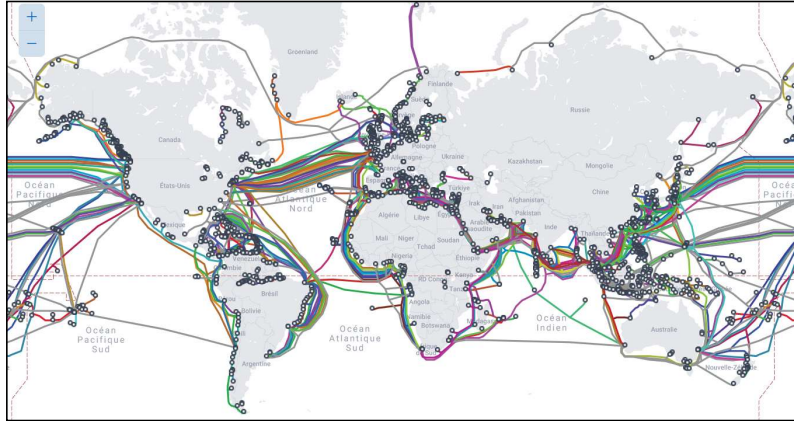


Figure 4 : dissémination des câbles sous-marins en 2025. Carte interactive disponible sur : <https://www.submarinecablemap.com>

Toutefois, l'enjeu majeur de l'exercice de la souveraineté nationale dans les grands fonds réside dans la question de l'attribution de la propriété sur un bien d'intérêt mondial, situé dans un espace partagé.

1.3.2. Enjeux de défense

Comme évoqué précédemment, l'opacité du milieu le rend favorable à la conduite de stratégies hybrides sous le seuil de la conflictualité ouverte, difficilement attribuables formellement. En effet, comme l'explique le centre d'excellence de l'OTAN en matière de guerre hybride d'Helsinki dans sa dernière publication, les activités subversives menées par des acteurs non étatiques sponsorisés par des États sont une composante clé des menaces hybrides. Ces acteurs, souvent désignés comme des « proxies », agissent comme des extensions des capacités étatiques, permettant aux sponsors de mener des opérations reniables et à faible coût²³. Celles-ci peuvent reposer sur différents modes d'actions parmi lesquels figurent :

- L'espionnage de câbles sous-marins visant à perpétrer des actions dans l'espace cybernétique ;
- La dépose sur le plancher océanique d'objets visant à restreindre la liberté d'action des forces (capteurs ou effecteurs) ;
- Le détournement d'infrastructures subaquatiques à des fins de renseignement (installations de capteurs, détection par analyse du rayonnement – *fibersensing*), ou d'exploitation (énergie, flux de données) ;
- Le sabotage d'infrastructures existantes dont l'objectif stratégique est de provoquer une entrave dans les champs digitaux, informationnels, énergétiques²⁴.

Ainsi, pour les sociétés interdépendantes les unes des autres et donc ultra connectées, la maîtrise des fonds marins revêt un caractère sécuritaire de premier ordre.

Pour quelques-unes d'entre elles, pourvues d'un accès direct aux grands fonds et dotées d'une composante océanique de dissuasion nucléaire, la maîtrise des grands fonds procède d'un enjeu crucial lié à la liberté d'action des forces (et réciproquement la restriction d'action des forces

²³ Hybrid Center of Excellence, *Countering state-sponsored proxies: Designing a robust policy*, Helsinki, février 2025, 27 p., p. 6.

²⁴ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 23 – 24.

adverses). Ainsi Russes, Américains, Britanniques et Français ont un enjeu crucial à garantir la sûreté de la dilution de leurs sous-marins nucléaires lanceurs d'engins (SNLE) dans leurs approches par grands fonds, les considérant alors comme leurs sanctuaires stratégiques. Pour les Chinois, cet enjeu majeur revêt un caractère problématique compte tenu des hauts fonds de la mer de Chine méridionale, à la sortie de leur base stratégique de Hainan : ils doivent donc se projeter dans la maîtrise des grands fonds marins au-delà de Taïwan, comme garantie et crédibilité de leur dissuasion.

Par élargissement, les implications de la maîtrise des grands fonds marins participent donc aux six fonctions stratégiques²⁵ :

- **Dissuasion** : la maîtrise des grands fonds marins, abordé comme un domaine de lutte, permet de garantir la liberté d'action de nos forces dans la mise en œuvre de la dissuasion nucléaire et lui confère de la profondeur stratégique. Dans la mesure où ce domaine contribue à lever une partie de l'opacité du milieu sous-marin, ses développements capacitaires de la prochaine décennie intéresseront les Nations dotées ;
- **Connaissance, compréhension, anticipation** : les capacités de surveillance, de pose et d'exploitation de capteurs immergés contribueront à terme à enrichir la situation maritime de référence (SMR). Elles visent également à anticiper l'hybridité afin de s'en prémunir. En outre, elles permettent d'accroître la compréhension des paramètres de la colonne d'eau sur-jacente et des données géophysiques du fond afin d'optimiser les performances des systèmes de détection sous-marine ;
- **Protection, résilience** : comme évoqué *supra*, la résilience de la société est fragilisée par une forte dépendance aux connexions par câbles sous-marins ainsi que sur des infrastructures énergétiques immergées critiques. Maîtriser le domaine des grands fonds permet d'assurer la défense des installations vitales ainsi que leur résilience face à des incidents techniques ;
- **Prévention** : avec des capacités d'action sur grands fonds accrues, les puissances contestataires sont en mesure de déstabiliser une économie, un réseau et par voie de conséquence, un pays de premier plan. Insérer la base industrielle et technologique de défense (BITD) française dans la compétition pour la conquête des grands fonds permet d'assurer une veille capacitaire visant à prévenir l'émergence d'une crise potentielle liée à l'emploi hybride d'une technologie de MFM, puis de contribuer à son règlement. La maîtrise des grands fonds vise aussi à agir plus activement dans la fonction prévention, en délivrant un signalement stratégique et en décourageant l'adversaire ;
- **Intervention** : indissociable de la fonction prévention, elle assure la défense nos intérêts prioritaires et ceux de nos alliés et permet à la France de tenir ses engagements internationaux. Ainsi, dans ce domaine, le déploiement de capacités d'intervention par grands fonds fait désormais l'objet d'une inscription au contrat opérationnel des Armées et une doctrine d'emploi visera à l'insérer dans une force navale afin d'en intégrer les effets.
- **Influence** : à l'instar du cercle restreint des Nations dotées, le développement d'une capacité française cohérente de maîtrise des grands fonds marins lui confère une place de premier ordre dans un « effet de club », aux côtés des Nations de la MFM, parmi lesquels alliés américains et éventuellement norvégiens peuvent faire face ensemble aux compétiteurs. Cette crédibilité est garante d'un dialogue à niveau permettant d'influencer les alliances et organisations internationales (OTAN, UE, ONU) afin de les faire converger vers une vision stratégique française. Elle participe également de la conception des normes techniques visant à réguler les technologies de MFM.

Finalement, face aux menaces hybrides et aux ambitions des puissances révisionnistes, investir et maîtriser les grands fonds marins revient à mettre l'accent sur la sécurisation d'une vulnérabilité

²⁵ Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale. *Revue nationale stratégique*. Paris, 2022, 60 p., p. 21 à 24.

critique de la France, ainsi que sur la sûreté de sa stratégie de défense. De fait, elle ne saurait s'appuyer sur une stratégie capacitaire non souveraine, nous y reviendrons par la suite.

1.3.3. Enjeux de souveraineté

Au-delà des aspects liés à la défense des intérêts vitaux du pays, la MFM et plus particulièrement son volet « grands fonds » revêt une importance majeure dans la crédibilité et la soutenabilité de la BITD nationale. En effet, originellement en pointe dans le domaine des opérations subaquatiques profondes (1953 : bathyscaphe Trieste, 1961 : bathyscaphe Archimède, ...), la France est désormais concurrencée voire supplantée sur la scène internationale par une multitude d'entreprises étrangères, essentiellement américaines, norvégiennes et néerlandaises, chacune spécialisée dans un domaine de pointe, et dotées d'une réelle expertise opérationnelle (pour partie au service de l'industrie offshore)²⁶.

Dès lors, la consolidation et la pérennité de la BITD française dans le domaine, permettra de répondre aux objectifs suivants :

- Développer, produire et employer en autonomie des capacités d'exploration, de protection et d'intervention ;
- Assurer la veille technologique et l'intégration continue de l'innovation ;
- Diversifier ses sources de financement en proposant des capacités cohérentes à l'export.

Avec une place renforcée de la BITD sur les marchés internationaux, il sera possible pour la France de faire valoir son expertise afin de prendre l'initiative sur la conception de normes et règlements engageant l'espace sous-marin (en particulier s'agissant de l'emploi de drones dotés d'un important niveau d'intelligence artificielle embarquée et d'autonomie).

²⁶ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 38 - 39.

2. Menaces et opportunités

Bien que de portée interministérielle, la stratégie de MFM portée par le ministère des Armées montre la forte intrication entre les enjeux de cet espace de conflictualité et les questions de sécurité et de défense nationale. En particulier, la maîtrise des grands fonds marins reste consubstantielle de la liberté d'action de la composante océanique de dissuasion nucléaire²⁷. L'intérêt grandissant des Nations dotées pour investir ce milieu en atteste.

En outre, dans cet espace peu règlementé et non surveillé, où circulent des flux d'intérêt vitaux pour le pays, l'expression naturelle de la puissance passe par une confrontation hybride susceptible d'affecter l'ensemble des pans de la société. Ainsi, les menaces qui pèsent sur la France dans ce domaine sont protéiformes et de provenances multiples. Alors que certaines émanent de stratégies nationales, d'autres dépassent le carcan des États. A l'instar de chaque domaine de lutte, les développements embryonnaires nationaux (capacitaires et doctrinaux), engendrent des opportunités de partenariats qu'il convient de ne pas écarter d'emblée sous couvert de classification des données, afin de découpler nos potentialités d'action.

En prenant un peu de recul, lorsque l'on cherche à anticiper la dynamique de la conflictualité dans les grands fonds marins, il semble intéressant de la comparer (sous certains aspects, avec les précautions qu'il convient d'adopter) à celle du domaine spatial²⁸ et plus spécifiquement de la maîtrise de la très haute altitude (THA).

2.1. Menaces non-étatiques ou supranationales

Afin de catégoriser les menaces auxquelles la France est exposée au prisme des grands fonds marins, il convient de les étudier selon plusieurs angles d'approche : la compétition économique, la contestation des règles et les confrontations hybrides.

Il s'agit là d'une analyse prospective du développement de la conflictualité dans les abysses au-delà du simple rapport de force étatique, replacée dans la perspective de la stratégie navale. En effet, avec une multiplication et une dilution des acteurs impliqués (agences gouvernementales, forces armées, entreprises multinationales, acteurs privés, organisations internationales...) les modes d'actions susceptibles de nuire à la France dans les grands fonds sont multiples. Au regard du niveau d'investissement technologique à consentir pour accéder au milieu, ils conservent toutefois comme dénominateur commun, le recours à un soutien étatique, contrairement à l'espace cybernétique par exemple.

2.1.1. Menaces liées à l'exploitation des ressources

Aujourd'hui limitée au-dessus de 1500 mètres de profondeur par nécessité de rentabilité (le coût de l'exploitation sous-marine est unanimement estimé comme supérieur à celui d'une mine terrestre, du fait du besoin de résistance à long terme des engins miniers et de la difficulté inhérente à la remontée des matières premières collectées)²⁹, l'exploitation future de ressources sous-marines pourrait suivre deux trajectoires distinctes :

- soit le mur technologique à franchir est trop important pour atteindre le seuil de rentabilité, auquel cas le *statu quo* serait prolongé ;
- soit la volatilité des prix des matières premières et la démocratisation de la robotique de pointe provoqueront l'apport d'une solution technique à l'extraction et la transformation des matériaux dans les abysses.

²⁷ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 30.

²⁸ Sénat. Rapport d'information n°724 sur la maîtrise des fonds marins. Paris, 21 juin 2022, 191 p., p. 115.

²⁹ *Ibid.*, p. 86.

In fine, cette exploitation qu'elle se déroule sur terre ou dans les abysses, devra permettre la transition écologique des sociétés industrialisées et pourvoir à leurs besoins énergétiques croissants dans un contexte de raréfaction des ressources pétrolifères. Or, comme l'atteste par exemple la situation sécuritaire dans le Golfe de Guinée à proximité des champs pétroliers nigériens, l'activité économique en mer est génératrice de plusieurs types de menaces :

- Les velléités de prédation sur les ressources et en réponse, la sécurisation des gisements ;
- Le brigandage et la piraterie dans des espaces d'insécurité, conduisant au recours massif à des sociétés privées de sécurité ;
- La restriction de la liberté d'action des forces par imposition de périmètres liés à la sécurité de la navigation ainsi que l'augmentation des mobiles sous-marins ;
- La dégradation majeure de l'écosystème marin régional, impactant *de facto* la sécurité alimentaire des pays côtiers riverains.

Néanmoins, contrairement à l'exploitation des ressources depuis la surface, le prix prohibitif de l'accès aux ressources abyssales nuit aujourd'hui à leur rentabilité d'exploitation. Toutefois, dans une vision prospective à long terme, la démocratisation des capacités technologiques « grands fonds », et la génération de multiples activités connexes, pourraient malgré tout faire peser une menace crédible sur la liberté d'action de nos forces en haute mer³⁰.

Il est donc primordial que les Armées soient associées à la conception réglementaire afférente, afin de pérenniser des marges de manœuvre maximales.

2.1.2. Compétition entre géants du numérique

Si aujourd'hui les potentialités du marché des câbles sous-marins paraissent infinies, et qu'il n'existe pas pour l'heure d'exclusivité d'exploitation des câbles³¹, l'activité concurrentielle qui oppose les géants du numérique américains et chinois (GAFAM versus BATX et *Huawei* dans une moindre mesure pour sa forte implication dans la MFM mais dont le modèle commercial diverge de celui des quatre autres), pourrait aboutir à une bipolarisation des autoroutes de données.

Dans cette perspective, nuire à la performance des services délivrés par un concurrent semble un objectif raisonnablement atteignable par ces entreprises. Les dommages collatéraux d'une telle compétition seraient ainsi assumés par les Etats, avec une faible capacité d'action sur la restauration optimale des services.

2.1.3. Emergence du *New seabed*

A l'instar du *New Space* qui a vu l'émergence d'acteurs privés dans la conquête spatiale permettant aux Etats-Unis d'y réaffirmer leur suprématie, on assiste à l'apparition d'un secteur privé du tourisme et de l'exploration des océans³². Plusieurs exemples viennent corroborer ce constat :

- L'apparition du tourisme de luxe dans les profondeurs : *Triton Submarines* conçoit des submersibles haut de gamme pour explorer les grands fonds. *Neptune One* (avant le drame du Titan) envisageait des expéditions commerciales pour visiter des épaves par grandes profondeurs comme celle du Titanic³³ ;
- L'étude prospective de stations sous-marines permanentes habitées : le projet *Proteus* de Fabien Cousteau vise à construire une station sous-marine permanente près de Curaçao, destinée à la recherche scientifique, aux entreprises de MFM et aux touristes fortunés. De la même façon, la

³⁰ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 26.

³¹ Rapport d'information du Sénat sur la MFM, *op. cit.*, p. 112.

³² *Ibid.*, p. 115.

³³ <https://tritonsubs.com>

Code de champ modifié

conception de villas sous-marines luxueuses inspirées de l'hôtel sous-marin *The Muraka* aux Maldives est envisagée ;

- L'exploration privée et la course aux records : le milliardaire Victor Vescovo qui finance la *Five deeps expedition*³⁴ est le premier homme à visiter les cinq fosses océaniques les plus profondes de la planète en 2019. De même, après avoir financé *Virgin Galactic* dans l'espace, Richard Branson a envisagé de reconduire l'expérience dans les profondeurs avec le projet *Virgin Oceanic*, projet finalement avorté.

In fine, à l'instar de la surface, la multiplication des acteurs dans le fond des océans pourrait, à terme, augmenter le risque de méprise dans la caractérisation d'une menace, offrant de surcroît aux compétiteurs l'opportunité de dissimuler leurs opérations hybrides dans l'activité d'acteurs neutres. En outre, ces acteurs non impliqués dans la conflictualité accroîtront la pression médiatique portée sur les activités militaires, levant ainsi une partie de l'actuelle impunité du milieu, et obligeant le militaire à restreindre son périmètre d'action.

2.1.4. Brevetage génétique, activisme et juridictions

Si aujourd'hui la compréhension de la biodiversité des abysses est largement inconnue (0,0001 % du plancher océanique exploré biologiquement)³⁵, la compréhension croissante des abysses et de leur écosystème, pourrait apparaître à la fois comme une ressource à exploiter pour les besoins de la science et comme un patrimoine à protéger.

Certaines espèces abyssales ont récemment révélé des propriétés uniques pour la biotechnologie et la médecine³⁶ :

- Les enzymes extrêmophiles sont capables de résister à des conditions de température, de pression et d'acidité extrêmes :
 - o les ADN polymérase des bactéries abyssales permettent l'amplification d'ADN (PCR), certaines thérapies géniques et la recherche sur l'évolution de la vie ;
 - o Les protéases et lipases thermorésistantes trouvent des applications en industrie pharmaceutique et dans la fabrication de détergents industriels.
- Les bactéries bioluminescentes (*aliivibrio fischeri*, *photobactérium phosphoreum*, *photobactérium profundum*) peuvent être employées en imagerie médicale non-invasive en remplacement des composés radioactifs ;
- Certaines bactéries sont capables de dégrader les polluants plastiques et hydrocarbures (*ideonella sakiensis*) ;
- Les protéines antigèle produites par des espèces de poissons abyssaux employées en cryoconservation permettent des transplantations d'organes plus efficaces ;
- Les molécules antibiotiques et antivirales pourraient lutter contre la résistance du corps aux médicaments :
 - o Les actinobactéries abyssales permettent de produire de nouveaux antibiotiques et antifongiques contre les bactéries multi-résistantes ;
 - o Les spongothymidine et spongouridine (dérivés d'éponges marines abyssales) sont utilisés dans le domaine de la recherche contre le cancer.

Certaines espèces des profondeurs vont même jusqu'à inspirer la conception de nouveaux matériaux destinés à l'aérospatiale et la construction navale par bio-mimétisme (éponges siliceuses

³⁴ <https://fivedeeps.com>

³⁵ Rapport d'information du Sénat sur la MFM, *op. cit.*, p. 63.

³⁶ IFREMER, *Bactéries des abysses : un potentiel pour la médecine et la biotechnologie*. Nantes, Médiathèque de la Mer, 2012, 56 p.

pour fabriquer des matériaux plus légers et plus résistants, peau des requins abyssaux pour concevoir des revêtements *antifouling* réduisant la friction de l'eau pour les navires et sous-marins).

Ainsi, le potentiel inexploré des abysses offre des opportunités inédites à chaque découverte, bien que l'impact de leur exploitation sur l'écosystème global ne soit pas maîtrisé. Leur exploitation pose des questions juridiques liées au brevetage (car elles découlent de la volonté d'un acteur de s'approprier un bien du patrimoine commun de l'humanité) et éthiques dont commencent à se saisir plusieurs organisations activistes (*greenpeace*, *deepsea conservation coalition*, *high seas alliance*, *openocean*, ...). Cet activisme pourrait aboutir à générer une menace terroriste asymétrique sur les infrastructures des fonds marins, qu'il sera nécessaire de prendre en compte dans les démarches de protection pour y apporter une réponse adaptée.

C'est dans cet environnement contesté qu'est né en 2023 le traité BBNJ (cf. 1.2.2.) qui pourrait à terme créer des espaces sanctuaires d'espèces marines en haute mer et par conséquent restreindre la liberté de manœuvre des activités militaires.

Il est donc utopique se doter d'une ambition militaire de maîtrise des grands fonds marins sans comprendre les questions de protection de la biodiversité qui s'y posent, ni participer activement aux négociations liées à l'établissement de la gouvernance des océans. Pour cela, seule une capacité d'action réelle et crédible permettra d'avoir voix au chapitre.

2.1.5. Confrontation par grandes profondeurs

Par modes d'actions hybrides, les infrastructures sous-marines peuvent être menacées dès lors qu'un acteur reçoit le soutien d'un État. Comme évoquées précédemment (cf. 1.3.2.), ces infrastructures restent particulièrement vulnérables en haute mer par grande profondeur et difficiles à défendre.

De la même façon, neutraliser une technologie à capacité grand fonds, particulièrement sensible et onéreuse provoque un effet stratégique certain. Alors que le champ des fonds marins est dominé par les grandes puissances, d'autres acteurs de second plan pourraient se doter de capacités d'action intermédiaires. Ces capacités, destinées à conduire une action offensive déterminante sur une infrastructure ou un vecteur abyssal, pourrait porter une atteinte directe au potentiel d'un État.

Enfin, espace digitalisé et de plus en plus dronisé, il reste une cible privilégiée des actions offensives dans le champ cybernétique³⁷. Ces cyberattaques ciblant des effecteurs ou des infrastructures abyssales auraient de lourdes conséquences financières.

2.2. Menaces étatiques potentielles

Alors que de multiples dangers, récemment apparus dans d'autres espaces de conflictualité, sont transposés sur les grands fonds marins, et que de nouvelles menaces y voient le jour, la confrontation symétrique étatique y reste une hypothèse de plus en plus crédible. En effet, sur ce champ de bataille rendu permissif du fait de la faiblesse des réglementations, des compétiteurs agressifs sont déterminés à exploiter cette vulnérabilité de notre société. Sans doctrine officielle dévoilée au grand public, leur approche capacitaire permet néanmoins de parvenir à cerner leurs ambitions. Ainsi, dans une logique de stratégie navale agressive de guerre de course, la Russie semble continuer d'y consentir un effort majeur afin de perpétuer son expertise technico-opérationnelle historique. En parallèle, la Chine y développe une stratégie de guerre littorale en renforçant ses capacités défensives

³⁷ MAZZUCCHI Nicolas, *La confrontation en mer : l'avenir de la stratégie navale*. Éditions du Rocher, 2024. 296 p., p. 228.

de déni d'accès dans une logique de territorialisation de la haute-mer et des ressources qui y reposent, afin de constituer de véritables sanctuaires stratégiques³⁸.

2.2.1. Chine³⁹

La République populaire de Chine investit massivement dans l'accès aux grands fonds, réservoir de ressources stratégiques du XXI^{ème} siècle. Dans une logique d'intégration civilo-militaire, particulièrement prégnante dans la revue nationale stratégique chinoise⁴⁰, ses projets capacitaires semblent s'articuler autour de trois axes d'approche :

- **La domination technologique et l'exploration scientifique** : s'appuyant sur le plan de modernisation industrielle *Made in China 2030*, la poursuite d'exploits techniques dans la maîtrise des grands fonds vise à affirmer la crédibilité de la BITD chinoise sur le marché des nouvelles technologies de pointe. A cet effet, l'année 2020 a vu la mise en service du submersible habité autonome *Fendouzhe* démontrant la capacité de la Chine à opérer par 11000 m de fond, tandis qu'un navire brise-glace de recherche océanographique de premier rang, le RV *Zhong Shan Da Xue* a été mis à flots, confirmant ainsi son intérêt pour la zone arctique. Cet instrument de *soft-power*, véritable vecteur de signalement stratégique, vise également l'affirmation des normes de conception et de conduite chinoises sur le marché tout en restreignant la capacité d'innovation adverse. Ainsi, la Chine use de son influence grandissante sur l'AIFM pour accélérer la mise en place d'un cadre réglementaire favorable à ses intérêts ;
- **L'exploitation des ressources minières des abysses** : après l'obtention de cinq contrats d'exploration auprès de l'AIFM, couvrant près de 238 000 km² de l'océan Pacifique, la Chine, via le *China Ocean Mineral Resources Research and Development Association* (COMRA), a développé dès 2021 un véhicule autonome sous-marin capable de détecter les ressources minérales par 6000 m de fond, un robot collecteur de nodules polymétalliques ainsi que des dragues à suction. Ces systèmes sont fédérés dans leurs opérations minières par une station sous-marine autonome de supervision testée en 2022 en mer de Chine méridionale. En parallèle, le tout nouveau navire omni rôle *Mengxiang* embarquant neuf laboratoires de recherche ainsi que de nombreux instruments expérimentaux de précision est également capable de forer jusqu'à 11000 m de profondeur et embarque 1,2 millions de kilomètres de câbles sous-marin déployables.
- **Souveraineté et militarisation des grands fonds** : en développant une capacité duale de maîtrise des grands fonds marins, la Chine s'assure d'être en mesure de contrôler les infrastructures sous-marines partout dans le monde. Elle développe notamment les robots autonomes *Haiyan* (drone longue endurance), *Qianlong 3* (drone grande profondeur) et *Shenhai Yongshi* (littéralement, « guerrier des profondeurs », capable d'agir dans les abysses pour des opérations militaires comme pour la recherche scientifique), ainsi que le *Jialong* (véhicule habité opérant par 7000 m de fond pour la recherche et l'exploration minière). De fait, sous couvert de recherche scientifique et d'exploration pacifique duales, elle collecte des données stratégiques pour la mise en œuvre de sa dissuasion nucléaire océanique et opérer militairement dans les grands fonds. En outre, son projet de « grande muraille sous-marine », véritable réseau de capteurs et d'infrastructures militaires sous la mer, appuie la stratégie de déni d'accès qu'elle mène dans ce qu'elle considère comme son sanctuaire national.

En misant sur une intrication entre puissance technologique, capacité d'exploitation économique et contrôle stratégique, la Chine pourrait remodeler l'équilibre mondial des océans dans les prochaines décennies.

³⁸ M. Motte, *op. cit.*, p. 176.

³⁹ Rapport d'information du Sénat sur la MFM, *op. cit.*, p. 185.

⁴⁰ The State Council Information Office of the People's Republic of China, *China's National Defense in the New Era*, Pékin, 2019, 54 p., p22

2.2.2. Russie

Dans une logique d'affrontement systémique contre l'Occident, la Russie a élaboré en 2022 sa stratégie maritime comprenant un important volet de maîtrise des grands fonds marins. Cette stratégie, couplée à un développement capacitaire ininterrompu permet de déceler trois axes d'approche majeurs⁴¹ :

- **La défense des intérêts vitaux de la Russie** : puissance continentale, manifestement résiliente face aux sanctions économiques internationales, la Russie dispose de quelques infrastructures utiles à son économie, globalement toutes par petits fonds. Pour autant, il est intéressant de souligner qu'en dépit de l'effondrement du bloc communiste au début des années 1990, la Russie a continué de maintenir et de développer sa capacité d'action sur les grands fonds, en particulier en zone polaire. Alors que les États-Unis et l'OTAN tentent de monitorer les activités sous-marines russes depuis le fond de la mer de Norvège, il est en effet apparu nécessaire pour la Russie de se doter d'une technologie capable de neutraliser les systèmes d'écoute occidentaux. Cette stratégie de défense lui permet d'assurer la liberté de manœuvre de sa composante océanique de dissuasion, mais aussi de déployer en toute discrétion ses sous-marins d'attaque vers la côte Est des États-Unis à des fins de signalement stratégique. En outre, avec une prétention accrue sur les ressources fossiles et minérales de l'arctique, et une volonté exacerbée de militariser cet espace, une force sous-marine cohérente et complète (seule composante des forces armées russes non impactée par la guerre en Ukraine), lui permet de continuer de rivaliser avec les États-Unis. Enfin, depuis 2015, les déploiements réguliers de son navire océanographique *Yantar* partout dans le monde atteste d'une ambition planétaire dans la connaissance du fond des océans ainsi que des infrastructures qui l'occupent. Ce navire est opéré par l'agence militaire russe dédiée aux opérations sous-marines abyssales, la direction principale pour la recherche en grande profondeur (*Glavnoye Upravlenie Glubokovodnykh Issledovaniy* ou GUGI), sous l'égide du commandement de la Flotte du Nord ;
- **La compétition technologique et économique** : l'investissement continu de la Russie dans l'accès aux grands fonds traduit sa volonté de maintien de compétitivité. Face à son rival norvégien le plus proche, doté d'une puissante industrie offshore et de multiples capacités duales, il lui apparaît indispensable de conserver sa supériorité militaire sur les abysses et ses ressources. En complément du *Yantar*, elle s'est ainsi dotée de sous-marins nucléaires habités de haute technologie, opérés par le GUGI : le *Losharik* (AS-31), le *Paltus* (projet 1851) et le *Kashalot* (projet 1910). Ces vecteurs de taille réduite, capables d'opérer par 6000 m de fond, sont mis en œuvre depuis l'ex sous-marin nucléaire lanceur d'engins (SNLE) de type DELTA IV *Podmoskovye* et potentiellement depuis l'ex sous-marin nucléaire d'attaque (SNA) de type OSCAR II *Belgorod* (porteur de la torpille intercontinentale nucléaire Poséidon). En définitive, ces capacités militaires uniques au monde, complémentaires des drones existants, font de la Russie un précurseur dans la maîtrise des grands fonds marins et pourraient être adossées dans les années à venir à des capacités duales d'exploitation des ressources minérales et gazières.
- **La confrontation hybride contre l'Occident** : hormis le *Yantar* dont les activités sont ostensibles, les capacités sous-marines russes peuvent être déployées en toute discrétion et impunité pour cibler les câbles sous-marins et infrastructures énergétiques par grande profondeur. De plus, la pose de détecteurs d'activité sous-marine reste atteignable, constituant de fait, une menace directe à la sûreté des opérations de l'OTAN ainsi qu'à la sécurité de ses connexions. Le 1^{er} juillet 2019, l'accident du *Losharik* en mer de Barents ayant conduit à la mort de 14 membres d'équipage, a dévoilé au grand jour l'activité stratégique russe dans les grands fonds.

⁴¹ Russia Maritime Studies Institute - United States Naval War College. *Maritime doctrine of the Russian federation*. 31 juillet 2022, 94p., p. 16 à 18.



Figure 5 : la Russie plante son drapeau par 4000 m sous la banquise du pôle nord. Source : le Monde, 2 août 2007.

En conclusion, la stratégie russe de maîtrise des grands fonds marins s'inscrit dans une approche militarisée offensive et se conçoit comme un véritable domaine de lutte. Malgré les revers subis par le GUGI lors de l'accident du *Losharik*, ses capacités uniques régulièrement absentes du port base de Severomorsk attestent de la persistance de la menace et placent la Fédération au premier plan de la guerre des fonds marins : le *seabed warfare*.

En Atlantique Nord et dans l'Arctique, Moscou semble considérer les abysses comme un théâtre d'affrontement stratégique où la concurrence avec l'OTAN et la Chine devrait continuer de s'intensifier dans la décennie.

2.3. Opportunités de partenariats

Dans le spectre global de la conflictualité, la recherche de partenariats capacitaires et opérationnels permettrait de rationaliser les investissements potentiels afin d'opposer une dynamique cohérente face au géant chinois et à la Russie. Dans cette partie, nous étudierons les approches stratégiques de différents acteurs selon deux catégories : les pays dotés d'une composante océanique de dissuasion puis les pays non dotés et dont les enjeux de maîtrise des abysses revêtent un caractère sécuritaire, économique et scientifique.

2.3.1. Nations dotées d'une composante océanique de dissuasion nucléaire

Face aux compétiteurs russes et chinois, dans la perspective de garantir la crédibilité de la frappe en second en cas d'atteinte aux intérêts vitaux, les Nations dotées d'une composante océanique de dissuasion nucléaire investissent massivement dans la maîtrise des grands fonds marins. D'un côté, États-Unis et Royaume-Uni considèrent la conflictualité dans cet espace comme une extension stratégique de la guerre sous-marine (*undersea warfare*). A l'inverse, l'Inde y consacre une approche économique et scientifique à capacités potentiellement duales.

Par symétrie avec le compétiteur russe, les **États-Unis** envisagent la maîtrise des grands fonds marins dans la continuité de l'*undersea warfare*⁴². Cette stratégie vise la prévention des menaces abyssales par l'acquisition de la suprématie technologique de défense, grâce à d'importants investissements. L'approche américaine se décline ainsi en trois piliers stratégiques, qui s'appuient essentiellement sur des capacités dronisées⁴³ :

- La surveillance et l'intervention défensive sur des espaces et infrastructures stratégiques ;

⁴² US Navy, *Undersea Warfare Science & Technology Strategy*, 2016, 22 p., p. 3.

⁴³ Rapport d'information du Sénat sur la MFM, *op. cit.*, p. 115.

- La recherche de la suprématie technologique ;
- La collaboration et l'optimisation des ressources.

En 2023, environ 400 millions de dollars ont été investis dans l'acquisition et le développement de drones patrouilleurs autonomes de grande profondeur, déployés en surveillance autour des câbles sous-marins. En parallèle, les sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) de la classe VIRGINIA sont modernisés avec des capteurs et effecteurs leur permettant de détecter et intercepter une menace par très grande profondeur (*Virginia payload module* embarquant des AUV et la torpille Mk 48 modifiée)⁴⁴.

Dans la conception américaine de la MFM, il existe une réelle continuité stratégique des abysses jusqu'à l'espace, et une réponse intégrée aux menaces potentielles. Le développement du système intégré de surveillance sous-marine (IUSS) en est l'ultime illustration, combinant surveillance satellitaire, capteurs océanographiques et acoustiques et intelligence artificielle. En outre, dans une approche duale renforcée, l'US Navy coopère avec le *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) et les géants du numérique (*Google, Microsoft*), pour renforcer la surveillance des câbles mais également à travers le programme *Seabed 2030*. Son objectif annoncé est d'obtenir une cartographie à haute résolution de 100 % des fonds océaniques d'ici la fin de la décennie en décuplant l'emploi de véhicules autonomes dronisés (AUV) et robots télé opérés (ROV). En complément, 300 millions de dollars sont investis en 2023 dans le développement de technologies d'extraction des nodules polymétalliques. Enfin, après des tests fructueux du prototype de drone sous-marin lourd de *Boeing* (ORCA XLUUV) début 2024, la production en série est lancée et commence à équiper l'US Navy en 2025, offrant un large spectre de missions réalisables par grandes profondeurs.

Domaine considéré comme stratégique et sensible, il fait toutefois l'objet d'un niveau de coopération internationale avec le Canada (*International Submarine Engineering* est le principal prestataire de services scientifiques nord-américain, pour les grandes profondeurs), le Japon, mais surtout le Royaume-Uni s'agissant du partage de données environnementales militaires et de renseignement stratégique.

Outre-Atlantique, le **Royaume-Uni**, fortement dépendant des réseaux d'infrastructures sous-marines du fait sa situation insulaire, investit massivement dans la maîtrise du milieu⁴⁵. Son approche semblable à celle de la France, sur plusieurs aspects, s'appuie sur un financement d'environ deux milliards de livres sterling sur deux ans dédiés à la protection des infrastructures sous-marines en coopération avec la Norvège. Comme pièce maîtresse de sa stratégie de MFM, la flotte auxiliaire britannique a acquis en 2023, le RFA *Proteus*, premier navire de série, qu'elle aménage en *Multi-Role Ocean Surveillance Ship* (MROSS)⁴⁶. Ce bâtiment base met en œuvre les ROV et AUV de *BAE Systems* sur des missions de surveillance et de maintenance d'infrastructures immergées par grands fonds, en coopération avec la marine norvégienne. Elle développe également à l'instar de l'allié américain un réseau avancé de capteurs sous-marins afin d'améliorer sa conscience situationnelle⁴⁷.

La stratégie capacitaire britannique repose donc sur une innovation dynamique, une forte robotisation, et un réseau de capteurs intégrés. Contrairement à la France qui privilégie une coopération européenne, le Royaume-Uni s'appuie fortement sur un partenariat trilatéral avec les

⁴⁴ <https://www.militaryaerospace.com/sensors/article/14072957/submarines-missiles-missiles-undersea-warfare>

⁴⁵ HM GOVERNMENT. *Integrated Review Refresh 2023: Responding to a more contested and volatile world*, 2023, 76 p., p. 44.

⁴⁶ <https://www.opex360.com/2023/05/19/le-royaume-uni-et-la-norvege-ont-noue-un-partenariat-strategique-pour-protoger-leurs-infrastructures-sous-marines>

⁴⁷ *Integrated review*, op. cit., p. 54.

Code de champ modifié

États-Unis et l'Australie (AUKUS) pour concevoir sa stratégie de maîtrise des abysses avant de la transposer à l'OTAN.

A contrario, au regard de ses avancées technologiques récentes (le premier SNLE de conception nationale, l'INS *Arihant* est entré en service en août 2016), l'Inde commence à entrevoir les potentialités économiques des fonds de l'Océan indien ainsi que les prétentions de la Chine voisine sur ses ressources⁴⁸. Ainsi, dans une approche originellement économique, l'Inde s'oriente vers l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles. A travers le programme *Samudrayaan* du Ministère des Sciences de la Terre, qui s'appuie sur un investissement d'environ 480 millions d'euros sur cinq ans, l'Inde ambitionne de développer puis d'opérer dès 2026 son premier véhicule d'exploration capable de plonger à 6000 m. Il embarquera en particulier le *Matsya 6000* une capsule submersible habitée développée par l'organisation indienne de recherche spatiale. En parallèle, des projets d'acquisition de ROV extracteurs de minerais et d'AUV d'exploration sont à l'étude.

Ainsi, le développement par l'Inde de technologies duales s'inscrit dans une perspective de compétition économique de long terme avec son voisin chinois et pourrait aboutir à la mise en place d'une stratégie de surveillance et de protection face aux menaces sous-marines. Le développement de partenariats diversifiés (États-Unis, Japon, Australie, Russie, France) lui assure une veille stratégique à moindre frais.

2.3.2. États non dotés, concernés par des enjeux transverses

Certains États, moins concernés par la liberté d'action d'une force océanique de dissuasion sont néanmoins impliqués dans la protection de leurs intérêts par les grands fonds, qu'ils soient de nature sécuritaire ou économiques. Alors que l'Allemagne s'attache à maintenir une BITD de premier plan dans le domaine de la construction sous-marine et ambitionne de devenir le leader européen de l'exploitation des ressources, la Norvège développe massivement ses capacités d'action duales en appui de son industrie offshore, comme l'Italie dans une moindre mesure. Ce manque de cohérence globale dans le développement de technologies européennes profite à des BITD émergentes en particulier au Japon où le savoir-faire en matière de communication sous-marine et de robotique est désormais mondialement reconnu.

De manière globale, les principaux axes stratégiques de ces pays trouvent un dénominateur commun autour de deux piliers :

- **Sécuritaire** : la surveillance et la protection des infrastructures sous-marines critiques face à une menace hybride reste une préoccupation majeure des États connectés à vocation maritime ;
- **Economique et technologique** : l'exploration et l'exploitation des ressources fossiles, en appui de l'industrie offshore, et des ressources minérales nécessaires à la transition énergétique, constituent des ambitions nationales centrales. Ainsi, la course à l'innovation et la performance technologiques reste un moteur prépondérant dans leur approche de MFM.

Néanmoins, leurs approches respectives divergent lorsqu'il s'agit de considérer la maîtrise des grands fonds marins comme une continuité stratégique de la lutte sous la mer ou bien comme un espace de conflictualité indépendant. Ils s'accordent toutefois sur la nécessité de bâtir des coopérations et des partenariats industriels duaux et internationaux.

L'Allemagne, dont les opportunités et enjeux sous-marins par grands fonds sont limités, doit malgré tout défendre une industrie de la construction sous-marine de pointe, en particulier *ThyssenKrupp Marine Systems* (TKMS) qui compte parmi les plus avancés au monde. Avec l'accroissement des incidents en mer Baltique par petits fonds, l'Allemagne cherche à développer ses capacités de surveillance et de protection des infrastructures sous-marines, en coopération avec

⁴⁸ Integrated Headquarters, Ministry of Defence (Navy). *Ensuring Secure Seas: Indian Maritime Security Strategy*. New Delhi, 2015, 103 p. p. 30.

les industriels de défense italiens *Leonardo* et *Fincantieri*, afin de se positionner comme leader européen de l'exploitation minière des océans⁴⁹.

En effet, de par sa position stratégique au centre de la méditerranée, l'**Italie** est non seulement un important nœud d'atterrage de câbles sous-marins d'envergure planétaire mais aussi une plaque tournante des importations européennes de gaz en provenance d'Afrique du Nord. Malgré l'ampleur de ces enjeux, l'investissement consenti par l'Italie d'environ 12,5 millions d'euros par an pour l'acquisition de ROV et de capteurs sous-marins destinés à la Marine, reste très insuffisant au regard de ses ambitions. Inauguré en décembre 2023 à la Spezia, le *Polo Nazionale della Subacquea* (PNS), centre d'expertise italien de la maîtrise des fonds marins colocalisé avec le centre pour la recherche et l'expérimentation maritime de l'OTAN (CMRE), fédère entités privées et publiques autour de cinq grandes thématiques (*Hard Kill*, intelligence artificielle, propulsion, collecte d'énergie et robotique marine)⁵⁰. Ses activités s'inscrivent ainsi dans la continuité de la stratégie de la marine italienne considérant le volume sous-marin jusqu'au fond des océans comme le cinquième espace stratégique d'action des Armées. Cette dynamique vise à inscrire l'Italie comme un acteur d'expertise majeure de l'OTAN dans le domaine de la maîtrise des abysses⁵¹. En parallèle, un développement mineur de capacités d'exploitation des ressources est initié, mais l'engagement de l'Italie dans les grands fonds reste fragmenté, sans réelle cohérence globale car fortement dépendant des programmes européens de recherche et de développement.

À l'inverse, en Europe du Nord la **Norvège** adopte une approche duale en soutien de son industrie offshore⁵². Avec sa position stratégique sur l'Arctique, en première ligne de l'Alliance face à la menace latente russe, elle ambitionne de développer fortement ses technologies navales et sous-marines⁵³. L'exploitation des hydrocarbures au large de ses côtes nécessite des capacités avancées de surveillance et d'entretien des infrastructures à grande profondeur. La Norvège a ainsi investi massivement dans les ROV et AUV grande profondeur si bien que le groupe *Kongsberg* est devenu une référence mondiale en la matière et irrigue non seulement d'autres industriels nationaux spécialisés dans l'exploitation minière comme *Loke Marine Minerals*, *Green Minerals* et *Aowned Minerals*, mais propose également ses solutions à l'export (Etats-Unis, Royaume-Uni, France). Les capacités ainsi produites, bien que principalement civiles, sont dotées d'aptitudes duales, notamment en termes de surveillance et d'intervention contre les menaces hybrides. Plusieurs entretiens menés dans le cadre de cette étude révèlent que le chef d'état-major norvégien pourrait disposer d'environ trois cents drones et véhicules télé opérés de l'industrie offshore, sans préavis en cas de menace sécuritaire. Par ailleurs, ces véhicules proposés très largement à l'export illustrent une volonté plus large de coopération duale européenne.

Dans cette mosaïque d'approches nationales et de coopérations régionales, le **Japon** se distingue par le savoir-faire technologique qu'il a su faire valoir sur la scène internationale en matière de robotique et de communication sous-marine⁵⁴. En effet, l'agence nationale japonaise pour la science et la technologie marine-terrestre *Jamstec* développe des submersibles avancés d'exploration comme le *Shinkai 6500* (en service depuis 1989). En 2024, il est le seul véhicule habité à atteindre 6500 m de profondeur avec le Nautilie français et les *Mir I et II* russes. Avec l'échec du développement du *Shinkai 12000*, le Japon s'oriente vers une robotisation de l'exploration abyssale (AUV topographe *Urashima*) en s'appuyant sur une expertise unique de transmission de données en eaux profondes. En parallèle de la recherche sur les potentialités des nodules polymétalliques, le Japon commence à

⁴⁹ Rapport d'information du Sénat sur la MFM, *op. cit.*, p. 183.

⁵⁰ FERRULLI Eustachio (CC). *Fonds marins : la stratégie des fonds marins répond-elle à tous les besoins ? Est-elle à la hauteur des enjeux ?* 2024. 33 p., p. 25.

⁵¹ Ministero della Difesa, *Linee di Indirizzo Strategico 2019-2034*. Rome, 2019, 68 p., p. 23.

⁵² Rapport d'information du Sénat sur la MFM, *op. cit.*, p. 187.

⁵³ Norwegian ministry of defence, *The Norwegian Defence Pledge: Long-term Defence Plan 2025-2036*, 2023., 17 p., p. 2

⁵⁴ *Ibid.*, p. 186.

développer des capacités exploratoires d'extraction en s'engageant à respecter des normes environnementales strictes. En 2023, l'investissement japonais en matière de technologies de MFM atteindrait entre 500 et 600 millions de dollars, consolidant ainsi une approche cohérente du milieu.

2.4. Approches multinationales

L'accès des États aux grandes profondeurs est confronté à un paradoxe complexe. D'une part, il requiert des investissements financiers colossaux en matière de recherche et développement, ainsi que dans la production de capacités, obligeant les différents acteurs à s'associer pour rester cohérents et compétitifs. D'autre part, le domaine de la maîtrise des grands fonds marins touche à la souveraineté nationale ainsi qu'à la liberté d'action de la composante océanique de la dissuasion nucléaire, domaines hautement classifiés par nature.

De plus, selon leur degré d'avancée dans le domaine et la nature de leurs intérêts sous-marins, les acteurs ont une approche hétérogène de leurs niveaux de coopération.

Néanmoins, au-delà de la rationalisation des dépenses, c'est l'interopérabilité des systèmes permettant de développer une conscience élargie et commune du milieu sous-marin et l'universalité des normes qui justifient une profonde collaboration ainsi qu'une mutualisation des savoir-faire⁵⁵.

2.4.1. OTAN

À la suite de l'incident du gazoduc Nord Stream en mer Baltique, l'OTAN a pris conscience de l'importance de développer une stratégie commune de maîtrise des grands fonds marins afin de faire face aux menaces que la Russie fait peser sur les infrastructures sous-marines critiques de l'Alliance. Le rapport de l'assemblée parlementaire de l'OTAN d'octobre 2023 souligne l'importance de la technologie dans le domaine du *seabed warfare* et pose les principaux axes d'efforts coordonnés de l'Alliance⁵⁶ :

- Détecter et dissuader toute tentative d'attaque ou d'espionnage sous-marin ;
- Renforcer la résilience des infrastructures critiques face aux menaces hybrides (sabotage, cyberattaques, guerre électronique) ;
- Maintenir une présence renforcée dans les zones sensibles (Baltique, Atlantique Nord, Méditerranée).

Ainsi, l'OTAN met l'accent sur la surveillance et la défense des câbles sous-marins et infrastructures énergétiques, dans une approche intégrée multi-domaines. À cet effet, elle encourage l'harmonisation des développements technologiques en orientant les pays membres sur les réseaux de capteurs avancés intégrés, la dronisation de l'espace et la recherche portant sur la transmission acoustique de données ainsi que le positionnement en eaux profondes sans GPS (*Posydon*). Pour fédérer les efforts de l'Alliance, elle crée dès 2023 plusieurs centres d'excellence dédiés à la maîtrise des abysses :

- La cellule de coordination des infrastructures sous-marines critiques (CUICC) chargée de recenser les vulnérabilités sous-marines de l'Alliance et de mettre en place un réseau de surveillance (en 2024, création de l'opération BALTIC SENTRY visant à surveiller les activités suspectes russes à l'aplomb de câbles sous-marins en mer Baltique) ;
- Le centre maritime opérationnel de sécurité des infrastructures sous-marines colocalisé avec l'état-major de la composante maritime de l'OTAN (MARCOM) à Northwood ;
- Le centre pour la recherche et l'expérimentation maritime de l'OTAN (CMRE) à la Spezia disposant notamment du navire de recherche *NRV Alliance* ainsi qu'une flotte de drones et robots sous-marins.

⁵⁵ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 33, 34, 44.

⁵⁶ NATO parliamentary assembly, Science and technology committee. *Protecting critical maritime infrastructure – the role of technology*. 7 octobre 2023. 17 p., p. 7.

Par la création d'une cellule de réflexion stratégique prospective, d'un centre opérationnel et d'un laboratoire capacitaire, l'OTAN apporte une réponse fédérée et cohérente aux enjeux de sécurité abyssale. Elle s'appuie sur les stratégies et capacités nationales des États membres, dans la continuité de l'approche intégrée américaine, sans négliger la forte intrication du secteur privé. L'OTAN encourage ainsi la coopération avec les entreprises de télécommunications, du numérique et de l'énergie afin de favoriser la mise en place d'une stratégie capacitaire duale. Enfin, sa coopération avec l'Union européenne est renforcée dès 2024 par la création d'un groupe de travail conjoint visant à améliorer la résilience des infrastructures.

Face à la Russie dans l'espace euro-Atlantique, et désormais à la Chine en Arctique, l'OTAN intensifie ses efforts en matière de défense des fonds marins en privilégiant une approche civilo-militaire intégrée.

2.4.2. Union européenne

Là où l'Alliance Atlantique dispose de structures militaires capables de fédérer les États membres dans une stratégie commune, l'Union européenne est confrontée à une fragmentation des objectifs de développement. En effet, alors que le domaine de la maîtrise des grands fonds marins requiert une approche globale et une cohérence des investissements, chaque membre de l'Union s'attache à défendre sa propre BITD en la positionnant en concurrence de celle de ses voisins. En effet, le manque de coordination entre leurs industries de défense et de technologies marine limite leur compétitivité face aux grands acteurs historiques et émergents. Malgré quelques coopérations capacitaires bilatérales, chaque pays investit selon ses propres priorités nationales sans réelle synergie au niveau continental, créant ainsi de graves lacunes dans le développement de solutions intégrées à l'inverse des États-Unis.

Néanmoins, en 2023, l'Union a mis à jour sa stratégie de sûreté maritime ainsi que son plan d'action associé, mettant l'accent sur la protection des infrastructures maritimes critiques et la prévention des activités illicites en mer⁵⁷. Cette stratégie vise à renforcer la résilience des infrastructures sous-marines face aux menaces croissantes. Sur le plan capacitaire, en dépit du manque de cohérence global, certaines initiatives comme le projet *Seacure (seabed and anti-submarine warfare capability through unmanned feature for Europe)* lancé par Thalès en novembre 2024, visent à développer des technologies innovantes pour la surveillance et la protection des fonds marins. Ce programme s'appuie sur le fonds européen de défense illustrant *de facto* un changement de paradigme dans l'engagement de l'UE.

2.5. Invariants et originalités

Parmi ces différentes approches nationales et supranationales de la maîtrise des grands fonds marins, plusieurs dénominateurs communs se distinguent, comme l'analyse des menaces et du potentiel stratégique de cet espace. Une forte coopération duale est globalement recherchée afin de rationaliser les coûts de développement tout en recherchant à acquérir la supériorité dans exploitation économique des abysses, avant même que celle-ci ne soit permise par le droit international.

⁵⁷ European commission, *Joint Communication on the Update of the EU Maritime Security Strategy and its Action Plan*. Brussels, 2023. 48 p.

	Stratégie générale ou spécifique MFM*	Ambitions MFM	Programmes capacitaires socle	Coopérations
France	2022*	Connaître, surveiller, agir	CHOF : USV, AUV, ROV	USA, Norvège
Etats-Unis	2016*	<i>Undersea warfare</i> : défense des infrastructures, suprématie technologique, coopération	AUKUS, IUSS, robotique, IA	G-B, Australie, OTAN
Royaume-Uni	2023	Défense des infrastructures, déni d'accès	AUKUS, MROSS	Norvège, OTAN, dual
Inde	2015	Exploitation des ressources, protection des infrastructures, développement de capacités et recherche de coopération	<i>Samudrayaan</i>	Dual, Japon, France, USA, Australie, Russie
Italie	2019	Défense et sécurité maritime, développement capacitaire, soutien de la BITD	Rénovation de la composante sous-marine	Allemagne, OTAN
Norvège	2023	Défense des infrastructures, protection des ressources, coopérations duales internationales.	U212CD, acquisition d'un segment de patrouilleurs hauturiers, robotique	Dual, OTAN, USA, R-U, France, Scandinavie
Japon	2018	Surveillance et contrôle par capacités sous-marines accrues, exploitation des ressources, sécurité maritime et coopération internationale	<i>Urashima</i> Robotique, intégration de systèmes	Dual, USA, Australie, Inde
Russie	2022	Défense des intérêts vitaux, compétition technologique et économique, confrontation hybride contre l'Occident	<i>Garmoniya</i> (~IUSS), rénovation sous-marine, AUV, programmes Rosneft & Gazprom	Chine, Inde, Iran, dual
Chine	2019	Domination technologique et exploration scientifique, exploitation des ressources, souveraineté et déni d'accès	Muraille de Chine sous-marine, <i>Jialong</i> , AUV	Dual, Russie, Afrique

Figure 6 : synthèse des stratégies de maîtrise des grands fonds marins : une approche comparée.

Il peut être intéressant de constater les similitudes et différences qu'il existe entre la conquête des abysses et celle de l'espace ainsi que de la THA. En effet, avec quelques décennies d'avance dans l'accès à l'espace, il est fort à prévoir que la dynamique pour investir le fond des océans s'appuiera sur quelques ressemblances permettant ainsi d'entrevoir la cohérence d'une stratégie de long terme.

2.5.1. Analyses des menaces et opportunités

Au travers des stratégies étudiées, il apparaît que les infrastructures sous-marines constituent une vulnérabilité de la société qu'il convient de surveiller, de protéger et d'être en mesure de restaurer rapidement. Avec l'accroissement continu du nombre de redondances, qu'il s'agisse de câble sous-marins, ou de flux énergétiques, la faiblesse des États connectés tend à diminuer. Néanmoins la

menace robotisée sous-marine prolifère à mesure que l'homme investit les abysses : ainsi, les infrastructures critiques, quel que soit leur nombre, devront à l'avenir continuer de se prémunir d'une action dronisée adverse⁵⁸.

En parallèle, les ressources naturelles des grands fonds marins attirent les convoitises des multinationales de l'énergie. En effet, en cherchant à prélever les hydrocarbures de plus en plus profond, elles tentent de retarder l'inéluctable échéance des ressources fossiles de la planète. Dans un monde d'un insatiable appétit énergétique, les réserves minérales des abysses proposent une alternative incontournable dans la transition, mais leur extraction se confronte à la nécessaire protection de la biodiversité. Ainsi, tous les acteurs s'accordent à entrevoir les opportunités économiques des grands fonds.

Pour permettre d'investir le milieu, ils sont également unanimes quant à la nécessité de développer une filière compétitive des technologies avancées subaquatiques, au détriment d'une rationalisation des coûts de recherche et développement. En effet, pour partie intriqué avec la dissuasion nucléaire, le *seabed warfare* se conçoit pour les États dotés comme une prérogative purement nationale, freinant *de facto* la capacité à coopérer. Toutefois, malgré les développements technologiques fulgurants, l'espace abyssal demeurera dans un avenir proche, le lieu de l'opacité par excellence, à partir duquel dissuasion et hybridité continueront de coexister.

2.5.2. Besoin de coopérations

Dans l'ensemble des démarches capacitaires entreprises par les États, le développement de technologies duales, servent à la fois l'exploration scientifique (dans certaines visions prospectives, l'exploitation des ressources) et l'action dans le domaine du *seabed warfare*, tendant ainsi à rapprocher les secteurs publics et les entreprises privées. Dans cette perspective, l'exemple de la Norvège reste particulièrement éclairant, avec un excellent niveau d'intégration civilo-militaire entre la Marine et l'industrie offshore⁵⁹.

Alors que la coopération civilo-militaire catalyse l'innovation, d'autres coopérations apparaissent, qu'elles soient bilatérales, multilatérales ou dans le cadre d'alliances. Motrice dans le domaine, l'OTAN tente de réguler et de fédérer les initiatives afin d'affronter la menace sino-russe avec davantage de cohérence et d'efficacité.

2.5.3. Analogies avec le domaine spatial et la très haute altitude

Alors que la MFM présente de nombreuses similitudes conceptuelles avec la conquête spatiale, l'exploration et la maîtrise des abysses s'apparente en partie à l'exploitation de la THA (entre 20 et 100 km de la surface). Ces environnements extrêmes partagent des défis technologiques, sécuritaires et opérationnels qui permettent d'établir des parallèles intéressants, afin de s'inspirer de la dynamique de la conquête spatiale pour anticiper les développements à venir de la maîtrise des profondeurs.

Tout d'abord, tous deux constituent des milieux hostiles difficilement accessibles à l'intervention humaine. Dans ces environnements caractérisés par des pressions et des températures diamétralement opposées mais extrêmes dans les deux cas, et par la raréfaction de l'oxygène, l'emploi de technologies de pointe est indispensable pour opérer. Ainsi, ces deux milieux promeuvent une forte dépendance aux technologies de la robotique et des drones autonomes (sondes des *rovers* autonomes pour l'exploration spatiale, drones stratégiques et ballons stratosphériques pour la surveillance de la THA, ROV et AUV dans les abysses). Néanmoins, les deux approches technologiques diffèrent fondamentalement lorsqu'il s'agit d'assurer la communication et la transmission de données entre ces robots et leur exploitant. En effet, si les ondes radioélectriques se propagent parfaitement dans

⁵⁸ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 33, 34, 35.

⁵⁹ *Ibid.*, p. 38, 39, 49.

l'air et le vide, ce n'est pas le cas sous la surface des océans où le support des données reste l'onde acoustique à faible portée, très dépendante de la composition physico-chimique du milieu. Ainsi, les technologies abyssales doivent être dotées de davantage d'intelligence embarquée et d'autonomie. De la même façon, la détection et l'identification spatiale restent à la portée de tout État doté d'un couple radar-télescope moderne, constituant la base de l'aptitude à construire une conscience situationnelle (*space situational awareness*) : la seule question technique rémanente devient alors la précision et la résolution du détecteur. À l'inverse, l'opacité des abysses rend cette conscience situationnelle extrêmement complexe : ce point sera développé par la suite.

Par ailleurs, les deux milieux comprennent des enjeux de souveraineté et de sécurité stratégique majeurs. En effet, tous deux confrontés à une absence de réglementation, ils constituent des environnements où la puissance de l'État est contestée. La militarisation de ces espaces pose des enjeux stratégiques majeurs. Dans l'espace, la présence de satellites militaires, les risques de brouillage d'installations de communication ou de destruction d'équipements persistent sous le seuil de l'affrontement symétrique. Sans cadre légal de juridiction, l'occupation des orbites en définit la maîtrise face aux compétiteurs, sans autre forme de régulation. De la même façon, l'occupation durable d'une tranche de la THA à des fins de renseignement permet une surveillance continue des zones stratégiques. Par analogie, dans les abysses, le contrôle des infrastructures critiques et leur protection face à l'hybridité pose un enjeu géopolitique majeur, tout comme la prévention du renseignement adverse, facteur limitant de la liberté d'action. Bien que l'exercice de la souveraineté étatique ne soit encadrée dans aucun de ces espaces, il est intéressant de noter que le Traité de l'Espace de 1967 y interdit le déploiement d'armes nucléaires ou de destruction massive, et impose une exploitation pacifique du milieu sans possibilité de revendications territoriales. Ainsi, à l'inverse du fond des océans, l'espace ne peut être le support d'une composante de dissuasion nucléaire, et ne pourrait *a priori* pas faire l'objet d'exploitation de ressources, renforçant *de facto* la valeur stratégique des abysses. Toutefois, au vu des récents événements militaires dans l'espace et la THA, ainsi que des projets d'exploitation minière portés par *SpaceX*, un affaiblissement de la régulation de l'espace exo-atmosphérique est à prévoir, démontrant une fois encore les difficultés auxquelles l'AIFM restera confrontée, en plus de la nécessité de maîtriser l'impact sur la biodiversité.

Enfin, dans les deux milieux, une analogie peut être établie s'agissant des acteurs en présence. En effet, l'accès à ces espaces nécessite un haut niveau d'investissement technologique, supporté d'une part par une industrie de pointe duale, et d'autre part, par des associations supranationales visant à rationaliser les coûts de développement. Ainsi, face à une hégémonie américaine dans le domaine spatial, une forte émergence du compétiteur chinois, et une rémanence crédible de la Russie, seule une entreprise coordonnée au niveau européen permettra à la France d'y conserver ses accès et d'y défendre ses intérêts. Par analogie, une agence européenne des grands fonds marins doit être constituée afin de garantir une emprise crédible sur cet espace stratégique. En outre, à l'instar de la révolution du *New Space* où des acteurs privés démocratisent l'accès à l'orbite, un *New Seabed* tend à émerger renouvelant ainsi la question de la régulation et du rôle des États face à l'initiative privée.

Par conséquent, l'analyse des menaces abyssales sous toutes ses formes, qu'elles soient étatiques ou qu'elles dépassent le cadre des États, laisse penser que l'avènement du *Seabed warfare* est de nature à bouleverser la géostratégie navale. En effet, « transformant profondément le rapport des hommes à l'espace⁶⁰ », la maîtrise des abysses influe *de facto* sur un milieu empreint des écoles classiques prônant guerres d'escadre, de course et de côtes. De plus, dès lors que des installations et des opérations pérennes sont envisagées dans les grands fonds, le *Seabed warfare* tend désormais à effacer le principe de non permanence de l'occupation du milieu : en faisant peser une menace diffuse sur les forces navales, il remet en question le *sea basing* évoquée par N. Mazzuchi dans son

⁶⁰ M. Motte, *op. cit.*, p. 295, 296.

ouvrage⁶¹. Pour l'appréhender, il semble nécessaire de l'entrevoir, non pas comme une stratégie de milieu originale décorrélée des autres espaces, mais bien dans une « pluralité des théâtres et des milieux⁶² » verticale allant des abysses à « la couche haute – intégrant l'espace extra-atmosphérique, le cyberspace et le champ électromagnétique »⁶³. Toutefois, fortement façonné par la technologie, il semble nécessaire de garder à l'esprit le constat de M. Motte affirmant que « le progrès technique n'a nullement fait disparaître les contraintes de l'espace⁶⁴ ». En conséquence, toute démarche capacitaire ne saurait se passer d'une solide collaboration opérationnelle dans la maîtrise coopérative du milieu.

Ainsi, le développement de concepts et doctrines stratégiques sur l'espace et encore récemment sur la THA, doit inspirer la structuration d'une doctrine de *Seabed warfare* française intégrant, non seulement les prérogatives des acteurs publics et privés, leurs capacités et leur emploi opérationnel, mais aussi les ambitions de coopérations.

⁶¹ N. Mazzucchi, *op. cit.*, p. 27.

⁶² M. Motte, *op. cit.*, p. 300.

⁶³ N. Mazzucchi, *op. cit.*, p. 107.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 299.

3. Une stratégie cohérente répondant aux ambitions françaises

Acteur historique de la maîtrise des grands fonds marins, la France a connu une perte de vitesse dans le domaine dans les années 1990 à 2000 avec la déflation des budgets de la défense. Le regain d'intérêt pour les abysses, survenu en 2022 avec la parution de la stratégie ministérielle des fonds marins et l'objectif n°10 du plan d'investissement France 2030, insufflent un nouvel élan de vitalité à l'expertise française⁶⁵.

En effet, cette stratégie globale impulsée par le ministère des Armées, comprenant l'espace des faibles profondeurs, les abysses et la colonne d'eau sur-jacente émane de la nécessité de sécuriser les intérêts vitaux du pays sous la surface des océans. Néanmoins, elle recouvre également d'autres aspects interministériels du périmètre du Premier Ministre et du secrétariat général pour la mer, comme l'économie bleue, la protection de la biodiversité et l'industrie offshore. En procédant à une telle dispersion, il semble difficile de concilier toutes les trajectoires stratégiques tant les domaines et les espaces concernés sont vastes et différents. Ainsi, l'approche capacitaire initiale a donné lieu à plusieurs initiatives de développements, sans réelle cohérence car ne répondant *in fine* à aucun besoin (par exemple, le développement par Naval Group d'un démonstrateur de XLUUV faible profondeur).

Elle pose malgré tout un solide fondement de la maîtrise des grandes profondeurs qui méritera d'être décliné dans l'établissement d'une doctrine dédiée⁶⁶ (à l'instar du concept des opérations dans la très haute altitude, conçu par l'Armée de l'Air et de l'Espace, qui décline la stratégie spatiale à une tranche particulière du milieu et qui sera publié prochainement).

3.1. Les trois axes de la stratégie française

La stratégie française pose l'ambition de conduire des opérations militaires sur les fonds marins en suivant trois fonctions : connaître les fonds marins, surveiller les fonds marins et l'espace océanique, agir sur, depuis et vers les fonds marins⁶⁷. Contrairement à plusieurs autres acteurs qui lui préfèrent une approche duale intégrée basée sur l'exploitation des potentialités des fonds, la recherche de la supériorité technologique et la défense des infrastructures critiques, la France fait le choix de viser une maîtrise complète du milieu à des fins purement sécuritaires.

Etudions-les de plus près s'agissant de la maîtrise des abysses afin de préciser le niveau d'ambition atteignable.

3.1.1. Connaître

La fonction « connaissance » des grands fonds vise la collecte de données géophysiques et environnementales, ainsi que le recensement des infrastructures critiques à des fins d'action. Elle est placée sous l'égide du service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM) et repose sur un développement capacitaire à court et moyen terme. Ainsi, le programme de capacités hydrographiques et océanographiques futures (CHOF) pourvoira d'ici la fin de la décennie, au remplacement des bâtiments hydrographiques classiques opérés par la Marine et employés par le SHOM. Ils devraient notamment être dotés de vecteurs robotisés autonomes dédiés à la surveillance des grands fonds (drones de surface (USV), AUV). En complément, le programme prévoit l'acquisition de vedettes, de drones aériens (UAV) équipés de capteurs laser permettant d'acquérir des données bathymétriques côtières ainsi que de capteurs déportés potentiellement installés comme charge « utile » d'opportunité sur toute autre unité de la Marine.

⁶⁵ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 8.

⁶⁶ *Ibid.*, p. 43.

⁶⁷ *Ibid.*, p. 34.

Cette stratégie capacitaire permettra la collecte d'une grande quantité de données de précision, dont le traitement sera rendu possible par l'automatisation et l'intelligence embarquée.⁶⁸ Afin de préciser le besoin et d'acquérir l'expertise nécessaire tant technique, qu'opérationnelle ou qu'en termes de compétences de ressources humaines, le SHOM s'est doté dès 2022 de son premier AUV, l'*Hugin Superior*, auprès du constructeur norvégien *Kongsberg*. Depuis, la Marine nationale met régulièrement en œuvre ses nouvelles capacités lors de campagnes d'expérimentation CALLIOPE, au cours desquelles les câbles sous-marins gisant sur les plaines abyssales du golfe de Gascogne ont été contrôlés.

Le prochain jalon de développement capacitaire sera l'acquisition de systèmes souverains issus de la BITD française : le DRIX H-9 d'Exail (USV) a été retenu dans le cadre du programme CHOF (2027), pour les opérations hydrographiques depuis la surface ainsi que le contrôle d'AUV et l'échange de données.

Malgré ces perspectives, caractériser et analyser les grandeurs physiques des fonds marins et du milieu océanique, comme le prévoit la stratégie de MFM⁶⁹, ne peut se concevoir qu'à l'échelle locale sur des régions bien précises tant l'espace à étudier est vaste. Par ailleurs, les caractéristiques géomorphologiques des zones de subduction, de plateaux continentaux et de dorsales océaniques (dont la connaissance est cruciale pour la maîtrise des grands fonds) étant particulièrement mouvantes, il sera nécessaire d'y appliquer un taux de rafraîchissement important. De la même façon, les effets du réchauffement global des océans rendent nécessaires le suivi et le contrôle régulier des caractéristiques thermodynamiques des courants océaniques.

Par conséquent, malgré un haut niveau d'ambition, avec un nombre de capacités limitées, la France devra coopérer dans l'échange de données océanographiques ou procéder par échantillonnage, au risque de demeurer imprécise dans sa compréhension des abysses.

3.1.2. Surveiller

Dans son deuxième volet, la stratégie de MFM ambitionne d'assurer une surveillance des infrastructures critiques, des fonds marins dans les approches maritimes (mer territoriale et ZEE), ainsi que dans des zones d'intérêt spécifiques en appui d'une opération militaire⁷⁰. Cette fonction vise à acquérir une conscience situationnelle (ou *seabed situational awareness* - SSA) d'espaces d'intérêts stratégiques. Ce volet entre pleinement dans le périmètre d'action de la Marine nationale.

Afin de remplir cette mission, il est nécessaire de concevoir des véhicules patrouilleurs dotés d'une grande autonomie, tant dans leur endurance sur zone, que dans leur faculté à traiter et synthétiser les données recueillies pour adapter leur mission. Face à l'immense défi que constitue la protection des infrastructures sous-marines (14 millions de kilomètres de câbles linéaires soit l'équivalent de trente-trois fois le tour de la planète) il convient d'établir une répartition des responsabilités entre pays connectés, puis d'y déployer des AUV capables, sur une trajectoire linéaire à vitesse élevée, de détecter une anomalie structurelle grâce à ses capteurs embarqués, puis d'en préciser l'ampleur au moyen d'une trajectographie de détail. Il convient donc de se doter de deux types d'AUV :

- le drone *survey* dont le design en forme de torpille lui permet une patrouille linéaire rapide : par analogie, il s'apparente aux fonctionnalités de l'avion en patrouille maritime ;
- le drone *inspector* grande profondeur capable d'ajuster sa pesée sans soulever de sédiments du plancher et permettant, au moyen d'un phare et d'une caméra, d'inspecter en détails une anomalie révélée par le véhicule précédent. C'est l'équivalent de l'hélicoptère.

⁶⁸ Rapport d'information du Sénat sur la MFM, *op. cit.*, p. 117.

⁶⁹ Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 41.

⁷⁰ *Ibid.*, p. 42.

Une difficulté technique majeure, commune aux deux missions, réside dans l'efficacité de positionnement de l'AUV, sans GPS après six kilomètres de plongée à travers différents courants océaniques : en descente rectiligne inertielle, le drone subit une dérive équivalente à 0,1 % de la distance parcourue, entraînant un décalage sur objectif (câble sous-marin par exemple) de plusieurs centaines de mètres à la fin de la plongée, et obérant sa capacité à le retrouver. Son loch doppler étant aveugle durant la majeure partie de la plongée, l'AUV doit donc recevoir l'information de positionnement par ondes acoustiques depuis la surface : c'est la raison pour laquelle le couple AUV/USV reste le plus performant. Malgré le défi technique que représente la combinaison des deux aspects de la mission par grandes profondeurs, l'A6K-M, version militaire de l'Ulyx d'Exail sera à même d'y répondre et équipera la Marine dès 2026. Il sera interopérable avec l'USV DRIX et alliera finesse de positionnement du drone, performances des capteurs et intelligence embarquée⁷¹.

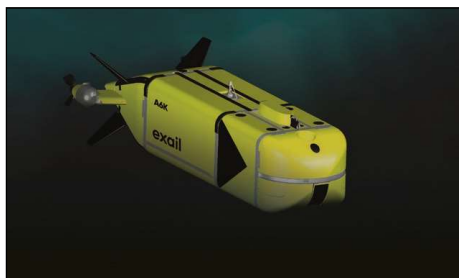


Figure 7 : l'AUV patrouilleur A6K-M, en développement chez Exail qui équipera la Marine nationale en 2026. Source : Exail.

En complément, de la protection d'infrastructures critiques, la surveillance de zone nécessite le développement de grilles de capteurs intégrés, disposés dans un premier temps à l'intérieur des câbles sous-marins, et à terme, autonomes. Cette grille de détection pourrait être complétée de planeurs (ou *gliders*) à longue endurance, patrouillant au gré des courants océaniques.

Toutefois, malgré ces perspectives d'acquisition, les moyens demeureront une fois encore bien en deçà des ambitions affichées. En effet, la faible portée des ondes acoustiques des capteurs et la vitesse limitée des AUV réduisent considérablement la capacité d'un réseau sous-marin à garantir une surveillance exhaustive et permanente des fonds marins. L'étanchéité de la SSA reste ainsi un défi majeur, car l'environnement sous-marin présente des contraintes physiques complexes sur la propagation des ondes. Par conséquent, une SSA totalement hermétique et permanente demeure une illusion technologique à ce jour.

Néanmoins, il est possible de pallier ces limitations en adoptant une approche intégrée combinant plusieurs systèmes complémentaires. Le concept français de lutte anti-sous-marin illustre bien cette stratégie en s'appuyant sur une combinaison de moyens aériens (hélicoptères et avions de patrouille maritime équipés de bouées acoustiques), de moyens de surface (frégates dotées de sonars actifs et passifs), et de moyens sous-marins (sous-marins d'attaque et drones sous-marins). Cette synergie permettrait d'assurer une SSA locale, certes limitée dans le temps et l'espace, mais suffisante pour obtenir une compréhension tactique de la situation et préparer une éventuelle action cinétique contre une menace identifiée.

Dans cette optique, il devient essentiel de renforcer la coopération entre les marines partenaires afin d'accroître la conscience situationnelle commune. Une interopérabilité avancée des systèmes de détection et de surveillance sous-marine permettrait un partage d'informations en temps réel et une meilleure réactivité face aux menaces. Cette interconnexion passe par le développement de

⁷¹ <https://www.exail.com>

protocoles de communication standardisés, garantissant que les données issues des capteurs de différentes nations puissent être exploitées efficacement au sein d'un réseau de surveillance multinational.

L'OTAN, en tant qu'alliance militaire structurée, pourrait jouer un rôle clé dans cette interopérabilité en établissant des normes communes sous la forme de *Standardization Agreements* (STANAG). Ces accords permettraient d'uniformiser les protocoles de transmission de données, les formats d'information, et les méthodologies d'analyse et d'intelligence embarquée, facilitant ainsi l'intégration des différentes capacités nationales au sein d'un dispositif global de surveillance et de défense sous-marine. *In fine*, si la mise en place d'une SSA totalement hermétique est technologiquement hors d'atteinte, une approche modulaire et collaborative, associée à une standardisation des échanges de données, pourrait significativement améliorer la capacité de détection et de réaction des forces alliées face aux menaces sous-marines émergentes.

3.1.3. Agir

Le dernier pilier de la stratégie de MFM concerne l'action, qu'elle soit verticale ou horizontale, conduite sur le fond des océans, ou bien en direction des abysses ou de la colonne d'eau. Les OMFN menées dans ce cadre englobent l'investigation afin de caractériser une éventuelle menace puis sa neutralisation, comme la récupération d'objets sensibles par grandes profondeurs (boîtes noires, technologies spécifiques, capteurs sous-marins adverses), la restauration d'infrastructures ayant fait l'objet d'une atteinte physique ou encore le sauvetage de submersibles en détresse⁷². A titre d'illustration, le 18 juin 2023, le ROV Victor 6000 opéré par l'IFREMER, est intervenu sur l'incident du sous-marin Titan alors que ce dernier proposait un voyage touristique dans les abysses sur l'épave du Titanic. Il s'agit donc là du domaine d'action des ROV pilotés depuis leur bâtiment base *via* plusieurs kilomètres de « cordon ombilical » de haute technologie. De fait, le stockage de cette télécommande filaire oblige l'opérateur à apparier le ROV avec un bâtiment de soutien spacieux donc nécessairement indiscret. Dès 2026, la Marine nationale sera dotée de deux ROV *Deepsea* conçus par Louis Dreyfus Travocéan et mis en œuvre depuis les bâtiments hydrographiques de nouvelle génération.



Figure 8 : le navire « Pourquoi pas ? » de la flotte océanographique française, opéré par l'IFREMER mettant en œuvre le ROV Victor 6000. Source : mer et marine octobre 2024.

⁷² Stratégie MFM, *op. cit.*, p. 43.

Cette perspective d'acquisition ouvre la voie à la protection d'intérêts nationaux par grands fonds, mais aussi à la conduite d'opérations hybrides dirigée contre les compétiteurs. Bien qu'ils ne soient à ce stade qu'exploratoires, les modes d'actions nouvellement permis devront faire l'objet d'une conception doctrinale précise et d'une intégration multi-milieux multi-champs (M2MC) au niveau opératif.

Au-delà de ces quelques capacités critiques, le développement de munitions de neutralisation de menaces devra être envisagé. Leur mise en œuvre devra être permise depuis un large éventail de plateformes (sous-marins, bâtiments de soutien ou de combat, aéronefs, AUV) afin de permettre une agilité et une réactivité optimales. De plus, l'interopérabilité entre le robot sous-marin désignateur d'objectif (capteur de fond / ROV / AUV) et la munition devra être assurée pour permettre un guidage optimal. Le développement d'un tel domaine d'action pourrait ouvrir la voie aux actions cinétiques depuis les abysses, vers la colonne d'eau et la surface mais reste à ce stade du domaine de la prospective technologique. En effet, alors que de nouveaux capteurs sous-marins émergent et tendent à dissiper à la marge le brouillard de la guerre (AUV, grille acoustique, IUSS, câbles rayonnants), le développement munitions de fond intelligentes reste quant à lui du domaine de la science-fiction.

Par conséquent, alors que l'action sur le fond demeure une prouesse technologique à la portée d'un nombre restreint de Nations (effet de club), l'action cinétique depuis le fond et sur le plancher océanique constituent des champs d'évolutions encore inexplorés. En tout état de cause, il sera nécessaire à court terme de densifier la flotte d'effecteurs de *seabed warfare* afin de conserver une position crédible dans la compétition technologique engagée, et de continuer d'assurer l'invulnérabilité de la composante océanique de dissuasion nucléaire.

3.2. Feuille de route MFM actuelle

La stratégie de MFM française de 2022 aboutit à l'établissement d'une feuille de route destinée à se doter au plus vite d'une capacité exploratoire dans une logique d'efficacité opérationnelle et de juste besoin⁷³. Elle pose ensuite les principaux jalons de l'acquisition d'une capacité autonome souveraine :

- Une première phase exploratoire vise à acquérir l'expérience dans la mise en œuvre de robots grands fonds et à préciser les besoins technologiques au regard des ambitions, en se dotant de capacités existant sur étagère ;
- Une deuxième phase de développement doit aboutir à l'acquisition de couples ROV/AUV souverains permettant de conduire des OMFM nationales ;
- Une troisième phase incrémentale visera à accroître le volume de la flotte de vecteurs sous-marins en cohérence avec le plan d'investissement France 2030.

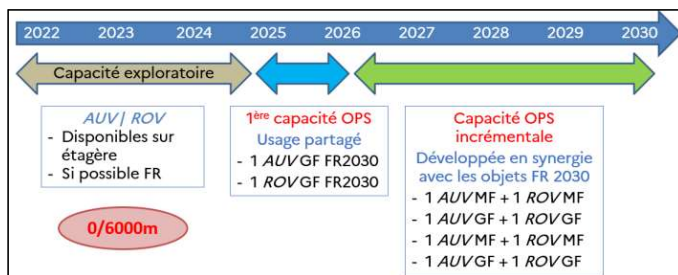


Figure 9 : principaux jalons de la montée en puissance de la MFM - extrait de la conférence MFM du CA Pannetier à l'École de guerre (9 décembre 2024).

⁷³ Ibid., p. 9.

3.2.1. Délais, coûts, performances

Aujourd'hui, malgré un contexte favorable aux investissements militaires *via* la loi de programmation 2024-2030 (LPM 24-30), et malgré son adossement mécanique à la dissuasion nucléaire le domaine de la maîtrise des grands fonds marins pâtit de son immaturité ainsi que de son positionnement de second plan face aux programmes à effets majeurs de la Marine (porte-avions de nouvelle génération, renouvellement de la dissuasion). Ainsi, même si la loi de finances 2025 confirme tardivement l'augmentation des budgets de la défense conformément aux prévisions de la LPM 24-30, les budgets initialement alloués au domaine MFM sont employés à ajuster le format de la Marine. Ainsi, dans cet environnement budgétaire plutôt défavorable à la MFM, on assiste à une dérive du calendrier d'acquisition initial du programme CHOF, et donc mécaniquement des autres programmes sous-tendus.

Avec des industriels de défense déjà notifiés, et des besoins militaires déjà exprimés, le respect des délais devient un enjeu crucial dans la capacité de la France à faire face aux menaces des compétiteurs, quitte à consentir à une dégradation des performances des systèmes.

Or le milieu abyssal, du fait de sa complexité d'accessibilité, ne tolère pas les approximations techniques : la capacité initiale devra être agile, intelligente, performante et interopérable, sous peine de la rendre incohérente et donc inutilisable.

3.2.2. Rentabilité duale

Dans cette perspective, attirer des investissements étrangers, européens, voire privés pourrait permettre de tenir les exigences de masse et de performances, tout en poursuivant la recherche et le développement. Ainsi, les exemples norvégiens, italiens, chinois et américains militent pour l'acquisition de capacités duales offrant des opportunités de services à l'industrie et à la science (cartographie et échantillonnages de ressources naturelles, suivi en service d'infrastructures immergées, monitoring de la biodiversité, collecte de données environnementales spécifiques).

Par conséquent, le développement de capacités militaires pourrait prévoir l'implémentation de capteurs et effecteurs civils à titre conservatoire. Un rapprochement interministériel civilo-militaire mériterait d'être conduit par le SGDSN afin de garantir la cohérence globale des investissements et l'intégration des besoins des différents acteurs dans les OMF.

3.3. Précision du triptyque pour le concept d'opérations dans les grands fonds

Comme étudié ci-dessus, le triptyque « connaître, surveiller, agir » de la stratégie de MFM reste pertinent pour cadrer les objectifs opérationnels généraux et demeure particulièrement adapté aux missions de lutte contre les mines par petits fonds. A mesure que l'on plonge vers les abysses, la portée des capteurs décroît, comme l'aptitude à communiquer, tandis que le prix des technologies avancées embarquées augmente exponentiellement sous les 3000 m. *De facto*, le manque de masse couplé à des difficultés de coordination entre mobiles induit une atteinte des ambitions par le bas. Connaître et surveiller dans la globalité et la durée semble illusoire, tandis qu'agir requiert une diversification des effecteurs dont certains ne semblent pas aujourd'hui à l'étude.

Par conséquent, dans la poursuite de la conception doctrinale voulue par la stratégie de MFM⁷⁴, l'établissement d'un concept d'opérations militaires sur les grands fonds pourrait se baser sur l'approche stratégique américaine de *l'undersea warfare*, sans toutefois négliger son caractère dual :

- La **compréhension** du milieu englobant à la fois sa connaissance physique mais aussi la conscience situationnelle locale ;
- La **protection** des infrastructures critiques recensées et des sanctuaires stratégiques, comprenant la surveillance fixe et spécifiquement déployée, mais également l'action défensive ;

⁷⁴ *Ibid.*, p. 43.

- L'**intervention** visant à affaiblir le système de défense adverse (domaine de l'action hybride) ou à lui adresser un signalement stratégique (action ostensible), en combinant la connaissance de ses intérêts et de ses vulnérabilités, la surveillance macroscopique de ses activités de routine et l'action offensive.

3.3.1. Comprendre

Au-delà d'une simple connaissance macroscopique du milieu des grandes profondeurs, il est nécessaire d'acquérir une compréhension des activités des partenaires et compétiteurs, ainsi qu'une analyse des menaces et un recensement des vulnérabilités afin d'établir les plans d'actions adaptés. Ainsi, si une *seabed situational awareness* globale reste hors de portée, une *recognized seabed picture* (RSP) circonscrite combinant renseignement, et indices de présence et d'activité pourrait permettre la mise en œuvre de plans d'anticipation afin d'améliorer ponctuellement et localement la SSA.

En outre, la compréhension des activités sous-marines à proximité d'infrastructures critiques ou de gisements de ressources naturelles pourrait conduire à y déployer des séries de capteurs autonomes fixes ou mobiles dédiés à la mise en alerte de moyens d'intervention complémentaires. Cette fonction pourrait aboutir au suivi de bâtiments de surface mettant en œuvre des capacités MFM, jusqu'au pistage d'AUV et au marquage de ROV.

Par ailleurs, afin de renseigner sur la présence d'un compétiteur immergé par grandes profondeurs le développement d'une grille de détection intégrée, complémentaire de celle du partenaire américain, pourrait constituer une solution. Il ne s'agit pas là de compromettre le secret de la dissuasion mais plutôt de partager des informations lui permettant d'augmenter sa profondeur stratégique.

Par conséquent, les opérations de compréhension visent à augmenter la conscience situationnelle en collectant des données ciblées, autour d'un événement potentiellement menaçant, tout en composant avec les limites technologiques actuelles et en acceptant la porosité de l'information. Dans ce cadre, le partage transactionnel de renseignement permettra de fédérer les initiatives d'action en créant un dialogue stratégique de *seabed warfare* en comité restreint. Parallèlement, le renforcement du dialogue dual visant à l'appréciation partagée de l'environnement permettrait de mutualiser les connaissances et les outils.

3.3.2. Protéger

Une fois la compréhension locale acquise, il s'agit de déployer des mesures et moyens de protection pour défendre nos vulnérabilités contre d'éventuelles agressions extérieures.

Tout d'abord l'analyse de la menace et de ses modes d'action doit conduire à développer des mesures de prévention de l'hybridité. Ainsi, au-delà d'une grille de détection encadrant les infrastructures et espaces critiques, il s'agit de renforcer la résilience des câbles sous-marins et des conduites énergétiques ainsi que les mesures d'autoprotection associées (munition rôdeuse intelligente, contre-mesures, etc...). En parallèle, l'action de défense dans l'espace permissif que constituent les abysses doit permettre aux unités qui y opèrent d'employer la force en se basant sur des règles d'engagement souples : il est donc question de neutraliser rapidement un USV, un AUV ou un ROV suspect sans risquer l'escalade.

Alors que des capacités dronisées émergent dans la palette d'outils de la Marine, les questions de leur armement, de leur autonomie décisionnelle dans l'engagement, et de la reconnaissance automatique d'un mobile partenaire doivent être considérées afin de garantir la crédibilité de la protection. Conjuguées, ces mesures devraient s'avérer dissuasives au vu du risque de perte onéreuse encourue par l'intrus.

En définitive, si une surveillance globale systématique est à ce stade invraisemblable, l'établissement de périmètres défensifs au moyen de systèmes intégrés fixes et d'AUV patrouilleurs

permettrait de renforcer la protection d'une infrastructure ou d'un espace menacé, confortant ainsi la liberté d'action de nos forces navales. Ce volet du concept des opérations dans les grands fonds s'adapte bien aux réflexions menées par l'OTAN et l'UE autour de la protection des infrastructures critiques⁷⁵. Hors sanctuaires stratégiques, il nécessitera néanmoins d'employer des systèmes aptes à coopérer et à s'intégrer dans une architecture de défense complexe, afin d'en maximiser l'efficacité. Parallèlement, adopter une approche duale dans laquelle un véhicule de l'industrie *offshore* pourrait contribuer à la RSP autour de son environnement de travail permettrait de mutualiser les ressources en recherchant la complémentarité des capteurs.

3.3.3. Intervenir

Pilier offensif du concept d'opérations, l'intervention vise à porter l'action hybride chez l'adversaire et à contraindre sa liberté d'action afin de conserver l'initiative et de conférer de la profondeur stratégique à nos forces. L'intervention peut alors s'envisager sous deux modes d'actions distincts :

- L'action ostensible visant à produire un signalement stratégique, un déni d'accès ou à dissuader l'adversaire de recourir à l'hybridité abyssale. En projetant une capacité MFV au cœur d'un sanctuaire stratégique adverse, il pourrait être possible de renseigner sur ses activités, de contraindre sa mobilité tout en faisant peser une menace sur ses infrastructures critiques. Toutefois la mise en œuvre d'un ROV depuis un bâtiment de soutien spécialisé (capable d'accueillir de volumineux appareils de pont) rend le porteur vulnérable. Il est donc primordial de pouvoir intégrer ce type de capacité au sein d'une force navale constituée.
- L'action hybride discrète menée par AUV autonome à longue élongation aux abords des infrastructures adverses. En outre, il est ainsi envisageable de préparer l'espace de bataille en amont d'un déploiement de forces, à des fins de renseignement ou de modelage. Ce type d'intervention doit également permettre de récupérer des technologies sensibles immergées par grands fonds (boîtes noires, autodirecteurs de munitions complexes, systèmes de cryptographie, etc...).

Dans ce cadre, des systèmes de combat intégrés immergés (capteur, arme) pourraient voir le jour à terme puis être déployés dans des espaces stratégiques (détroits, accès portuaires, gisements de ressources naturelles, ...) afin d'en assurer la maîtrise.

Par conséquent, envisagée dans un cadre strictement national compte tenu de sa sensibilité, l'intervention offensive pose les premiers jalons d'une guerre des abysses dans laquelle l'immaturation actuelle des technologies grands fonds sera un jour résolue. Il est toutefois nécessaire de recourir à une approche duale dans le développement conjoint de technologies de pointe communes (préhenseurs robotisés, d'intelligence artificielle, systèmes de positionnement) afin d'en rationaliser les coûts et permettre la production en série.

⁷⁵ NATO parliamentary assembly, Science and technology committee, *op. cit.*, p. 7, 9.

Conclusion

La maîtrise des grands fonds marins s'impose aujourd'hui comme un enjeu stratégique majeur, à la croisée des intérêts économiques, scientifiques et militaires. Alors que ces espaces abyssaux recèlent des infrastructures critiques toujours plus nombreuses et des ressources essentielles à la transition énergétique potentiellement exploitables à moyen terme, ils se présentent désormais comme un théâtre privilégié de la conflictualité moderne, où s'exercent compétition et stratégies hybrides désinhibées, sous le seuil de l'affrontement ouvert. L'avènement du *seabed warfare* bouleverse profondément la stratégie navale classique et renforce d'une nouvelle couche, la nécessité d'« intégration verticale ». Face à la pérennité du savoir-faire russe et à l'émergence des technologies de pointe chinoises, en matière d'exploration et de contrôle des infrastructures sous-marines, la France se trouve confrontée à un double impératif : garantir la protection de ses intérêts vitaux et affirmer son autonomie stratégique. Toutefois, cette ambition nécessite un effort accru en matière de recherche, d'investissements et de coopération internationale, notamment avec ses partenaires européens et alliés de l'OTAN.

Si la France dispose d'une expertise historique et d'un savoir-faire reconnu en matière de technologies sous-marines, son retard capacitaire dans le domaine de la robotisation tend à se résorber depuis la parution de la stratégie ministérielle de maîtrise des fonds marins. Toutefois l'acquisition parcellaire de véhicules autonomes et d'effecteurs en nombre restreint rend les coopérations internationales et duales indispensables au regard de l'ambition nationale. Il est donc **impératif de rechercher, dès la conception de la capacité, l'interopérabilité et l'intégration totales des différents systèmes** et de pallier la fragmentation des initiatives au sein de l'Union européenne afin de fédérer les volontés autour d'une stratégie globale cohérente. L'enjeu doctrinal réside désormais dans le développement d'un concept d'opérations intégré combinant compréhension dynamique du milieu, défense des infrastructures critiques et des espaces stratégiques et interventions offensives visant à acquérir l'initiative, dans une logique M2MC.

Dans un contexte où les normes juridiques internationales peinent à encadrer les ambitions des grandes puissances, il devient impératif d'adopter une vision proactive, en structurant un modèle de gouvernance qui, s'appuyant sur une capacité d'action crédible, garantisse à la fois la sécurité des activités mais aussi la préservation des écosystèmes marins. En ce sens, la maîtrise des grands fonds marins ne doit pas être perçue uniquement comme un défi militaire, mais comme un enjeu global, impliquant des coopérations civilo-militaires et une synergie entre recherche scientifique et industrie de défense. Aujourd'hui la coopération duale se matérialise en France par un lien fort entre l'industrie, l'IFREMER et la Marine nationale *via* le SHOM dans le volet « connaissance » de la stratégie. Ce lien mériterait néanmoins d'être enrichi, s'agissant de la cohérence des développements capacitaires ainsi que des opérations de dissémination des infrastructures critiques, de leur protection et d'éventuelles interventions dans les abysses, par une réelle coopération public-privé, sous tutelle de l'Etat.

In fine, à l'instar de l'accès au domaine spatial, la France se trouve face à un point de bascule décisif dont l'enjeu central est d'éviter un déclassement stratégique : il lui est désormais nécessaire de mobiliser ses ressources pour investir les abysses et de fédérer ses partenaires pour être en mesure d'y appréhender durablement la conflictualité, dans une perspective de souveraineté et de résilience nationale.

Bibliographie

Entretiens et témoignages

DURANDAU Jean-Marc (CA). Directeur adjoint de l'École de guerre et première autorité de coordination pour la maîtrise des fonds marins. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 21 novembre 2024, à l'École militaire, Paris.

SCOURZIC Daniel. Directeur de la stratégie chez EXAIL. BOIVIN Stéphane (CA (2S)). Consultant défense chez EXAIL. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 27 novembre 2024 en visioconférence.

KERLEGUER Laurent (IGA). Directeur général du service hydrographique et océanographique de la Marine. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 8 janvier 2025 en visioconférence.

CHETAILLE Cédric (CA). Adjoint au sous-chef d'état-major « Opérations aéronavales » de la Marine, coordonnateur central pour la Maîtrise des Fonds Marins. Entretien oral libre qui s'est déroulé le 27 janvier 2025 dans les locaux de l'EMO-M à Balard, Paris.

Références bibliographiques

MOTTE Martin (et al.), *La mesure de la force*. Paris, Tallandier, 2023, 480 p.

GROTIUS, Hugo. *Mare Liberum*. Leiden, Elsevier, 1609, 76 p.

MAZZUCCHI Nicolas, *La confrontation en mer : l'avenir de la stratégie navale*. Éditions du Rocher, 2024. 296 p.

Conférences

VERON Emmanuel. Docteur en géographie, spécialiste de la Chine contemporaine et des relations internationales, associé à l'UMR IFRAE, enseignant-chercheur associé à l'Inalco et à l'École navale. *Les nouvelles dynamiques spatiales*. 8 octobre 2024.

PANNETIER Nicolas (CA). Adjoint organique au commandant la Force d'action navale pour la maîtrise des fonds marins (ALFAN/MFM). Conférence *fonds marins*, en ligne. 9 décembre 2024.

Mémoires

FERRULLI Eustachio (CC). *Fonds marins : la stratégie des fonds marins répond-elle à tous les besoins ? Est-elle à la hauteur des enjeux ?* 2024, 33 p.

CARTOU Pauline (CC). *Le traité BBNJ, quels impacts pour la Marine nationale et la liberté de la haute mer ?* 2024, 48 p.

Publications

Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale. *Revue nationale stratégique*. Paris, 2022, 60 p.

Ministère des Armées. *Stratégie ministérielle de maîtrise des fonds marins - rapport du groupe de travail*. Paris, février 2022, 53 p.

Sénat. *Rapport d'information n°724 sur la maîtrise des fonds marins*. Paris, 21 juin 2022, 191 p.

COP21-CMP11, *Océans et climat – Fiches scientifiques*. Paris, octobre 2015, 128 p.

IFREMER, *Bactéries des abysses : un potentiel pour la médecine et la biotechnologie*. Nantes, Médiathèque de la Mer, 2012, 56 p.

Centre d'études stratégiques de la Marine (CESM), *Etudes marines – fonds marins*, n°22, octobre 2022, 153 p.

NATO parliamentary assembly - Science and technology committee, *Protecting critical maritime infrastructure – the role of technology*, 7 octobre 2023, 17 p.

NATO Hybrid Center of Excellence, *Countering state-sponsored proxies: Designing a robust policy*, Helsinki, février 2025, 27 p.

Russia Maritime Studies Institute - United States Naval War College, *Maritime doctrine of the Russian federation*, 31 juillet 2022, 94 p.

HM GOVERNMENT, *Integrated Review Refresh 2023: Responding to a more contested and volatile world*, 2023, 76 p.

US Navy, *Undersea Warfare Science & Technology Strategy*, 2016, 22 p.

Ministero della Difesa, *Linee di Indirizzo Strategico 2019-2034*, Rome, 2019, 68 p.

Norwegian ministry of defence, *The Norwegian Defence Pledge: Long-term Defence Plan 2025-2036*, 2023., 17 p.

Traités et règlements

Assemblée générale des Nations Unies. *Convention des Nations Unies sur le droit de la mer*. Adoptée le 16 novembre 1973, signée le 10 décembre 1982 et entrée en vigueur le 16 novembre 1994, 176 p.

Assemblée générale des Nations Unies. *Accord se rapportant à la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer et portant sur la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale*. Adopté le 19 juin 2023, ouvert à la signature le 20 septembre 2023, 70 p.

Parlement européen et Conseil de l'Union européenne, *Règlement (UE) 2021/821 concernant le contrôle des exportations, du courtage, de l'assistance technique, du transit et du transfert de biens à double usage*, Journal officiel de l'Union européenne, 2021, 30 p.

Sites internet

<https://www.meretmarine.com/fr/marine-marchande>

<https://www.meretmarine.com/fr/defense>

<https://www.lemonde.fr>

<https://www.opex360.com>

<https://www.cia.gov>

<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

<https://tritonsubs.com>

<https://fivedeeps.com>

<https://www.iris-france.org>

<https://www.submarinemap.com>

<https://www.exail.com>

<https://www.ldtravocean.fr/machines-sous-marines/rovs>

<https://www.militaryaerospace.com/>

Glossaire

AIFM – Autorité Internationale des Fonds Marins
AMP – Aires Marines Protégées
AUV – *Autonomous Underwater Vehicle* (véhicule sous-marin autonome)
BATX – *Baidu, Alibaba, Tencent et Xiaomi*
BBNJ – *Biodiversity Beyond National Jurisdiction* (traité sur la biodiversité en haute mer)
BITD – base industrielle et technologique de défense
CNUDM – Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer
CLPC – Commission des Limites du Plateau Continental
EMO-M – État-Major Opérations – Marine
EXTRAPLAC – Programme d’Extension Raisonnée du Plateau Continental
FPSO – *floating production storage and offloading*
GAFAM – *Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft*
GEBCO – *General Bathymetric Chart of the Ocean*
IFREMER – Institut Français de Recherche pour l’Exploitation de la Mer
M2MC – multi-milieux multi-champs
MFM – Maîtrise des Fonds Marins
OMFM – Opérations de Maîtrise des Fonds Marins
ROV – *Remotely Operated Vehicle* (véhicule sous-marin télé opéré)
RSP – *Recognized Seabed Picture* (image reconnue du fond marin)
SGDSN – secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale
SGMer – secrétariat général pour la mer
SMR – situation maritime de référence
SNA – sous-marin nucléaire d’attaque
SNLE – sous-marin nucléaire lanceur d’engins
SSA – *Seabed Situational Awareness* (conscience situationnelle des fonds marins)
TAAF – Terres Australes et Antarctiques Françaises
TLP – *tension leg platforms*
THA – Très Haute Altitude
USV – *Uncrewed Surface Vehicle*
ZEE – Zone Économique Exclusive

Sommaire

Avertissement	2
Résumé	33
Abstract	44
Introduction	55
1. Les grands fonds marins : désinhibition croissante de la conflictualité	66
1.1. Définition de l'espace de bataille	66
1.2. Juridiction des grands fonds marins	77
1.2.1. Convention de Montego Bay.....	88
1.2.2. Juridiction des fonds marins au-delà des ZEE.....	88
1.2.3. Règlements liés aux partages de technologies critiques	1040
1.3. Enjeux stratégiques de la maîtrise des grands fonds	1040
1.3.1. Enjeux économiques.....	1144
1.3.2. Enjeux de défense.....	1343
1.3.3. Enjeux de souveraineté.....	1545
2. Menaces et opportunités	1646
2.1. Menaces non-étatiques ou supranationales	1646
2.1.1. Menaces liées à l'exploitation des ressources	1646
2.1.2. Compétition entre géants du numérique.....	1747
2.1.3. Emergence du New seabed.....	1747
2.1.4. Brevetage génétique, activisme et juridictions	1848
2.1.5. Confrontation par grandes profondeurs.....	1949
2.2. Menaces étatiques potentielles	1949
2.2.1. Chine	2020
2.2.2. Russie	2120
2.3. Opportunités de partenariats.....	2222
2.3.1. Nations dotées d'une composante océanique de dissuasion nucléaire	2222
2.3.2. États non dotés, concernés par des enjeux transverses	2424
2.4. Approches multinationales	2626
2.4.1. OTAN.....	2626
2.4.2. Union européenne.....	2727
2.5. Invariants et originalités	2727
2.5.1. Analyses des menaces et opportunités	2828
2.5.2. Besoin de coopérations.....	2929
2.5.3. Analogies avec le domaine spatial et la très haute altitude	2929
3. Une stratégie cohérente répondant aux ambitions françaises.....	3232

3.1. Les trois axes de la stratégie française.....	3232
3.1.1. Connaître	3232
3.1.2. Surveiller	3333
3.1.3. Agir.....	3535
3.2. Feuille de route MFM actuelle	3636
3.2.1. Délais, coûts, performances.....	3737
3.2.2. Rentabilité duale.....	3737
3.3. Précision du triptyque pour le concept d'opérations dans les grands fonds	3737
3.3.1. Comprendre	3838
3.3.2. Protéger	3838
3.3.3. Intervenir	3939
Conclusion	4040
Bibliographie	4141
Glossaire	4343