UNIVERSITE TOULON-VAR
Faculté de droit
Mémoire MASTER 2 « sécurité défense »

Les abysses, nouvel espace stratégique

Année scolaire 2017/2018
Hervé NAVUEC
Sous la direction de Mr Philippe DEZERAUD

UNIVERSITÉ DE TOULON

Engagement de non plagiat.

Je soussigné, ... NAVUEC Hervé .....

N° carte d'étudiant : ..... 21506939 .....

Déclare avoir pris connaissance de la charte des examens et notamment du paragraphe spécifique au plagiat.

Je suis pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une partie de document publiés sous quelques formes que ce soit (ouvrages, publications, rapports d'étudiant, internet etc…) constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.

En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour produire et écrire ce document.

Fait le 27/08/2018

Signature(s)

Ce document doit être inséré en première page de tous les rapports, dossiers et/ou mémoires.

Document du chapitre 10 annexe 5, issu de la Charte des examens adoptée en Conseil d'Administration le 11 juillet 2013 après avis du CEVU du 27 juin 2013 - Délibération N°2013-73

Préambule de mémoire :

Officier de Marine de spécialité plongeur démineur, mes responsabilités en tant que chef de la section « intervention-engins » de la CEPHISMER[1], unité spécialisée dans l'intervention par grands fonds mettant en œuvre des ROV[2], scaphandres atmosphériques et systèmes de sauvetage de sous-marin en détresse, m'ont conduit à m'intéresser à un milieu passionnant : les abysses.

Enfant, bercé comme toute une génération par les aventures de Cousteau, j'ai également été marqué par les récits des aventuriers des grands fonds, remontant de la fosse des Mariannes à bord de bathyscaphes avec des images de créatures dignes d'un film de science-fiction. Or, je constate aujourd'hui que l'investigation des grands fonds marins n'a pas tant évolué que cela depuis les années 70, malgré le bond technologique réalisé. A cette époque, nous savions déjà que s'y trouvaient une quantité considérable de minéraux ainsi qu'une diversité biologique intéressante, et que des enjeux stratégiques s'y joueraient. On aurait pu alors croire que, 40 années plus tard, tout se serait déjà joué dans ce milieu.

Pourtant, à ce jour, les abysses semblent encore préservés d'une exploitation massive et restent en grande partie méconnus.

Les ressources terrestres se faisant de plus en plus rares et les besoins de plus en plus grands, sans doute les humains débutent-ils à peine le processus de conquête des grands fonds. La convergence entre technologie, nécessité et volonté, permettra, à court terme, d'exploiter massivement les grands fonds. Ce nouvel Eldorado, situé dans un espace juridiquement souple, et dans un monde de plus en plus multilatéral, entrainera indéniablement des tensions et des risques de conflits.

La France, forte d'un espace maritime de premier rang, et pionnière dans le domaine de l'exploration des abysses, doit jouer un rôle majeur dans ce nouvel espace stratégique et s'emparer dès à présent du sujet. Il convient de montrer la voie de la difficile mais obligatoire conciliation entre l'exploitation des multiples ressources et la préservation de ce patrimoine commun de l'humanité.

---

[1] Cellule Plongée Humaine et Intervention Sous la MER

[2] Remotely operated vehicle

Sommaire

Préambule de mémoire :.....2
Introduction.....7
1. Les enjeux stratégiques des abysses.....10
1.1. Les enjeux économiques.....10
1.1.1. Les frontières de l'hydrocarbure redessinées par le *deep offshore*.....10
1.1.2. Ressources minérales, une exploitation massive à venir.....14
1.1.3. Les câbles sous-marins, éléments essentiels du modèle économique actuel.....18
1.1.4. La pêche, entre augmentation de la demande et préservation des ressources.....20
1.2. Les enjeux militaires.....23
1.2.1. L'océan, théâtre discret de la dissuasion.....23
1.2.2. Surveillance, contrôle, neutralisation des communications : la cyberguerre au fond des océans.....25
1.3. Les enjeux scientifiques et technologiques.....27
1.3.1. Les grands fonds, un défi technologique.....27
1.3.2. Le nouvel Eldorado de la biotechnologie.....29
1.3.3. De multiples autres enjeux scientifiques et environnementaux dans les grands fonds.....34
2. Les abysses, un espace règlementé, mais tout de même en danger.....40
2.1. Quelle réglementation pour les grands fonds ?.....40
2.1.1. Conventions et organismes existants.....40
2.1.2. Quid de l'activité militaire ?.....44
2.1.3. L'avenir des traités internationaux ?.....46
2.2. Les dangers de la surexploitation.....47
2.2.1. Exploitation minière et surpêche des grands fonds, dévastatrices pour la biodiversité.....47
2.2.2. Pollutions hydrocarbures, rejets massifs de polluants.....52
2.2.3. Les grands fonds, lieu de stockage discret des munitions chimiques et des déchets radioactifs.....53
3. Quelles possibilités pour la France ?.....58
3.1. La France, puissance stratégique des abysses ?.....58
3.1.1. Un domaine abyssal considérable, un immense potentiel de ressources.....58
3.1.2. Des moyens militaires conséquents, mais insuffisants.....62
3.1.3. Des organismes étatiques civils reconnus.....65
3.1.4. Des entreprises civiles compétentes.....67
3.2. Quelles ambitions la France affiche-t elle ?.....70
3.2.1. Des projets d'exploration en vue d'une future exploitation ?.....70

3.2.2. Des directives et réflexions démontrant la prise en compte des enjeux....72
3.3. Pionnière dans le domaine des abysses, la France doit poursuivre ses efforts....74
3.3.1. Conserver les acquis, ne pas se laisser dépasser....74
3.3.2. Explorer davantage, faire aboutir des solutions techniques, créer des synergies, et favoriser l'émergence d'une filière....76
3.3.3. Disposer de moyens militaires efficaces pour défendre les ZEE et protéger les liaisons sous-marines d'intérêts....77
Conclusion....82
Bibliographie....84
Lexique....86

Introduction

Les grands fonds marins sont la partie la plus vaste de notre planète. Cette superficie, comprise entre 200 et 11 000 mètres de fonds, point le plus profond des océans situé dans la fosse des Mariannes, représente près des deux tiers de la surface du globe. Pourtant, les abysses sont aujourd'hui encore une zone méconnue, davantage que l'espace et que la surface de la lune. Près de 95% de cette immense territoire n'a pas été exploré et garde son mystère.

Paradoxalement, les grands fonds marins sont convoités pour les multiples ressources qu'ils contiennent. A l'heure où les réserves terrestres s'amenuisent, et alors que la demande mondiale est de plus en plus forte, se tourner vers ces gisements et les exploiter semble être une évidence.

Des hydrocarbures, pétrole et gaz, se trouvent en quantités importantes dans les abysses. Les prospections menées par les grands groupes pétroliers permettent de découvrir toujours plus de gisements prometteurs, repoussant le très attendu *pick oil* vers des horizons plus lointains. Le forage par très grands fonds, appelé *deep offshore*, est ainsi une activité qui ne cesse de se développer depuis 20 ans, malgré un léger temps mort dû à la difficulté du marché actuel. Le pétrole en *deep offshore* représente aujourd'hui 10% de la consommation mondiale, et il est fort probable que ce chiffre augmente dans les années futures.

Des minerais, tels que le cobalt, l'or, le cuivre ou encore le zinc, se concentrent massivement à très grande profondeur sous différentes formes : nodules polymétalliques, encroutements, amas sulfurés, terres rares. La présence de minerais est connue des scientifiques depuis longtemps, mais l'extraction à des fins commerciales débute à peine. Des activités de ce type voient le jour du côté du Japon et de la Papouasie Nouvelle-Guinée, et il est fort probable qu'une exploitation massive de ces ressources se produira dans les prochaines décennies.

Les grands fonds marins sont également un trait d'union entre continents, et donc entre grandes puissances. Un réseau impressionnant de câbles sous-marins y tapisse les fonds, reliant entre elles les terres émergées. Ces câbles permettent de communiquer et d'échanger en temps réel, ce qui rend cette infrastructure essentielle dans le modèle économique actuel. Cependant, les câbles sous-marins montrent une certaine vulnérabilité aux actions malveillantes, et attisent bien des convoitises pour les géants du net, soucieux d'augmenter leur contrôle de la toile. La cyber guerre d'aujourd'hui se déroule aussi dans les abysses.

Bien que l'ensemble des communications mondiales transitent sous les océans, les grands fonds marins restent un milieu silencieux, adapté pour agir en toute discrétion. Il s'agit ainsi du terrain de jeu idéal des sous-marins, et du théâtre rêvé de la dissuasion. L'immensité de cet espace, associée à des moyens technologiques toujours plus performants, permet d'observer sans être vu, d'agir dans l'ombre.

Les abysses offrent également un immense potentiel en termes de technologie et de recherche scientifique.

Les contraintes du milieu profond, tels que le froid, la pression, le courant, la propagation acoustique, rendent toute activité délicate. Y travailler, que ce soit pour l'extraction de minerais ou de pétrole, ou encore pour la pose de câble et l'action sous-marine, implique une maîtrise de nombreux savoir-faire humains et technologiques. Tout comme la conquête de l'espace, la conquête des fonds est un formidable catalyseur de compétences, regroupant des domaines d'excellences comme la robotique, l'énergie, les matériaux, le nucléaire, et bien plus encore.

Les abysses abritent une biodiversité présentant un énorme intérêt pour la science. Les capacités de ces espèces vivant dans l'obscurité, à des températures et des pressions extrêmes, sont hors normes. Le potentiel des ressources sous-marines profondes se situe dans différents domaines : le secteur médical, notamment dans la recherche anti-cancer et anti douleur, mais aussi dans la cosmétique, l'aquaculture, la dépollution ou encore le biocarburant.

Ainsi, ces différents aspects économiques, militaires, scientifiques, font des grands fonds marins un nouvel espace stratégique, qu'il convient de protéger via des règlements internationaux.

Classé patrimoine commun de l'humanité par l'organisation des nations unies, les fonds marins sont gérés par un organisme, l'autorité internationale des fonds marins (AIFM), qui attribue les permis d'exploration et d'exploitation en dehors des espaces sous juridiction, dans le but d'une gestion durable des ressources. Cependant, les compétences de cette autorité restent limitées, notamment parce qu'elle n'intervient pas dans les zones économiques exclusives, et que certains états n'ont pas ratifié la convention de Montego Bay, à l'origine de l'AIFM.

Ce milieu des grands fonds, accessible à qui possède la technologie, n'échappera pas à une exploitation massive qui risquerait de détruire un environnement et une biodiversité unique. La pollution des différents rejets humains, comme les plastiques ou les produits toxiques, se révèle déjà aujourd'hui très néfaste. Qu'en sera- t-il demain lorsque la surexploitation des ressources sera une réalité ?

La France, forte d'une expérience de plusieurs décennies dans la recherche par grands fonds, avec une activité sous-marine de premier rang et des entreprises reconnues dans le milieu offshore, a toutes les cartes en main pour compter parmi les grandes puissances des abysses. Son espace géographique, réparti sur l'ensemble de la planète, lui offre la possibilité d'accéder à de multiples ressources dont le potentiel, même s'il est difficilement quantifiable aujourd'hui, est très encourageant pour l'avenir.

La France pourrait montrer la voie de la difficile conciliation entre exploitation et préservation du milieu, quand d'autres puissance comme la Chine, la Russie, ou encore les Etats-Unis, seraient doute moins soucieuses de l'environnement que des possibilités commerciales offertes par cet espace où se jouera une course industrielle et technologique.

1. Les enjeux stratégiques des abysses

Plusieurs aspects permettent de définir les grands fonds marins comme étant un espace stratégique. Les intérêts de l'exploration, de l'exploitation et de la maitrise de cette zone sont de trois niveaux : économiques, militaires, et scientifiques.

1.1. Les enjeux économiques

1.1.1. Les frontières de l'hydrocarbure redessinées par le *deep offshore*[3]

Depuis le début de la prospection pétrolière jusqu'à la fin des années 70, l'exploitation de l'or noir et du gaz se limite à des forages terrestres, et à quelques rares exploitation en mer par faible profondeur et à proximité des côtes.

La poussée de la demande et la raréfaction des ressources sur le domaine terrestre obligent, dans les années 80, les grands groupes pétroliers à prospecter et à forer loin en mer à plus de 1500 mètres de fonds. Le forage en mer par grande profondeur ne cesse de se développer depuis et représente aujourd'hui près de 10% de la production mondiale, et 35% de la part du pétrole extrait en *offshore*[4].

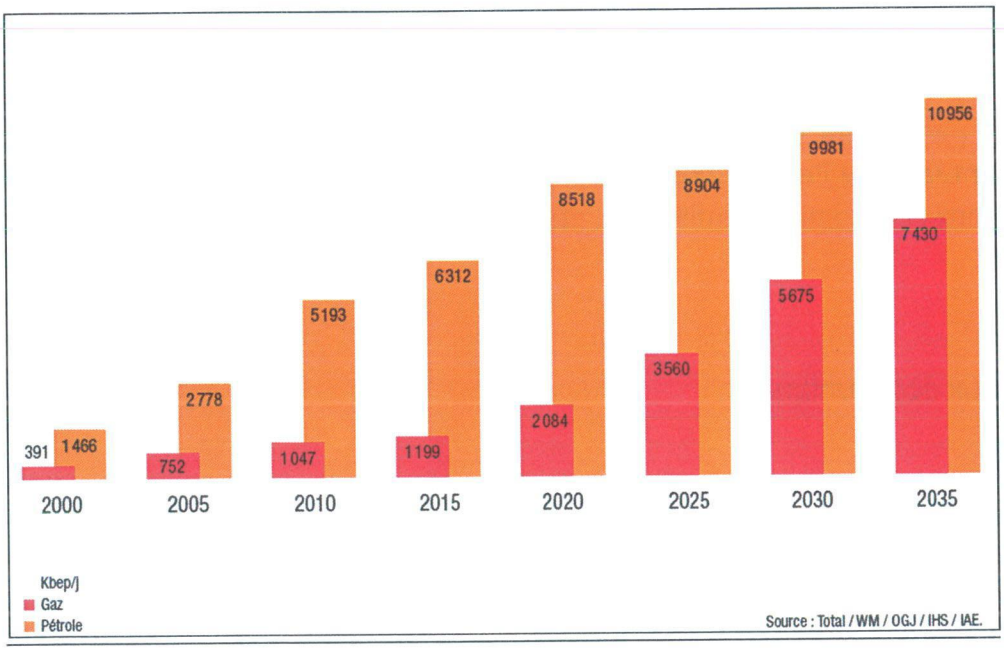
Le potentiel des exploitations en *deep offshore* est considérable. Les progrès technologiques dans la prospection ont permis la découverte de nombreux champs à travers le monde. Ces champs se situent à 38 % dans le Golfe du Mexique aux États-Unis, à 18 % au Brésil et en Guyane, à 26 % dans le Golfe de Guinée (Angola, Nigeria, Congo Brazzaville, Guinée, Ghana) et 13 % dans la zone Asie/Pacifique (Australie, Inde, Malaisie, Indonésie, Chine). Ainsi, en 2011, l'IFP[5] indiquait que 20% des réserves mondiales de pétrole et environ 30% de celles de gaz naturel étaient situées dans les fonds marins. Une certaine opacité des statistiques des réserves mondiales rend difficile une réactualisation de ces chiffres aujourd'hui, mais il est fort probable qu'ils aient augmenté de façon exponentielle, au regard des investissements réalisés par les grands groupes pétroliers dans le domaine.

---

[3] Terme désignant le forage profond, au-delà de 1500 mètres sous la surface des océans

[4] Source *Planète énergies*

[5] Insititut français du pétrole et *énergies nouvelles*



Evolution et perspective d'évolution de la production mondiale en *deep offshore* entre 2000 et 2015, en millions de barils (source : Total/WM/OGJ/IHS/IAE)

Convaincus que les exploitations en *deep offshore* fourniront la quasi-totalité de la production mondiale d'ici quelques décennies, les groupes pétroliers, soutenus par les états, se livrent une bataille rude.

Total, l'un des pionniers dans ce milieu, opère une stratégie dirigée vers le *deep offshore* depuis 2015. Le groupe annonçait en janvier 2018 une découverte majeure dans le golfe du Mexique[6] avec le puits d'exploitation de Ballymore situé à plus de 2000 mètres de fond. Dans le même temps, malgré les difficultés liées au plan climat et à l'interdiction de nouveaux permis d'exploitation sur le territoire français, Total annonce lancer vers la fin de l'année 2018 une campagne de cinq forages d'exploration sur le permis Guyane maritime.

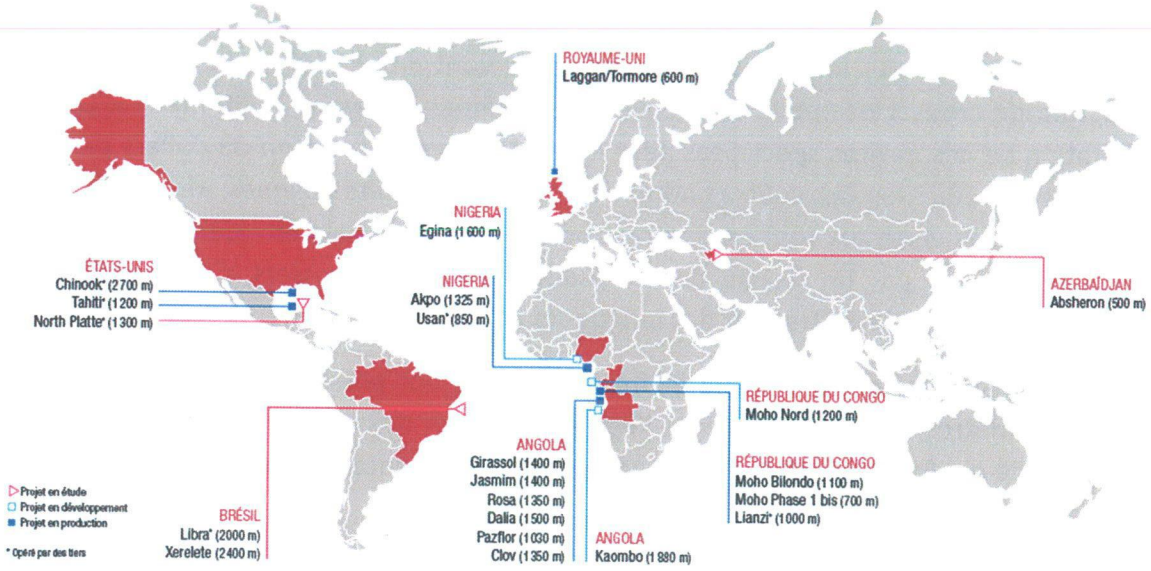
Les Etats-Unis, après leur retrait de l'accord de Paris en 2017, ont autorisé via un décret les forages offshores sur 90 % des côtes américaines dès 2019. 47 autorisations de forage ont ainsi été accordées : 19 au large de l'Alaska, 12 dans le golfe du Mexique, 9 dans l'Atlantique et 7 sur la côte Pacifique[7]. La plupart de ces forages sont situés dans des eaux allant jusqu'à 3000 mètres de fonds.

Le Brésil prévoit de doubler ses capacités de production pétrolière en *deep offshore* d'ici 10 ans. En 2022, « *le Brésil devrait contribuer à 85 % de la production en offshore profond* »[8].

[6] https://www.usinenouvelle.com/article/total-a-fait-une-decouverte-majeure-dans-le-golfe-du-mexique.N646113

[7] https://information.tv5monde.com/info/etats-unis-trump-autorise-des-forages-dans-les-eaux-americaines-212665

[8] Helder Queiroz, directeur de l'Agence nationale du pétrole brésilienne (ANP)



Installations actuelles et projets de Total en deep Offshore (source : Total)

Le forage offshore est un véritable défi technologique, imposant une maîtrise technique exceptionnelle. La particularité du milieu impose des moyens lourds et des investissements conséquents.

Là où les plateformes pétrolières sont fixes sur des forages peu profonds près des côtes, le forage *deep offshore* nécessite des installations flottantes, les FPSO[9], véritables usines marine, dimensionnées pour stocker jusqu'à 2,5 millions de barils, et traiter le pétrole brut avant d'accueillir les tankers qui effectueront la livraison vers les installations à terre.

Barge FPSO Guirassol au large de l'Angola (Source : Total - © GONZALEZ THIERRY)

[9] Floating Production Storage and Offloading

L'installation des forages se fait depuis des *rigs*, navires de grandes dimensions qui doivent supporter le poids de très longs câbles et tuyaux qui vont descendre jusqu'à 3 000 mètres de fond, afin de creuser des puits qui peuvent eux-mêmes dépasser 7 000 mètres. Le coût d'exploitation de ces navires spécialisés peut atteindre jusqu'à 1 million de dollars par jour. La recherche de réduction des coûts conduit à forer de longs puits obliques, afin de limiter le nombre de forages verticaux tout en assurant un drainage optimal des réservoirs. Les FPSO sont reliées au fond par un réseau de conduites verticales, les *risers*, d'un diamètre de plusieurs dizaines de centimètres sur des longueurs allant jusqu'à 3 km.

Les abysses constituent un milieu noir et froid, soumis à des pressions très importantes. A partir de 600 mètres, la température de l'eau descend en dessous de 4 °C. La pression à 2000 mètres de profondeur atteint 200 bars, ce qui représente près de 8 tonnes sur une surface de 5 cm^2.

Avec de telles contraintes, les risers doivent être conçus pour éviter la formation de glace pouvant apparaître dans les hydrocarbures quand la température baisse et que la pression augmente. Une isolation et un chauffage des conduites sont donc nécessaires. Un nombre croissant d'opérations se déroule directement au fond de la mer, comme la séparation des hydrocarbures liquides et gazeux et la compression du gaz pour assurer son transport sur de longues distances.

L'ensemble de ces techniques, ajoutées aux opérations classiques de monitoring et de maintenance opérées par ROV[10], impose des coûts extrêmement élevés, rendant l'exploitation en *depp offshore* très dépendante des cours du pétrole. L'activité connait ainsi un ralentissement depuis 2018, notamment en raison de la forte production d'hydrocarbures moins couteux à extraire, comme le gaz et pétrole de schiste.

Cependant, malgré ce ralentissement, il est fort probable que l'activité reprenne fortement quand le contexte sera plus favorable. L'extraction des hydrocarbures en *deep offshore* est en effet un moyen de concurrencer les pays de l'OPEP[11] pour des nations qui possèdent la technologie, mais pas les ressources. Les cartes du monde pétrolier sont ainsi redessinées, en déplaçant les frontières connues vers le large. Il est peu crédible de croire qu'à moyen terme, les accords environnementaux limiteront les exploitations en forage profond.

[10] Remotely Operated Vehicle

[11] Organisation des pays exportateurs de pétrole

1.1.2. Ressources minérales, une exploitation massive à venir

Les explorations scientifiques effectuées depuis 50 ans ont mis en évidence des processus géologiques aboutissant à la concentration de métaux sous différentes formes : nodules, encroutements, ou encore amas sulfurés. Des terres rares, très utilisées dans les nouvelles technologies, sont également présentes en grande quantité dans les grands fonds. Le potentiel économique de l'exploitation de ces ressources est considérable.

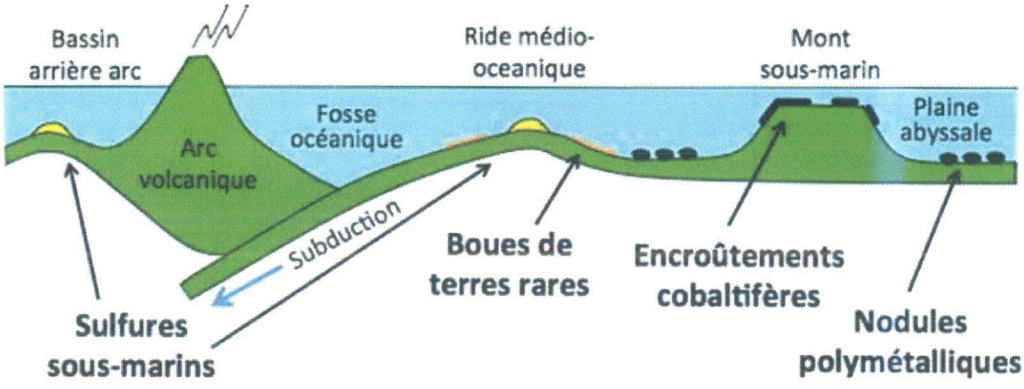


Schéma présentant les différents types de ressources[12]

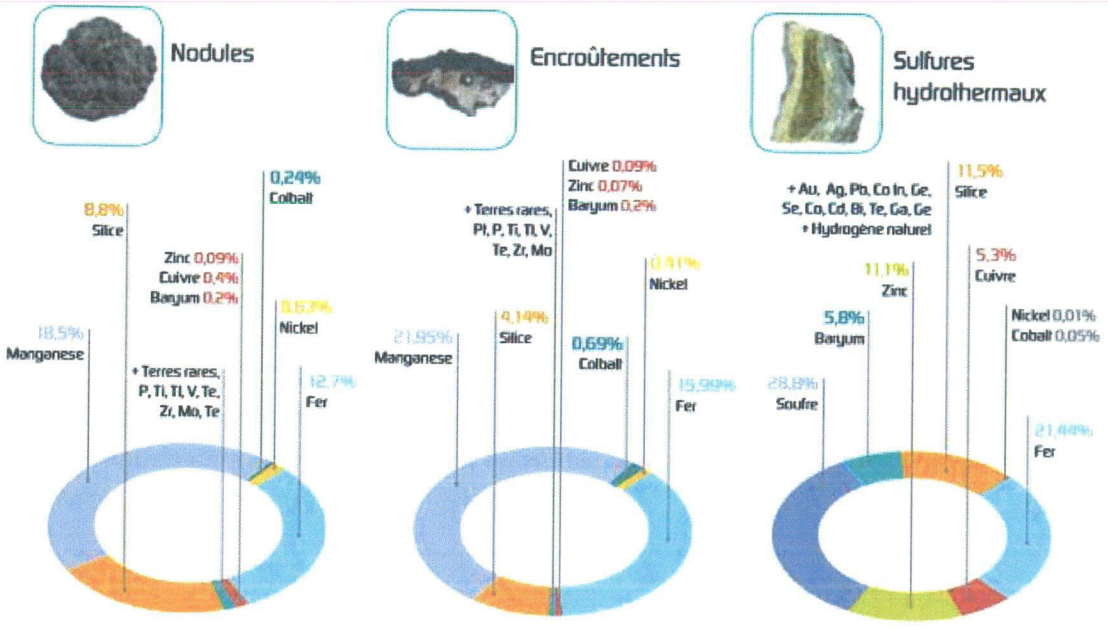
Les nodules polymétalliques se présentent sous la forme de boules brunes-noirâtres, de 5 à 10 cm de diamètre, et reposant entre 4000 et 6000 mètres de fond. Ils sont constitués de plusieurs couches concentriques correspondant aux phases de croissance autour d'un noyau, pouvant être à l'origine un débris de roche, un résidu d'un autre nodule, ou encore une dent de requin. Ces nodules, dont l'équivalent n'existe pas sur la partie émergée de la terre, sont essentiellement composés d'hydroxyde de manganèse (notamment utilisé dans les piles), de fer, de nickel, de cuivre, de cobalt, de titane, d'aluminium ou encore de zinc, d'or et de zirconium. La vitesse de croissance est très faible (2 cm pour 1 million d'années).

[12] Les ressources minérales profondes en Polynésie française, Pierre-Yves Le Meur, Pierre Cochonat, Carine David, ouvrage paru en mars 2017, aux éditions IRD

Concombre de mer dans un champ de nodules (Source : Ifremer/Nautile)

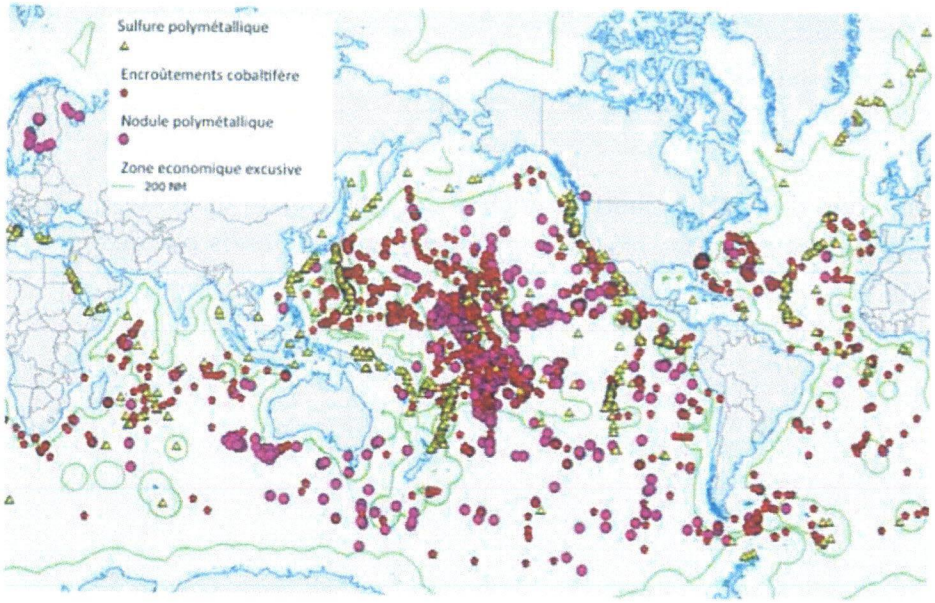
Les encroutements cobaltifères sont des dépôts pouvant mesurer jusqu'à 25 cm d'épaisseur, étalés sur une grande superficie autour des formations volcaniques, au niveau des élévations sous-marines intra-plaques, ou encore dans les formations coralliennes d'anciens atolls immergés. Ils sont composés d'oxydes et hydroxydes de manganèse, de fer enrichis en cobalt et en platine, et contiennent également des terres rares. Ces croutes sont accessibles dès 400 mètres de fond, et ont déjà fait l'objet de plus de 50 études scientifiques à travers le monde. Pour l'instant inexploitée, cette ressource se situe essentiellement en Polynésie, et plus particulièrement dans les "eaux économiques françaises", sur les plateaux de l'archipel des Tuamotu, par des profondeurs comprises entre 800 et 2.500 mètres

Les amas sulfurés, présents dans les roches volcaniques et essentiellement localisés le long des dorsales océaniques, sont constitués de sulfures de fer et de métaux tels que cuivre, plomb et zinc, mais aussi or et argent. À la différence des encroûtements cobaltifères et des nodules polymétalliques, qui n'ont pas d'équivalents terrestres, les gisements d'amas sulfurés sont déjà exploités sur terre. Les projets d'exploitation de sulfures massifs sous-marins sont aujourd'hui plus avancés que ceux des autres ressources sous-marines. La société canadienne Nautilus Minerals explore dans la mer de Bismark, à l'ouest de la Papouasie Nouvelle-Guinée, et prévoit de commencer prochainement l'exploitation d'un gisement.



Concentration en éléments majeur dans les minéralisations des grands fonds océaniques (source IFREMER)

Les terres rares se concentrent dans les boues marines, par grande profondeur. Ces éléments métalliques sont essentiels dans la fabrication des téléphones et des panneaux photovoltaïques. Abondants dans les différentes couches de la croûte terrestre, la disparité des lieux d'extraction rend compliquée l'extraction. Cependant, le marché est actuellement fortement poussé par le développement des industries de haute technologie dans des pays très peuplés, comme la Chine et l'Inde. De plus, le monopole de la Chine dans l'extraction terrestre inquiète les puissances occidentales, dépendantes des nouvelles technologies[13].



Distribution globale des trois grands types de ressource minérale marine (Source : ISA, 2014a)

[13] Les ressources minérales profondes, Denis Lacroix et Yves Fouquet

L'intérêt économique de ses multiples ressources minérales est une évidence, alors que les gisements sur terre montrent leurs limites et que la demande mondiale est de plus en plus grande. Certains éléments de ces minéraux, comme le cobalt par exemple, ne sont à ce jour que des sous-produits de l'extraction d'autres métaux. Néanmoins, utilisé pour des aciers spéciaux, notamment dans les alliages de l'industrie aéronautique et dans la fabrication des batteries, la production et la demande de cette ressource ont triplé depuis 20 ans. La difficulté de l'extraction par grande profondeur, excluant jusqu'alors toute rentabilité commerciale de l'exploitation des minéraux marins, est aujourd'hui franchie grâce aux progrès dans le domaine de l'*offshore*. Ainsi, fin 2017, le Japon annonçait être parvenu à extraire plus de 15 tonnes de minerais par 1600 mètres de fond, au large de l'île d'Okinawa[14]. Cette première mondiale annonce d'autres projets ambitieux. La société canadienne Nautilus Minerals prévoit l'extraction de cuivre et d'or au large de la Papouasie–Nouvelle-Guinée dès 2019[15]. Cette société, particulièrement en avance dans le domaine de l'exploration et l'exploitation des ressources minérales par grands fonds, prévoit également de s'implanter dans la riche zone de Clarion-Clipperton, ou encore au large des îles Tonga. La Chine a annoncé construire un navire usine géant, capable de mettre en œuvre des outils à plus de 1000 mètres de fonds pour fragmenter et remonter la roche des profondeurs à la surface[16].

Machines d'extraction (source : Nautilus Minerals)

Il est ainsi fort probable que d'ici 2030, quand la technologie permettra de rendre rentable cette activité, l'exploitation massive des ressources dans les grands fonds par des groupes miniers sera une réalité.

[14] https://www.science-et-vie.com/nature-et-enviro/cuivre-or-cobalt-nickel-la-ruee-vers-les-abysses-17283
[15] https://www.usinenouvelle.com/article/video-la-premiere-mine-sous-marine-demarrera-en-2019.N519419
[16] http://www.xinhuanet.com/english/2017-09/21/c_136627203_2.htm

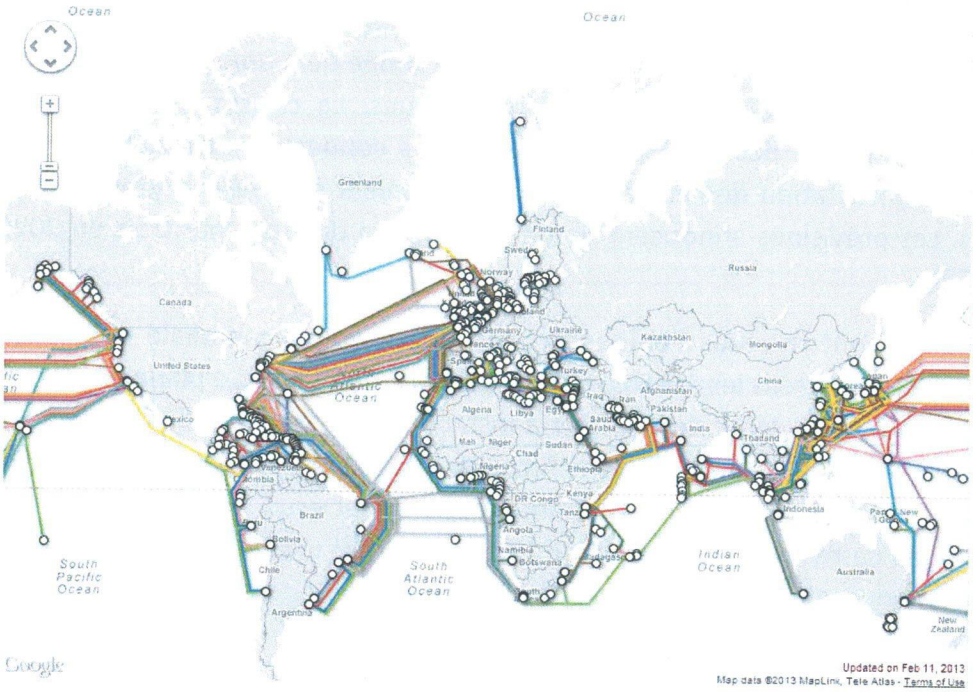
1.1.3. Les câbles sous-marins, éléments essentiels du modèle économique actuel

A l'ère du tout numérique, du *cloud* et du sans contact, l'idée que des tuyaux composés d'acier et de plastique soient indispensables à la communication semble être un anachronisme. Pourtant, un réseau mondial de câbles sous-marins permet d'assurer la majorité des transmissions, transactions, et autres échanges entre humains.

Le premier câble télégraphique sous-marin est posé en 1850 entre la France et l'Angleterre, du cap Gris-nez au cap Southerland. L'histoire retiendra qu'il aura été sectionné onze minutes après sa mise en service, par le filet d'un chalutier. Vingt ans plus tard, Bombay et Londres sont télégraphiquement reliés, juste avant les USA, Hong-Kong et l'Australie[17]. En 1870, déjà près de 120 000 km de câbles tapissent les océans.

Le câble téléphonique fait son apparition en 1891, toujours entre la France et l'Angleterre. Il faudra cependant attendre 1955 pour que la technologie permette un fonctionnement nominal de ce type de câble sur de grandes distances, annonçant l'avènement d'internet quelques décennies plus tard.

Aujourd'hui, internet tisse sa toile sous les océans. 450 câbles dotés de la technologie fibre optique, immergés jusqu'à des profondeurs de 6000 mètres, font transiter 99,8 % du trafic internet[18]. Cette artère représente une nappe de câble d'un million de kilomètres tapissant les fonds marins.

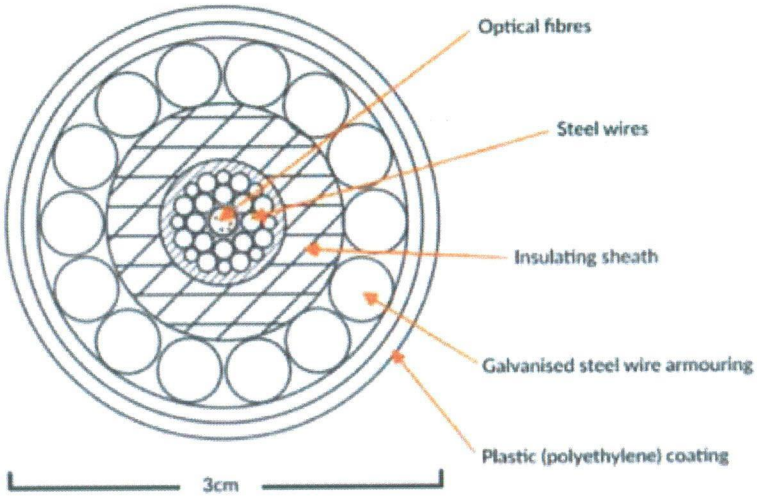


Réseau de câbles sous-marin (source : Google)

[17] Glover, B. (n.d) - History of the Atlantic Cable & Undersea Communications

[18] Source Orange

La constitution de la plupart des câbles sous-marins est aujourd'hui relativement similaire. Des fibres optiques, composées de brins de verre aussi minces qu'un cheveu, sont logées au cœur du câble. Les données sont transmises sous forme de longueurs d'onde, se déplaçant quasiment à la vitesse de la lumière. Chaque fibre a la capacité de transmettre jusqu'à 400 Go de données par seconde, ou encore 375 millions d'appels téléphoniques[19]. Un câble peut contenir entre quatre et 200 fibres optiques.



Composition d'un câble à fibre optique (source : Undersea Cables, Rishi Sunak MP, 2017, Policy Exchange)

Dans la société de l'information dans laquelle nous vivons, ces câbles sont devenus essentiels, voire vitaux. Leur importance augmente chaque année de manière exponentielle, grâce notamment à l'accélération des échanges numériques. La croissance du nombre d'internautes, la multiplication des terminaux et des objets connectés, et l'explosion des vidéos expliquent l'augmentation de ces échanges, qui devraient continuer à grandir dans les années futures. Les prévisions annoncent une multiplication du trafic par trois en 2020 par rapport à 2015[20].

Les câbles sous-marins sont devenus l'épine dorsale de l'économie mondiale pour deux raisons. D'une part, ils permettent les échanges de marchandises à l'échelle planétaire grâce à la possibilité de commander, gérer, sous-traiter à distance et en temps réel. D'autre part, les câbles permettent d'assurer les transactions financières indispensables à ce modèle. En une seule journée, quelques 15 millions de transactions financières, soit 10 trillions de dollars, transitent dans ce réseau. La chercheuse Camille Morel[21] explique l'importance de ce réseau dans un monde globalisé : « *Ces vecteurs complémentaires ont en effet rendu possible la mise en place d'un nouveau modèle économique, basé sur la sous-traitance et l'éclatement du processus de production. Si le porte-conteneurs permet d'acheminer à*

[19] Undersea Cables, Rishi Sunak MP, 2017, Policy Exchange

[20] Source CISCO

[21] Camille Morel, « *Les câbles sous-marins : un bien commun mondial* », revue *Études,* mars 2017, doctorante allocataire de la Direction des relations internationales et de la stratégie du ministère de la Défense (DGRIS) sur la question du régime juridique et des enjeux stratégiques des câbles sous-marins

moindre coût l'ensemble des pièces à travers le monde pour les assembler, le câble sous-marin assure, lui, la liaison entre les acteurs et le pilotage à distance du système - suivi des pièces, transmission d'instructions aux sous-traitants... Cette révolution a rendu nos sociétés largement dépendantes de la mer et de ces infrastructures. Dans cet univers où la nanoseconde peut représenter des millions d'euros de gains, le réseau sous-marin est la seule infrastructure à même d'offrir aux traders la rapidité d'échanges suffisante entre deux places boursières. L'investissement dans le câble Hibernia Express a fait gagner, dès septembre 2015, cinq millisecondes de rapidité au trading haute fréquence (THF) entre les Bourses de Londres et de New York. »

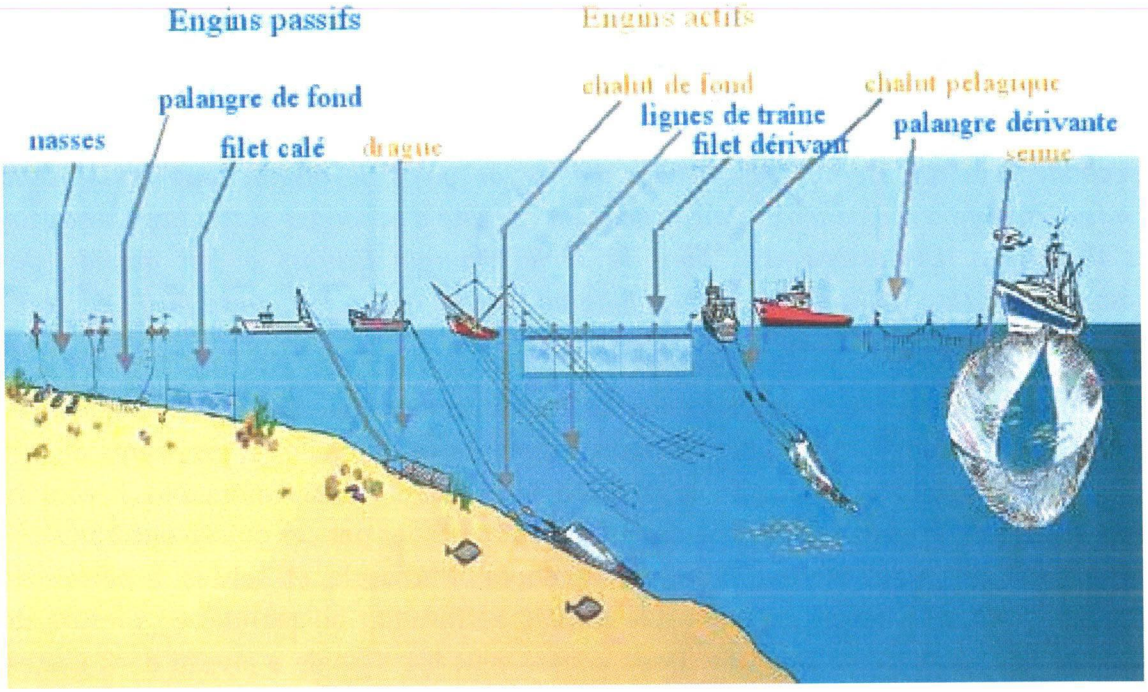
Un élément permet de prendre conscience de l'enjeu économique des câbles sous-marin. Les opérateurs télécoms ne sont plus les seuls à dominer ce domaine, et les géants du Net tels que Google, Facebook, Microsoft, ou Amazon, investissent massivement dans l'achat de câbles sous-marins. Près de 40% des commandes sont réalisées par ces quatre entreprises[22]. En février 2018, le projet Marea, mené par Facebook, Microsoft, et Telxius, a permis de relier Bilbao à Virginia Beach avec le câble le plus performant au monde, en mesure de transmettre 160 térabits par seconde. Deux années plus tôt, Google a investi dans Faster, qui relie la côte Ouest des États-Unis au Japon, soit près de 12 000 km. Dans la logique d'hégémonie commerciale de ces grands groupes industriels, disposer de ses propres moyens de transmettre l'information est une question de survie.

1.1.4. La pêche, entre augmentation de la demande et préservation des ressources

Les océans profonds représentent à eux seuls 98% de l'espace dans lequel la vie peut se développer sur terre. Les ressources halieutiques des eaux peu profondes à proximité des côtes s'épuisant, c'est tout naturellement que des techniques de pêche par très grands fonds ont émergé dans les années 80. La pêche en eau profonde, d'après la définition du Conseil International pour l'Exploitation de la Mer, concerne les prises faites à partir de 400 mètres.

Dans ces zones, plusieurs types de pêches sont à distinguer : le chalutage, le filet et la palangre.

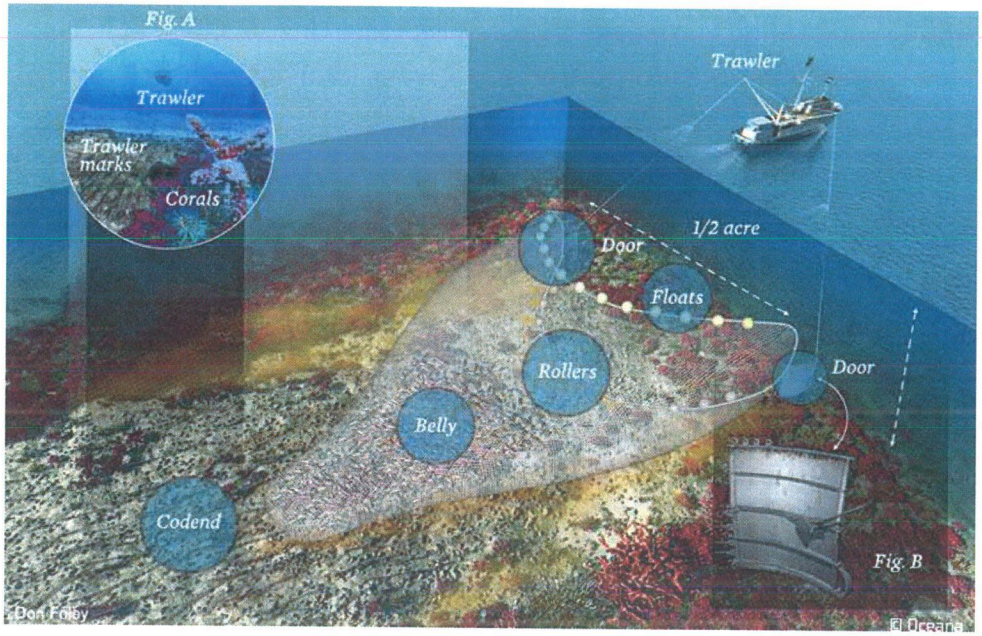
[22] Philippe Piron, cité par Pierre Manière (2017) Les câbles sous-marins, autoroutes vitales de l'Internet mondial, La Tribune, disponible sous le lien suivant : https://www.latribune.fr/technos-medias/internet/les-cables-sous-marins-autoroutes-vitales-de-l-internet-mondial-759055.html



Différents types de pêche (source : Ifremer)

Le chalutage par grands fonds, pélagique ou de fond, est pratiqué par d'immenses navires usines, mesurant jusqu'à 240 mètres de long et capables de stocker près de 14 000 tonnes de poissons en cale. Les filets déployés font la taille d'un terrain de football, avec la hauteur d'un immeuble de trois étages. Les profondeurs atteintes par les chaluts peuvent dépasser les 3000 mètres, et il suffit de 20 minutes de chalutage pour ramasser 14 tonnes de poissons, sans aucune discrimination possible des espèces. Cette activité controversée a été limité par l'union européenne à proximité de ces côtes en 2013 du fait de la particularité des espèces abyssales. La problématique du lent renouvellement des espèces dans cet écosystème fragile ne permet pas un prélèvement aussi massif[23]. Cette pêche reste tout de même largement pratiquée à l'échelle mondiale.

[23] Les poissons des grands fonds marins sont bien mal adaptés à une exploitation industrielle. Ces espèces, qui vivent dans des eaux très froides, ont une biologie très particulière : une croissance très lente associée à une très grande longévité. L'empereur peut ainsi vivre 150 ans, le grenadier de roche plus de 60 ans.



Chalutage par grand fond (source : Oceana)

Au large, dans les eaux profondes, les filets principalement utilisés sont des sennes. Ces pièges, mesurant plusieurs kilomètres, permettent d'entourer un immense banc de poissons, après l'avoir repéré par sondeur ou par aéronef. Cette pêche est largement pratiqué en méditerranée et en océan indien, notamment pour les captures des thonidés.

La palangre, dérivante ou maintenue sur le fond, est constituée de milliers d'hameçons répartis sur la ligne. Cette technique de pêche est dite durable car elle permet de mieux sélectionner les espèces en fonction des appâts et de la zone choisie, et l'impact sur le fond est neutre. Néanmoins, elle reste très peu pratiquée car elle est moins simple à mettre en œuvre, et le rapport coût rentabilité est moindre que pour des pêches par chalut et par senneur.

Aujourd'hui, près de 300 navires pratiquent la pêche par grands fonds, dont une centaine en Europe et moins de 10 en France. Le chalutage se déroule essentiellement dans les grands fonds de l'Atlantique Nord-est, à l'ouest de l'Ecosse et au sud du Groenland et de l'Islande, et dans l'océan Indien. Il concerne huit espèces de poissons en particulier : l'empereur, le flétan du Groenland, le grenadier de roche, le hoki, la lingue bleue, le sabre noir, le sébaste et le siki. Au large des TAAF[24], la légine est l'un des poissons les plus chers au monde, atteignant 15$ le kg à la débarque.

La pêche dans les abysses, avec une prise en compte nécessaire des contraintes liées à la fragilité de cet écosystème, est une activité économique non négligeable. La consommation de poisson à l'échelle planétaire atteint aujourd'hui 168 millions de tonnes par an, soit 20 kilo par an et par habitant[25]. Ce chiffre a pratiquement doublé depuis les années 2000. Le poisson demeure l'un des produits alimentaires de base les plus échangés au monde avec

[24] Terres Australes et Antarctiques Françaises
[25] FAO : Food and agriculture organization of the united nations.

comme premier importateur l'Union européenne, devant les Etats-Unis, la Chine et le Japon. Certains pays, comme les iles Wallis et Futuna ou les îles Tuvalu, dépendent de cette activité première.

1.2. Les enjeux militaires

1.2.1. L'océan, théâtre discret de la dissuasion

La haute mer et les grands fonds sont le terrain de jeu idéal pour toute capacité militaire agissant avec discrétion et furtivité. Le sous-marin, arme de dissuasion par excellence, règne en maître dans les profondeurs.

Bien qu'il ait fallu attendre les années 50 pour dépasser les 200 mètres d'immersion, les deux premiers conflits mondiaux ont révélés le potentiel de cette arme capable d'infliger des blocus, de mener des actions offensives (minage, torpillage), ou de fournir des renseignements. Au total, entre 1914 et 1945, un tonnage impressionnant de près de 26 millions de tonnes, incluant bâtiments de commerce et militaires, fut coulé par l'arme sous-marine.

La supériorité militaire de cette arme est identifiée dès la fin du premier conflit. En 1918, Le traité de Versailles interdit à l'Allemagne de posséder des sous-marins. Malgré cela, et comprenant l'intérêt de se doter massivement d'une telle capacité, le IIIème Reich met en service 1162 U-Boot durant le 2ème conflit mondial. Les « Loups gris » manquent de peu d'asphyxier la Grande-Bretagne par un blocus les isolant de tout approvisionnement.

Novice en la matière avant leur entrée en guerre, les Etats-Unis obtiennent une reddition des japonais en grande partie grâce à l'embargo imposé par l'arme sous-marine. Un nombre considérable de navires Nippons sont coulés par les sous-marins américains, qui reprennent alors les tactiques allemandes de chasse en meute. Près de la totalité de la flotte commerciale et militaire de l'empire du Soleil levant est détruite, rendant impossible tout approvisionnement dans un pays dépendant des matières premières étrangères. Incapable de durer dans le temps, les bombardements atomiques d'Hiroshima et Nagasaki permettent alors une capitulation plus rapide.

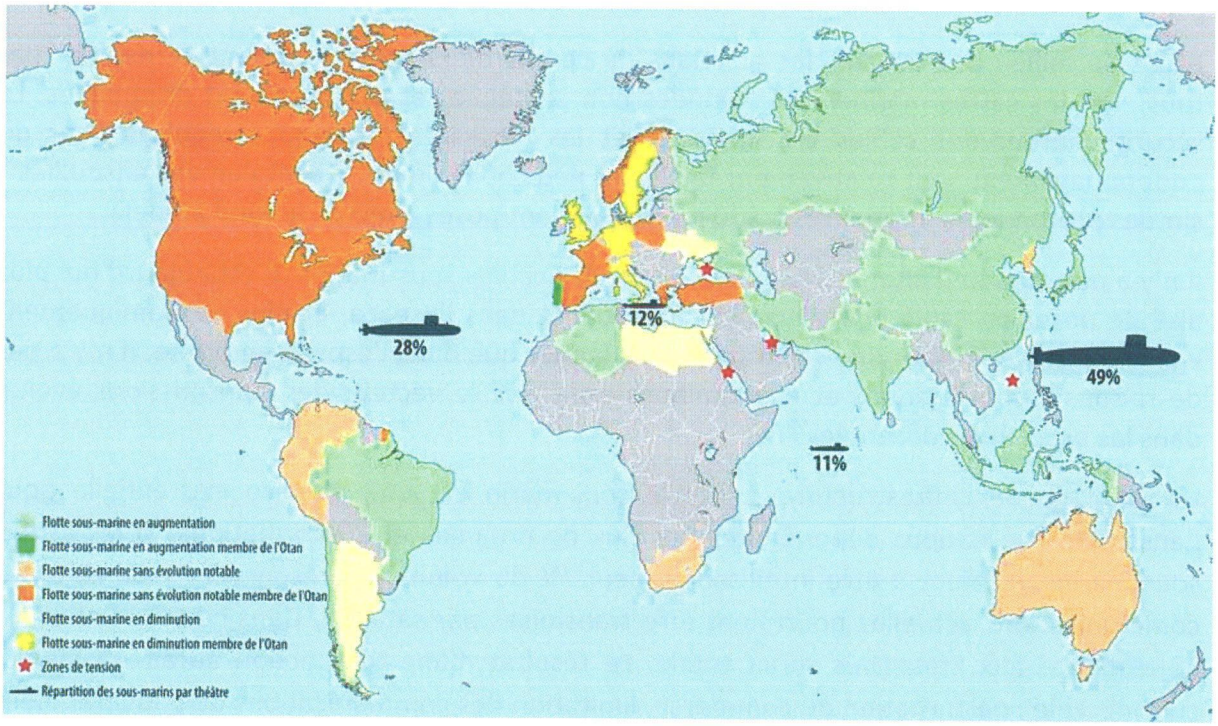
L'arme sous-marine de la première moitié du XXème siècle présente toutefois de nombreux désavantages : autonomie limitée, indiscrétions lors des surfaces, bruit détecté par le nouveau système d'écoute SONAR.

L'arrivée du moteur à propulsion nucléaire marque une révolution dans le monde de la guerre sous-marine. Cette technologie, dans un premier temps maitrisée par les américains puis par les soviétiques et les français, permet une immersion totale dans l'élément marin. Autrefois exposé lors des retours nécessaires en surface, afin de régénérer l'air et de recharger les batteries, le sous-marin nucléaire bénéficie désormais d'une grande

autonomie. Associée à une discrétion nominale, grâce à des matériaux composites et un hydrodynamisme optimisé, le sous-marin devient une arme tactique de dissuasion incomparable.

Aujourd'hui, le sous-marin à propulsion nucléaire est devenu l'arme de la dissuasion par excellence. Caché dans les abysses, il est en capacité de délivrer, à tout moment, un missile balistique, nucléaire ou non, et d'atteindre une cible située à plusieurs dizaines de kilomètres sans faire surface. L'impact politique d'une telle arme n'est pas négligeable, ce qui explique que les cinq grandes puissances siégeant au conseil de sécurité de l'ONU sont dotées de ce type de sous-marins, équipés d'armes de dissuasion. A elles seules, ces nations mettent en œuvre 144 submersibles à propulsion nucléaires, assurant leurs missions sur toutes les mers du globe[26].

A propulsion nucléaire ou non, le sous-marin est une arme dont toutes la plupart des nations côtières cherchent à se doter. 42 marines possèdent aujourd'hui cet outil, dont les acquisitions augmentent de façon exponentielle depuis les années 2000. L'accroissement de cette capacité est particulièrement visible dans l'Asie du Sud-est, où les rivalités anciennes de territorialité de certains ilots, souvent inhabités, réapparaissent. L'intérêt de ces revendications est avant tout économique, les ZEE de ces confettis étant très poissonneuses et potentiellement riches en gaz, pétrole, et ressources minières.



Evolution des forces sous-marines dans le monde (Source : Marine nationale)

[26] Rapport d'information n° 560 (2016-2017) de MM. Xavier PINTAT, Jeanny LORGEOUX, André TRILLARD, Pascal ALLIZARD et Claude HAUT, fait au nom de la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, déposé le 23 mai 2017

Même si la plupart des nations émergentes de la guerre sous-marine utilise le sous-marin comme une arme de défense des approches, on peut imaginer l'impact de ce moyen dans une guerre moderne. Par exemple, en cas de conflit en Mer de chine, une interdiction de circulation dans le détroit de Malacca, passage vital où se concentre un tiers du trafic commercial mondial et 90% de celui de la Chine, pénaliserait l'ensemble de l'économie planétaire.

Outil de dissuasion, de protection, et de puissance, le sous-marin n'est qu'au début de sa cohabitation avec les fonds marins. La démocratisation des évolutions technologiques permettront à de nombreux pays de pouvoir se doter d'outils de plus en plus performants, capables d'agir dans le domaine du renseignement, ou encore, en toute discrétion, de réaliser des écoutes ou du sabotage d'infrastructures de communication telles que les câbles sous-marins.

1.2.2. Surveillance, contrôle, neutralisation des communications : la cyberguerre au fond des océans

Les câbles sous-marins, infrastructure indispensable du 21ème siècle, présentent l'inconvénient d'être extrêmement vulnérables.

Isolés au milieu des océans, les positions de ces derniers sont facilement accessibles par tous, sur des cartes marines aux données non protégées et publiquement disponibles. La sécurité autour des câbles est minimale et les capacités techniques requises pour un endommagement sont relativement faibles et peu sophistiqués. Généralement ensouillés[27] sur des profondeurs inférieures à 300 mètres, ils sont posés à même le fond au-delà.

Il n'y a pas ou peu d'alternative à l'utilisation des câbles sous-marins. Il est aujourd'hui plus aisé de poser un câble que d'envoyer un satellite dans l'espace, et plus économiquement viable d'intervenir pour une réparation sous la mer que dans l'espace en orbite. Il n'y a pas de raisons technologiques et économiques pour que le vecteur des transmissions évolue dans les prochaines décennies[28].

Le sabotage de l'infrastructure de câble sous-marin est une menace existentielle pour l'ensemble des nations dépendantes des flux de données et d'informations. Si les câbles sous-marins venaient à être inutilisables, seul 7% du volume représentant l'ensemble des communications actuelles pourraient être transmises par satellite. Dans cette situation, la dépendance aux Etats-Unis serait totale. Le résultat d'une telle action aurait un impact considérable : perturbation du commerce, limitation des communications de gouvernement à gouvernement, absence d'information à la population via le réseau internet... On peut plausiblement croire qu'un groupe ou un état hostile, qui souhaiterait provoquer un

---

[27] Enfouissement d'une canalisation sous-marine (oléoduc, câble) dans le sol marin, après creusage d'une souille, Définition Larousse.

[28] Elliott, C., Al-Tabbaa, O. Semeyutin, A., T & Tchouamou Njoya, E. (2016) An Economic and Social Evaluation of the UK Subsea Cables Industry.

désordre civil et une tourmente économique chez un ennemi, s'en prenne à son réseau de câbles sous-marin.

Plusieurs cas d'endommagements, volontaires ou non, se sont déjà produits par le passé. Depuis le conflit Hispano-américain de 1898, il est d'usage de rompre les communications télégraphiques et téléphoniques pour isoler un ennemi. Au sortir du deuxième conflit mondial, la quasi-totalité des câbles sous-marins aura été détruite[29]. En 2000, une coupure sur le câble Sea-Me-We, reliant Perth en Australie à Norden en Allemagne via le Moyen-Orient, a entrainé un isolement de la grande île durant quelques heures. En 2008, l'Egypte perd la moitié de son réseau internet pendant plusieurs jours, en raison de la coupure de deux câbles sous-marins. L'impact financier, même s'il est difficilement chiffrable, est considérable. Lors de l'annexion de la Crimée par la Russie, en 2015, des sabotages de câbles ont été observés, à la fois par les Ukrainiens (câbles d'alimentation électrique), et par les Russes (fibre optique entre l'Ukraine et la Crimée), ce qui a eu pour conséquence de déconnecter et d'isoler totalement la péninsule. Fin mars 2018, la Mauritanie s'est retrouvée privée d'Internet durant une dizaine de jours. En cause, la rupture du câble sous-marin ACE[30] au large de Nouakchott.

En cas de conflit, les câbles sous-marins seront certainement des cibles prioritaires, avec comme objectif opérationnel la perturbation des communications. Mais la sensibilité de ces infrastructures est également réelle en temps de paix. La discrétion des grands fonds alliée à la richesse des informations y transitant en font un moyen idéal de renseignement et de pression politique.

Du fait de la guerre froide, deux nations se distinguent dans le domaine du renseignement via les câbles sous-marins : la Russie et les Etats-Unis.

La Russie possède une certaine expérience dans le domaine de l'utilisation de moyens non conventionnels ayant pour but de nuire aux puissances qui lui sont hostiles. En dehors de l'exemple de la Crimée et la rupture volontaire des liaisons internet, une forte activité agressive de sous-marins russes à proximité de câbles, en Scandinavie et en Atlantique, a été observée depuis plusieurs années. Certains responsables du renseignement américains estiment que les Russes ont entamé une cartographie précise des câbles pour les couper en cas de conflit ou de tension[31]. Les patrouilles de sous-marins russes auraient augmenté de près de 50 % depuis 2015. Les occidentaux s'inquiètent de ces manœuvres, d'autant plus que les Russes semblent s'intéresser à des portions de câble très difficilement accessible, car très profond.

Ces actions hybrides sont avantageuses pour la Russie pour plusieurs points.

D'une part, elles sont discrètes. Il est en effet difficile de repérer et d'identifier un sous-marin dans des zones aussi vastes que l'océan Atlantique, de prouver que la cause d'une rupture de câble est intentionnelle, ou encore de localiser un dispositif d'écoute.

---

[29] Cyrille P. COUTANSAIS, « *Géopolitique des abysses* », revue *Études, juin 2015*

[30] Africa Coast to Europe

[31] https://www.nytimes.com/2015/10/26/world/europe/russian-presence-near-undersea-cables-concerns-us.html?_r=1

D'autre part, ces actions sont facilement réfutables, et aucune nation ne prendrait le risque d'accuser la Russie d'espionnage de câbles sans preuves. Il est, par conséquent, impossible de répondre à un tel acte en se basant sur le droit international, comme l'article 51 de l'organisation des nations unies ou encore l'article 5 de l'OTAN, la notion d'acte hostile ou d'agression étant assez délicate à définir dans ce cadre.

Enfin, ces actions, avec une perte limitée de vie humaine, permet à la Russie de peser politiquement par cette nouvelle forme de dissuasion, alors que sa puissance maritime est en plein renouvellement.

Les Etats-Unis possèdent également des moyens de saboter ou de placer des dispositifs d'écoute près des câbles sous-marins. L'USS Jimmy Carter, mis en service en 2005, est un sous-marin dédié à la réalisation d'actions spéciales près des câbles sous-marins. Capable de plonger à 600 mètres, il peut ouvrir des trappes et déployer des robots sous-marins en mesure de placer des pinces équipées de capteurs sur les câbles, capturant les signaux émis par les fibres optiques, ou bien de mener des actions commandos sur des profondeurs moins importantes.

Les révélations de l'affaire Snowden[32], en 2013, ont mis à jour les pratiques de la NSA dans ce domaine. Une collecte massive de données a été réalisée par le gouvernement américain, via les câbles sous-marins. En plus de l'écoute sur les nœuds de communication à terre, les Etats-Unis ont pénétré le réseau informatique de plusieurs sociétés utilisant le câble sous-marin de télécommunications Sea-Me-We 4, reliant l'Asie à l'Europe, à l'aide d'un virus dédié à la récupération des données y transitant.

Dominer les grands fonds permet donc de dominer l'information et d'influer sur le monde. Les câbles sous-marins sont en effet aujourd'hui des actifs éminemment stratégiques. « *La carte des câbles sous-marins, c'est la carte des influences dans le monde* »[33]. Les nations se dotant de la technologie permettant la maîtrise des abysses pourront donc prétendre jouer un rôle à l'échelle internationale.

1.3. Les enjeux scientifiques et technologiques

1.3.1. Les grands fonds, un défi technologique

Les contraintes imposées par les grands fonds océaniques nécessitent une maîtrise de nombreuses technologies de pointes. La pression, le froid, la complexité des ondes acoustiques et de l'imagerie, sans oublier les courants et la météo changeante, rendent les opérations sous les mers complexes. Le besoin nouveau d'atteindre les milieux profonds,

---

[32] https://www.latribune.fr/technos-medias/internet/les-cables-sous-marins-autoroutes-vitales-de-l-internet-mondial-759055.html

[33] Pascal Griset, professeur d'histoire contemporaine à La Sorbonne, cité dans La Tribune, « *Les câbles sous-marins, autoroutes vitales de l'Internet mondial* », article de Pierre Manière du 24 novembre 2017

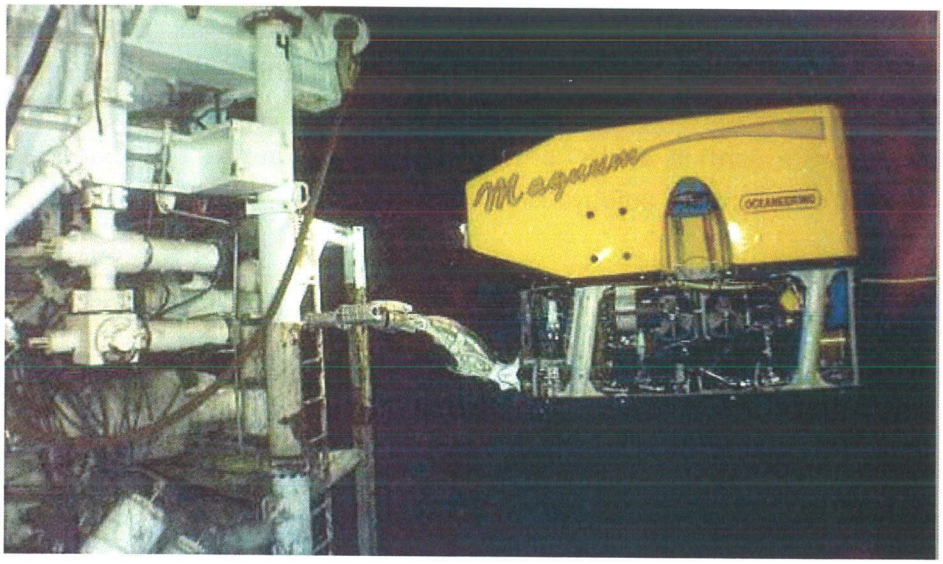
que ce soit pour de la prospection, de l'exploration scientifique, ou de la réparation de câble, fait apparaître des enjeux technologiques et d'innovations importants.

L'exploitation et la connaissance des grands fonds ne peuvent être réalisées que par les nations et les sociétés industrielles qui se donnent les moyens d'y parvenir. Le club des prétendants est aujourd'hui restreint, car il convient de réunir des capacités navales de mise en œuvre, des acteurs industriels solides et compétents, ainsi que des innovations technologiques permettant d'être compétitif.

Cette nouvelle industrie voit ainsi apparaitre des innovations toutes plus prometteuses les unes que les autres.

Les AUV[34] et *Gliders*[35] permettent d'évaluer les ressources sur de grandes distances, et améliorent les connaissances du milieu, afin d'en définir le potentiel et la meilleur façon de réaliser l'exploitation. Equipés de senseurs tels que des sondeurs multifaisceaux, des sonars acoustiques, des capteurs chimiques, ou encore des outils de prélèvements, ils sont les satellites d'observations des grands fonds.

Les ROV[36], reliés par un câble et téléopérés depuis la surface, sont dédiés à l'intervention sur un point fixe. Ils interviennent dans un second temps, après repérage des AUV et *Gliders*. Munis de bras et de pinces, ils peuvent effectuer des prélèvements de roches et de sédiments dans le cadre de la recherche, et effectuer des réparations pour les plus dimensionnés, les *workclass* ROV, dans le cadre de la maintenance des infrastructures (câble, plateforme *offshore*, éoliennes,...). Ces outils sont devenus indispensables dans un milieu où l'homme n'a plus sa place, les contraintes physiologiques en plongée lui en interdisant l'accès.



ROV effectuant une maintenance sur une plateforme pétrolière (Photo : *courtesy Oceaneering International*

[34] Autonomous underwater vehicle
[35] Engin lesté, oscillant entre le fond et la surface sur de grandes distances pendant près d'un mois en enregistrant des données
[36] Remotely operated vehicle

Le bénéfice de ces technologies est considérable pour les pays qui investissent dans ce domaine : écoles d'ingénieurs dédiées, groupe de travail, R&D, pôle de compétence, emplois et retombées économiques. Le projet CORAL[37] a ainsi permis, sous l'égide du pôle mer méditerranée et via un groupe de travail dédié à la robotique sous-marine[38], de réunir l'ensemble des acteurs du milieu profond français à Toulon, aboutissant à de nombreuses avancées technologiques dans le domaine profond. Un AUV grands fonds unique au monde est en phase d'aboutissement.

AUV grands fonds, projet CORAL, Ifremer, ECA group

La future exploitation des ressources minérales obligera à inventer et à créer des moyens adaptés à la mission. Récupérer et remonter des amas de roche à plus de 3000 mètres de fonds n'est pas chose aisée. Le véritable défi est d'y parvenir avec un coût maitrisé, rendant rentable l'extraction, tout en surveillant l'impact environnemental. Ce dernier point impliquera également le développement de techniques d'observation et de mesure adaptés. Il conviendra de « mariniser » toutes les techniques et matériels de géophysiques (gravitomètre, magnétomètre, sismomètres), et de dimensionner les capteurs aux grandes profondeurs. Des progrès sont essentiels en ce qui concerne la bathymétrie et l'imagerie à ultra haute résolution, loin d'être optimal aujourd'hui.

1.3.2. Le nouvel Eldorado de la biotechnologie

Nous ne connaissons encore aujourd'hui que très peu de chose sur les créatures des abysses. Le coût des campagnes est peu compatible avec le temps long que nécessite l'étude de ce milieu où tout va si lentement, et peu de nation possède l'outil adapté pour cela. Cependant, des instituts de recherche privés ou nationaux, et des groupes de

[37] *Constructive Offshore Robotics ALliance*

[38] Projet collaboratif réunissant les acteurs leaders dans leurs domaines (ECA, Cybernetix, ACSA, COMEX, Ifremer, école d'ingénieur Seatech...)

chercheurs, comme le *Census of marine life*[39], permettent de progresser depuis quelques années dans la connaissance de cette vie unique.

Les sources hydrothermales[40], a priori inhospitalière du fait de la température et du pH élevés, abritent une abondante faune originale. La biomasse y est 500 à 1000 fois plus élevée que celle estimée dans le reste des abysses. Cette densité s'explique par la présence de nombreuses bactéries qui utilisent l'énergie de l'oxydation des sulfures présents dans le fluide hydrothermal, et qui constituent ainsi la base de cet écosystème. Elles sont alors directement consommées par des organismes plus développés (gastéropodes), eux-mêmes la cible de consommateurs secondaires (crustacés et poissons).

Céphalopode et colonie de vers tubicoles près d'une source hydrothermale (source : Ifremer)

Les fonds marins abritent le plus grand écosystème de la planète et le plus grand réservoir de ressources génétiques et de biomolécules. Certaines d'entres elles sont d'un intérêt majeur en biotechnologie. Des êtres complexes, aux formes dépassant notre imagination, vivent dans des conditions extrêmes de température et de pression, dans l'obscurité la plus totale, et parfois à des niveaux de pH et de radiations élevés. La croissance particulière et les caractéristiques inhabituelles de ces organismes offrent un potentiel considérable pour la communauté scientifique, avec des nombreuses possibilités commerciales et médicales. Par exemple, certaines espèces possèdent des propriétés clonales, et peuvent modifier ou ralentir la multiplication cellulaire. Cette caractéristique est particulièrement intéressante dans le domaine de la recherche sur le traitement anti cancer.

Des produits pharmaceutiques pour traiter la maladie d'Alzheimer, l'asthme, les infections virales ou encore pour améliorer la greffe osseuse sont déjà développés avec des composés

[39] 2700 chercheurs de plusieurs pays regroupés en un projet, *Census of marine life*, permettant de centraliser 540 expéditions et de découvrir 20000 nouvelles espèces. Site internet : http://www.coml.org/index.html

[40] Les sources hydrothermales sont des sources d'eau chaude observées au niveau des dorsales océaniques, entre 500 et 5000 mètres de profondeur. Elles existent là où deux plaques tectoniques divergent.

issus des milieux marins profonds[41]. Des antibiotiques exploitables sont présents dans les gorgones des grands fonds, et des molécules antidouleurs sont utilisées via le venin de certains mollusques tropicaux. L'hémoglobine présente dans les vers tubicoles[42] permet de fabriquer du sang artificiel. Une étude américaine de 2007[43] rapporte la découverte de milliers de nouveaux gènes et protéines dans seulement quelques litres d'eau, avec la promesse de nombreuses nouvelles applications potentielles.

Plusieurs entreprises de biotechnologie possèdent des collections de souches microbiennes, en majorité issues de sources hydrothermales océaniques profondes. Les applications se trouvent du côté du secteur cosmétique, avec une utilisation possible dans l'industrie pétrochimique[44].

Dans le domaine de la biologie moléculaire, les ADN polymérases des grands fonds, provenant des archées des sources hydrothermales, présentent un fort intérêt. Stables, elles sont particulièrement utiles pour les kits de diagnostic de maladies génétiques.

Certains microorganismes sous marins sont utilisés dans des applications plus courantes : lessive, pâte à papier, crème à bronzer, alimentation, mode. Des bactéries sont également utilisées dans la dégradation des eaux usées.

---

[41] *Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*, Expertise scientifique collective, rapport CNRS, Ifremer, juin 2014

[42] Sorte de ver mou, de couleur brune, qui peut mesurer jusqu'à 2 mètres de long, muni de branchies rouges rétractiles à son extrémité supérieure.

[43] *The Sorcerer II Global Ocean Sampling expedition*, Yooseph et al, 2007

[44] *Microbial bioenergy : hydrogen prodution*, Davide Zannoni, Roberto De Philippis, Spinger edition, 2004

Exemple de produits dérivés d'espèces sous-marines profondes (source : CNRS)

Espèces profondes	Fonction(s)	Application(s)	Profondeur/Localisation	Statut
Thermus thermophilus (bactérie)	Enzymes	Produits anti-UV, protection de la peau	Souche isolée à 2000 m de profondeur dans le bassin de Guaymas	Commercialisé par Serderma sous le nom de gamme Venuceane®
T.thermophilus, Thermus aquaticus, Thermatoga maritima, Pyrodictium sp., Thermosipho africanus (bactéries)	Taq DNA Polymerase, GMP Grade	Outil de biologie moléculaire		Commercialisé par Roche Applied Science
Salinospora tropica (bactérie)	Salinosporamide-A	Antibiotique et anticancéreux (mélanome, cancer du poumon "non à petites cellules", cancer du côlon, cancer du sein	> 1000m, Océan Pacifique Nord	
Lithistida (éponge)	Dictyostatine-1	Traitement contre le cancer	442m, Jamaïque	
Spongosporites ruetzleri (éponge)	Topsentine	Implants orthopédiques	300-600m, Bahamas	
Isidae (corail bambou)		Greffe osseuse		
Vibrio diabolicus (bactérie)	HE800, exopolysaccharide	Greffe osseuse		
Pseudoalteromonas sp. DY3 (bactérie)	Cellulases		Sédiments marins profonds	
	Estérases		Séquence identifiée dans le métagénome établi à partir de sédiments prélevés du lit d'une colonie de palourdes du mont sous-marin Edison, au sud de l'île de Lihir, près de la Papouasie Nouvelle-Guinée	
Photobacterium profundum (bactérie)	Orf6 thioesterase	Bioremédiation et production de biocarburant		
Bacillus stratosphericus et *Bacillus aerophilus*	Lipases et cellulases	Chimie, industrie alimentaire pour les lipases et industrie papetière pour les cellulases	Sédiments collectés entre 500 et 5000m dans la portion sud de la Ride du Rio	
Oplophorus gracilirostris (crevette)	NanoLuc® Luciferase	Biotechnologie	Monts sous-marins dans les ZEEs de Polynésie française et de Nouvelle-Calédonie, dans le golfe de Mexico et à Madagascar	Commercialisé par Promega
Organisme hydrothermal Archée inconnue	PyrolaseTM 160 ThermalAceTM DNA	Outil de biologie moléculaire		Commercialisé par Diversa Corporation et ses partenaires
Pyrococcus sp.	Deep VentR® DNA Polymerase	Outil de biologie moléculaire	Cheminée hydrothermale à 2010 m de profondeur dans le bassin de Guaymas	Commercialisé par New England BioLabs Inc
Thermococcus litoralis	VentR® DNA Polymerase	Outil de biologie moléculaire	Cheminée hydrothermale	Commercialisé par New England BioLabs Inc
Thermoccosus sp.	Therminator DNA Polymerase	Outil de biologie moléculaire		Commercialisé par New England BioLabs Inc

Aeropyrum pernix et *Pyrococcus horikoshii*	Thioredoxine	Agent détoxifiant dans la composition de sérum anti-venin + protège la peau des UV + élimination d'allergènes an industrie agroalimentaire		Brevet
Cryptococcus sp., (levure)			Sédiments profonds	Brevet
Methanospirillum hungatei, *Methanococcus jannaschii*, *Methanococcus voltae*, *Methanosarcina mazei*, *Methanobrevibacter smithii* et *Halobacterium cutirubrum*. (archées)	Ether lipides	Etude du transport transmembranaire en recherche, adjuvant en immunologie, transport de principe actif en pharmacie, composant des produits cosmétiques pour la peau, composant d'insecticides…		Brevet
Thermus thermophilus	Protéine ribosomale 30S	Antibiotique potentiel		Brevet
Vibrio diabolicus (bactérie)	Polysaccharides	Ingénierie des tissus conjonctifs non minéralisés, cicatrisation osseuse, régénération et protection du periodontium, modulation de l'angiogénèse	Source hydrothermale	4 brevets déposés par l'Ifremer ou des chercheurs de l'Ifremer à titre privé
Bryhograea thermydron (crabe), *Alvinella caudata* (ver), *Ventiella sulfuris* (amphipode)	Eléments génétiques mobiles	Procédés de transposition *in vitro* et *in vivo*	Source hydrothermale	Brevet déposé par le CNRS
	Estérases KTL 7 et 9		Sédiments profonds	2 brevets
Poisson des grands fonds (espèce non précisée)	Collagène de la peau	Traitement de l'hypertension par réduction de la pression sanguine		Brevet chinois
Poisson–lanterne *Myctophidae*	Peptides fonctionnels	Activateur de la synthèse du collagène, immuno-régulateur, composition pour la peau à usage externe		Brevet taïwanais déposé par le FISHERIES RES INST COUNCIL OF AGRICULTURE
Souche d'*Aspergillus* (champignon)	Protéase alcaline	Détergents	Milieu marin profond	Conseil indien de la Recherche Scientifique et Industrielle
Souche bactérienne *SM-A87*	Polysaccharide	Cosmétique	Milieu marin profond	Brevet déposé par l'université du Shandong
Alteromonas infernus (souche GY 685,		Biodétoxification et traitement des eaux	Eau de mer de *Riftia pachyptila*, vivant sur un	

bactérie)		usées	site hydrothermal, bassin de Guaymas	
Alteromonas macleodii subsp. *Fidjiensis*		Agent d'épaississement dans l'industrie alimentaire, dans biodétoxification et dans le traitement des eaux usées, guérison des os, traitement de maladies cardio-vasculaires	Cheminée hydrothermale profonde, Bassin Nord-Fidjien	
HYD-1545 (bactérie)			Tissus d'un polychète marin vivant sur un site hydrothermal à grande profondeur	
Pseudoalteromonas sp. (souche GY 768, semblable à *P. carrageenovora*) (bactérie)		Biodétoxification et traitement de l'eau, guérison des os	Tissus d'invertébrés vivant sur un site hydrothermal dans le bassin de Guaymas	
Pseudoalteromonas sp. (souche GY 786, semblable à *P. undina)* (bactérie)		Biodétoxification et traitement de l'eau	Tissus d'invertébrés vivant sur un site hydrothermal dans le bassin de Guaymas	
Pseudoalteromonas souche 721		Propriétés gélifiantes	Cheminée hydrothermale profonde	
Vibrio sp. (bactérie)		Actions anticoagulante, anti-VIH et pharmaceutique	Tissus d'invertébrés vivant sur un site hydrothermal la Dorsale Est-Pacifique 9°N	

1.3.3. De multiples autres enjeux scientifiques et environnementaux dans les grands fonds

Prévenir les catastrophes de demain

La catastrophe de Fukushima, survenue en mars 2011, était avant tout la conséquence d'un séisme qui s'est produit par très grand fond, le long de la fosse océanique du Japon, à 130 km des côtes de Tohoku. Le glissement des plaques pacifique et eurasienne a produit une secousse importante, de magnitude 9.1, qui a provoqué par la suite le tsunami ravageur, dévastant près de 600 km de côtes avec des vagues de 30 mètres de haut.

De même, le tsunami de Sumatra en 2004 avait pour origine le déplacement des plaques australienne et eurasienne.

La solution envisagée par les scientifiques pour prévenir ces événements est de placer des capteurs sur les grands fonds marins, près des sources sismiques, afin de détecter et de transmettre instantanément les phénomènes.

En 2016, le Japon a fait installer une série de ces capteurs sur les zones sensibles, constituée de 154 stations sous-marines implantées sur le fond de l'océan, le long de la zone de contact entre les plaques tectoniques pacifique et philippine. Les Etats-Unis, prenant la menace des

tsunamis très au sérieux, possèdent des installations opérationnelles au large de la Californie, à proximité de la faille de San-Andreas[45].

Archéologie, découvrir et comprendre notre histoire

Les grands fonds marins abritent de nombreuses épaves, richesses du passé et témoignages de différentes époques plus ou moins lointaines.

Le Titanic, le Musahi[46], ou encore le Bismarck, ont pour point commun de reposer dans les abysses, par respectivement 3840 mètres, 1000 mètres, et 4790 mètres. Mais pour quelques épaves découvertes dans l'immensité des océans, de nombreuses autres s'y trouvent toujours, préservées de la lumière et des agressions extérieures, attendant qu'on les explore pour mieux comprendre le passé. Ces sanctuaires marins sont des témoins statiques des modes de vies des humains qui nous ont précédés. Les découvrir permet de tisser le fil de l'histoire, de mieux comprendre les échanges entre peuples.

L'UNESCO estime à trois millions le nombre d'épaves gisants dans les fonds marins[47]. Certains spécialistes avancent que 40% des métaux précieux extraits par l'homme depuis l'antiquité repose dans les mers.

Loin d'intéresser uniquement les scientifiques et archéologues, les butins et trésors que contiennent les épaves attisent aussi la convoitise d'opérateurs publics et privés. La découverte en 1985 de l'épave du galion espagnol Nuestra Señora de Atocha coulé au large de la Floride en 1622, a rapporté près de 300 millions d'euros à ses inventeurs. En 2013, Deep Ocean Search, mandaté par le ministère des transports britannique, a récupéré un butin de 50 millions de dollars sur le navire britannique SS City of Cairo, retrouvé par 5150 mètres de fonds au large de la Namibie[48]. L'Odyssey Marine Exploration, société américaine spécialisée dans la recherche des trésors sous-marins, a remonté en 2012 un magot de 48 tonnes d'argent, composé de 1 203 lingots, d'un trésor reposant à 4 700 mètres de fond au large des côtes de l'Irlande.

Le développement des technologies des engins d'exploration sous-marine rend l'avenir de cette activité de recherche extrêmement prospère et rentable, ce qui pourrait finalement nuire à l'intérêt historique et archéologique des épaves.

---

[45] *Imagerie globale de la Terre par les ondes sismiques*, Barbara Romanowicz, Professeur au Collège de France et membre de l'académie des sciences, Reflet de la physique numéro 56 paru en janvier 2018, disponible sous le lien suivant : https://www.refletsdelaphysique.fr/articles/refdp/pdf/2018/01/refdp201856p4.pdf

[46] Navire japonais et le cuirassé le plus puissant de l'histoire, coulé en octobre 1944, lors de la bataille de Leyte

[47] http://www.unesco.org/new/fr/culture/themes/underwater-cultural-heritage/underwater-cultural-heritage/wrecks/

[48] https://www.sciencesetavenir.fr/archeo-paleo/50-millions-de-dollars-sous-les-mers_21854

Énergies renouvelables : et pourquoi au large, sur des zones de grands fonds ?

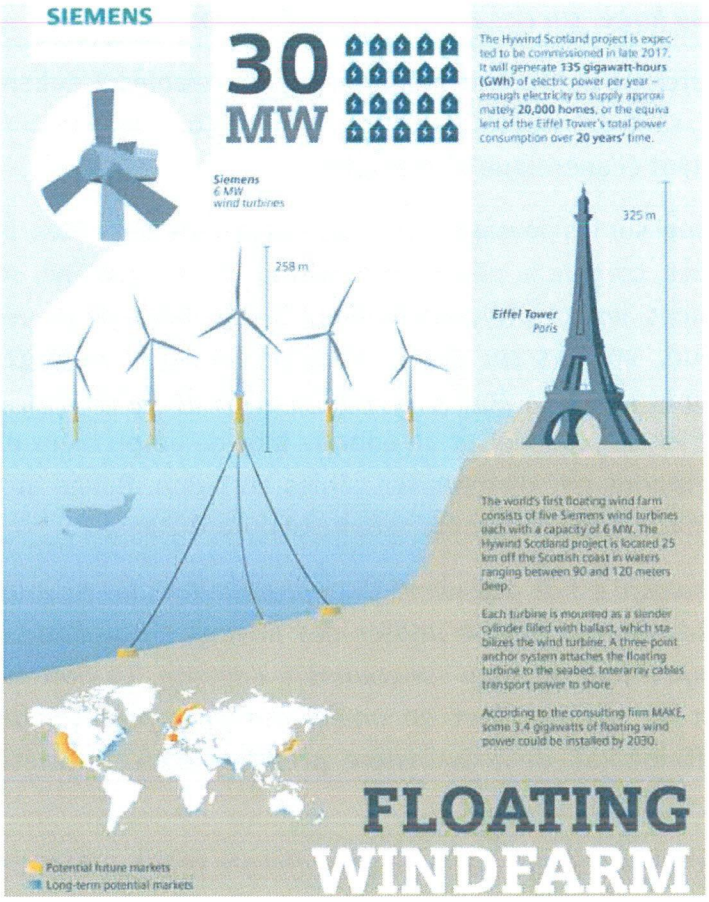
Les grands fonds peuvent être une source de production d'énergies renouvelables. L'éolien, ou encore l'énergie thermique marine, sont des possibilités offertes par les océans, ouvrant de réelles perspectives de développement économique et d'emplois.

Les éoliennes à terre ont un impact visuel sur les paysages. En mer, à proximité des côtes, la cohabitation avec les activités humaines, comme la pêche, le tourisme, ou le cabotage, se fait difficilement. Depuis quelques années, les scientifiques étudient la possibilité de placer des éoliennes géantes sur des flotteurs, ancrées sur des grandes profondeurs au large. Floatgen, une éolienne de plus de 60 mètres de hauteur et dotée de pales de 40 mètres, a été déployée au large du Croisic début 2018[49]. Juchée sur un énorme bloc de béton creux et flottant, elle sera fixée sur les fonds marins par d'immenses câbles en nylon. Reliée aux réseaux électriques via un câble sous-marin, son rendement sera testé durant 2 ans.

« *L'un des grands atouts de cette technologie est de pouvoir réaliser presque tous les travaux à terre. Contrairement à l'éolien posé, il n'y a plus à utiliser des navires d'installation, coûteux, soumis aux aléas météo et qu'il faut réserver longtemps à l'avance. Le flottant permet donc de réduire les coûts et les risques, tout en améliorant l'acceptabilité du développement de l'éolien en mer* », affirme Paul de la Guérivière, président d'Ideol, société fabriquant cette éolienne.

Des projets de ferme sont à l'étude, et le rendement de l'éolienne *offshore* pourrait être de 6 GW en France d'ici 2030, soit l'équivalent de 3,6 centrales nucléaires EPR. Pour l'heure, un seul parc d'éoliennes flottantes est en cours d'installation dans le monde, via l'entreprise norvégienne Statoil, qui a démarré l'arrimage de cinq éoliennes à 25 kilomètres des côtes écossaises, à 110 mètres de profondeur. Le potentiel de cette énergie est prometteur pour l'avenir.

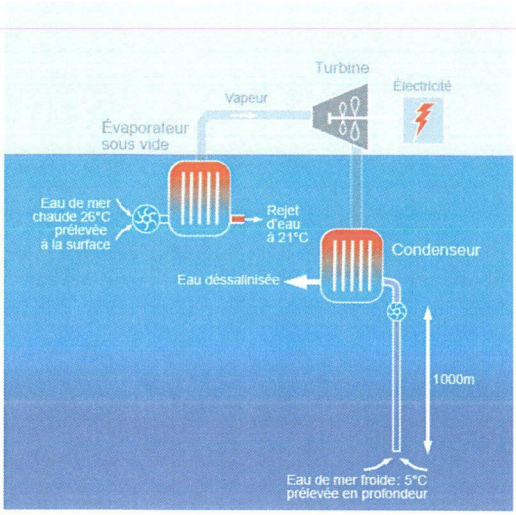
[49] Vincent Groizeleau, article *Mer et Marine*, publié le 16/10/2017, disponible sous ce lien : https://www.meretmarine.com/fr/content/floatgen-premiere-eolienne-flottante-construite-en-france



Projet de ferme flottante (source : Siemens)

Les différences de températures entre les grands fonds et la surface des océans peuvent être exploitées pour produire de l'énergie ETM, pour « Energie Thermique Marine », encore appelées OTEC, pour « Ocean thermal energy conversion ». Ce phénomène connu par les scientifiques depuis longtemps[50], ne permet pas aujourd'hui de produire une énergie rentable. Cependant, les avantages que l'ETM procure sont nombreux : elle est propre (la production de cette énergie ne rejette aucun polluant), abondante (contrairement au vent et marées, la température des océans est constante et prévisible), et les zones propices à la production se situent non loin de pays en voie de développement, où la demande énergétique grandit constamment.

[50] Le physicien français Jacques Arsène d'Arsonval expose le principe d'énergie thermique des mers en 1881



Principe de fonctionnement d'une centrale ETM (source : connaissancedesenergies.org)

D'autres sources d'énergies sont potentiellement exploitables, mais non encore rentables, ou difficilement applicables au domaine des grands fonds :

- L'énergie osmotique produit de l'électricité en actionnant une turbine grâce à la pression de l'osmose. Une pression de 12 bars dans le réservoir d'eau salée confère à l'eau acheminée vers la turbine la même énergie qu'un volume d'eau chutant de 120 m dans un barrage hydroélectrique ;
- L'énergie houlomotrice consiste à la transformation de l'énergie mécanique des vagues, depuis la surface avec des flotteurs ou depuis le fond avec des capteurs de pression ;
- L'hydrolienne permet, grâce à une turbine placée dans les fonds marins, de récupérer l'énergie des courants.

2. Les abysses, un espace règlementé, mais tout de même en danger

Les grands fonds marins suscitent de nombreux intérêts, et risquent d'être massivement exploités dans un avenir proche. Cet espace étant loin des regards, on peut imaginer que la préservation de l'écosystème ne sera pas l'objectif principal des entreprises qui y prélèveront les richesses. Malgré l'immensité de ce territoire, les dangers d'une activité humaine trop marquée aurait un impact irrémédiable sur la biodiversité qui y vit, alors que nous connaissons si peu de ces organismes susceptibles de nous apporter beaucoup sur le plan médical et biologique. Réguler l'activité dans les abysses par des règles internationales semble être essentiel, afin d'y effectuer une exploitation durable et limitée. Les fonds marins sont déjà actuellement menacés par la pollution diverse, tels que les rejets toxiques massifs, les déchets plastiques, les munitions chimiques, mais également par la surpêche.

2.1. Quelle réglementation pour les grands fonds ?

2.1.1. Conventions et organismes existants

La convention des Nations unis sur le droit de la mer (CNUDM), adoptée à Montego Bay (Jamaïque) en 1982, et entrée en vigueur en 1994, définit le droit international pour la mer. Le concept de zone économique exclusive (ZEE) y est introduit, et le droit des états à étendre leur plateau continental au-delà de celle-ci est reconnu. 165 Parties, dont 164 états et l'Union Européenne, ont ratifié cette convention. Certains états, comme les Etats-Unis, Israël, le Venezuela ou la Turquie ne l'ont pas signé ou ratifié. La France a ratifié la CNUDM le 11 avril 1996.

La CNUDM vise à cadrer le droit de la mer, et a mettre en place « *un ordre économique international juste et équitable dans lequel il serait tenu compte des intérêts et besoins de l'humanité tout entière et, en particulier, des intérêts et besoin spécifiques des pays en développement, qu'ils soient côtiers ou sans littoral* »[51].

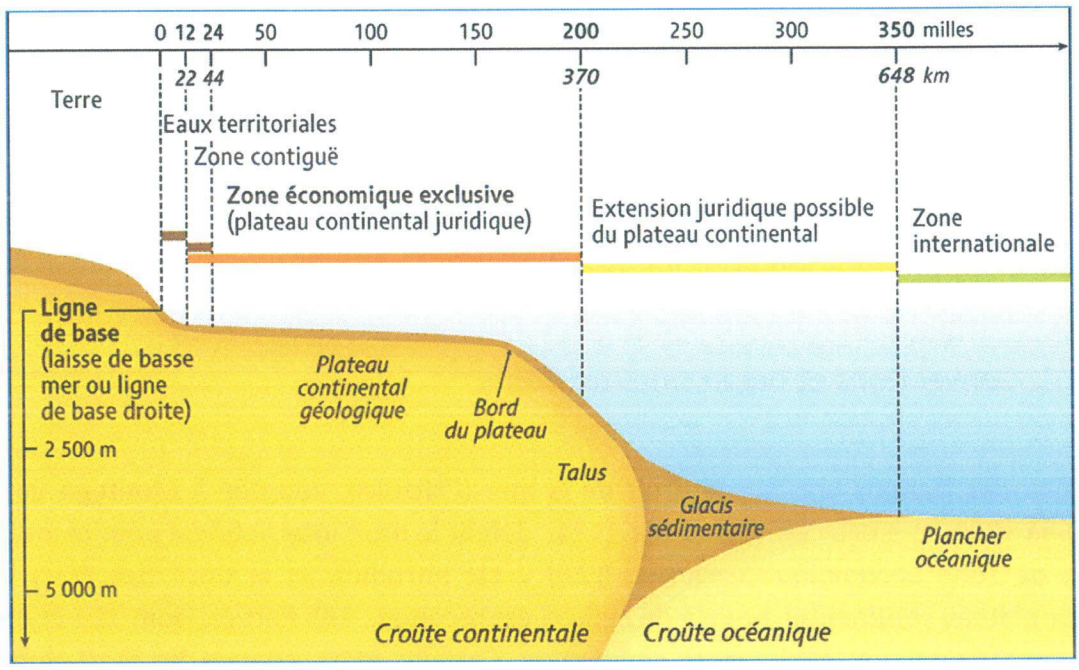
La convention définit le terme de ressources et fixe un cadre juridique pour les activités de prospection, d'exploration et d'extraction dans les fonds marins, appelés « la Zone ». La Partie XII indique que les états ont l'obligation de protéger et de préserver le milieu marin[52] et qu'ils sont également légitimes pour exploiter leurs ressources naturelles[53].

---

[51] Extrait du préambule de la CNUDM
[52] CNUDM, Article 192
[53] CNUDM, Article 193

Plusieurs espaces sont délimités dans la CNUDM, permettant de cadrer les activités et les responsabilités des états :

- les eaux territoriales (ou mer territoriale) d'un État, dont la largeur ne peut aller au-delà de 12 nautiques (22,22 kilomètres). L'État côtier exerce sa souveraineté sur cette zone ;
- les zones économiques exclusives (ZEE), d'une largeur maximale de 200 nautiques (370,40 kilomètres), où l'État côtier dispose de droits souverains pour l'exploration et l'exploitation du sol et du sous-sol, la gestion et la conservation des ressources ;
- le plateau continental, qui comprend les fonds marins et leurs sous-sols.



Délimitation des zones (source : Extraplac)

L'AIFM (autorité internationale des fonds marins)

La CNUDM a pris en compte le besoin d'organiser le partage des ressources des grands fonds marins, notamment de ses ressources minérales, en créant l'autorité internationale des fonds marins (AIFM).

La mission de l'AIFM, ou *International Seabed Authority* (ISA), est de gérer les ressources des fonds marins, déclarés comme patrimoine commun de l'humanité. Basée à Kingston, en Jamaïque, l'AIFM a été mise en place en 1994. Les états parties de la CNUDM organisent et contrôlent les activités menées dans les fonds marins, tout en cherchant à réduire les impacts sur l'environnement. Elle autorise les explorations et exploitations en délivrant des permis. Elle peut également sanctuariser des zones afin de les préserver. L'Autorité a commencé par adopter, en 2000, un règlement relatif à la prospection et à l'exploration des nodules polymétalliques dans les grands fonds. Depuis 2011, l'AIFM se consacre à l'élaboration d'un code minier, afin de définir les règles d'exploitation, avec à la fois une

préoccupation environnementale, ainsi qu'une volonté de répartition équitable des bénéfices des activités. Les négociations sur ce code doivent aboutir d'ici 2020.

Depuis les années 2000, 28 permis d'explorations minières ont été attribués à des pays et à des contractants commerciaux. La superficie totale de ces activités, principalement situées dans les océans Atlantique, Pacifique et Indien, couvre plus d'un million de Km^2, ce qui représente la plus grande superficie dédiée à l'industrie minière de la planète. La Chine, la Russie, le Japon, ou encore l'Inde sont particulièrement actifs dans ce domaine, en ayant déposés de nombreuses demandes de permis d'exploration. La France, membre permanent de l'AIFM, et représentée par l'ambassadeur de France en Jamaïque[54], possèdent des permis nodules et sulfures dans l'Océan Pacifique près de Clarion-Clipperton, ainsi que dans la dorsale médio-atlantique.

Dans les ZEE et eaux territoriales, les états sont souverains en ce qui concerne l'exploitation des ressources du sous-sol. Les codes miniers nationaux s'appliquent donc sur ce territoire. La CNUDM n'a compétence qu'à partir de la limite des ZEE, c'est-à-dire là où débutent les eaux internationales. Il n'existe pas de code minier international à l'heure actuelle. La zone concernée représente environ 64% des océans. En surface, l'ordre juridique qui s'applique est celui de l'autorité de l'état dont le navire bat le pavillon. Les états côtiers disposent d'un droit de poursuite en haute mer, lorsque la poursuite a commencé dans une zone relevant de sa juridiction[55]. Concernant les fonds marins, le principe d'appropriation de cette zone internationale est exclu, et l'exploitation doit être utilisée à des fins exclusivement pacifiques, dans l'intérêt de l'humanité toute entière. L'AIFM existe pour instaurer une « appropriation collective », et non individuelle ou nationale. Elle projette de taxer les entreprises exploitantes pour continuer d'agir pour l'humanité. Ce dernier point n'est pas encore en application, car l'organisme serait alors juge et partie, ce qui pourrait être contraire à son but premier de préserver l'écosystème.

Le rôle de l'AIFM augmentera certainement dans le futur, en raison de l'accroissement des demandes de permis. L'utilité d'une structure supranationale est indispensable dans ce domaine, cependant, son autorité est aujourd'hui quelque peu contestée. La Commission juridique et technique de l'AIFM, la CJT, composée de trente experts en exploitation minière, examine les demandes de permis de manière opaque. Les délibérations de la commission sont confidentielles et personne, à part ces experts, ne sait donc ce que les compagnies minières ont découvert sous l'océan, ni les résultats des études d'impacts environnementaux. Certains s'indignent qu'un si petit nombre d'expert puissent prendre, à huis clos, des décisions concernant un territoire aussi vaste, et demandent à ce que les délibérations soient rendues publiques[56]. Un examen périodique de l'AIFM, en 2016, a révélé des lacunes en termes de transparence[57], et une attente plus partiale des états quand au fonctionnement de cet organisme.

---

[54] https://jm.ambafrance.org/Autorite-internationale-des-fonds-marins

[55] CNUDM, Article 111

[56] https://baleinesendirect.org/mines-sous-marines/

[57] *Bulletin des négociations de la terre*, mercredi 18 juillet 2018, vol. 25 No. 161, disponible sous le lien suivant : https://www.isa.org.jm/sites/default/files/files/documents/enb25161f.pdf

Deux autres institutions importantes sont crées : la commission des limites du plateau continental (CLPC), et le tribunal international du droit de la mer (TIDM), mis en place conformément à l'article 21 de la CNUDM, souhaitant éviter les problèmes d'interprétation des textes.

La CLPC (Commission des limites du plateau continental)

La CLPC a débuté son activité en 1997. Cette commission est chargée de favoriser l'application de la Convention concernant les limites du plateau continental d'un état, au-delà des 200 nautiques, et jusqu'à une limite de 350 nautiques des côtes. La CNUDM précise que le plateau continental d'un état comprend « *les fonds marins et leur sous-sol au-delà de sa mer territoriale, sur toute l'étendue du prolongement naturel du territoire terrestre de cet état jusqu'au rebord externe de la marge continentale ou jusqu'à 200 milles marins des lignes de base à partir desquelles est mesurée la largeur de la mer territoriale, lorsque le rebord externe de la marge continentale se trouve à une distance inférieure* »[58], et que « *L'état y exerce des droits souverains, en terme d'exploitation et d'exploration, et nul ne peut entreprendre de telles activités sans son consentement* »[59]. 65 demandes d'extension ont été déposées auprès de la CLPC, démontrant l'attrait des grands fonds et de ses ressources. La France a ainsi constitué, en 2002, un dossier de demande afin d'étendre son domaine, via un programme dédié, EXTRAPLAC (extension raisonnée du plateau continental).

Le TIDM (Tribunal international du droit de la mer)

Le TIDM, localisé à Hambourg en Allemagne, est un organe judiciaire indépendant, actif depuis 1996. Ce tribunal est chargé de régler les différents portants sur l'interprétation de la CNUDM, avec notamment une chambre spéciale dédiée à la problématique des ressources des fonds marins. Bien que l'activité du tribunal soit assez modeste, il a eu l'occasion, à plusieurs reprises, d'affirmer et de développer certains principes de droit international.

Depuis sa première affaire en 1997, le Tribunal a traité vingt cinq affaires. Il a, par exemple, rendu un arrêt portant sur la délimitation des espaces maritimes du Bengladesh et du Myanmar, en mars 2012. S'appuyant sur les derniers arrêts de la CIJ, il a fait œuvre de jurisprudence en opérant une délimitation complète entre les deux Etats visés (eaux territoriales, plateau continental, et plateau continental étendu)[60]. En 2015, il a rendu un avis consultatif, sur la requête soumise par la Commission sous-régionale des pêches (CSRP), portant sur des questions générales de règles maritimes, notamment sur les responsabilités de l'Etat du pavillon. Le TIDM a ainsi confirmé les obligations pour les Etats du pavillon, en

---

[58] CNUDM, Article 76

[59] CNUDM, Article 77

[60] https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/justice-internationale/tribunal-international-du-droit-de-la-mer/

termes de mesures administratives et de contrôle pour garantir une activité conforme aux réglementations.

2.1.2. Quid de l'activité militaire ?

A l'origine, la CNUDM est l'aboutissement de négociations qui avaient commencé en 1966 et 1967, avec une série d'entretiens diplomatiques entre le gouvernement soviétique et les gouvernements des Etats-Unis et d'autres Etats. L'objectif premier de ces accords était d'empêcher l'érosion des libertés de la haute mer telles qu'elles existaient de façon coutumière[61]. Ces libertés étaient alors de trois ordres : liberté de mener des activités militaires, liberté de naviguer, liberté de pêche. Ainsi, même si la CNUDM n'avait alors pas la vocation première d'encadrer l'activité militaire[62], c'est le souci de la mobilité et de l'utilisation des navires de guerres qui en était le principal intérêt.

La CNUDM définit le « navire de guerre » comme faisant partie des forces armées d'un Etat, et portant des marques distinctives propres à cet Etat[63]. Les navires de guerres jouissent d'une immunité complète de juridiction vis-à-vis de tout autre Etat que l'Etat du pavillon[64]. La convention autorise le passage inoffensif dans les eaux territoriales, et inscrit la liberté de circulation dans les ZEE et eaux internationales. Les navires de guerres sont exclus du champ d'application des dispositions relatives à l'environnement. L'activité guerrière est prohibée dans la Zone, l'Article 143 de la CNUDM limitant l'activité dans ce territoire à des fins exclusivement pacifiques, et dans l'intérêt de l'humanité toute entière. Cet article, on peut le penser, a été probablement écrit pour empêcher les opérations scientifiques déguisées, les intérêts stratégiques militaires dans les abysses étant important. En parallèle, le traité de Londres, visant à interdire l'implantation de sites nucléaires sur les fonds marins, est entré en vigueur en 1972. Non signé par la France, il a été ratifié par les principales puissances nucléaires d'alors comme les Etats-Unis et la Russie, ainsi que les nouvelles puissances nucléaires comme la Chine et l'Inde.

Ainsi, les fonds marins situés hors zone sous juridiction sont considérés comme un bien commun de l'humanité, où en est théoriquement exclue toute activité hostile. Cependant, les intérêts stratégiques militaires et la particularité de cet espace à l'abri des regards autorisent à penser que des actes non dénoués d'intentions bénéfiques à « l'humanité toute entière » peuvent s'y mener.

---

[61] Bernard H.Oxman, Le régime des navires de guerre dans le cadre de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer, article paru dans l'Annuaire Français de droit international, en 1982 disponible sous le lien suivant : https://www.persee.fr/doc/afdi_0066-3085_1982_num_28_1_2519

[62] En droit international, le droit de la guerre est régi par le droit des conflits armés. La CNUDM est une convention dite de temps de paix.

[63] CNUDM, Article 29

[64] CNUDM, Article 95

Dans le cas des câbles sous-marins, un rapport britannique de 2017[65] pointe l'insuffisance de la CNUDM pour assurer la sécurité de ces liaisons. Les Etats n'ont pas en main une juridiction adéquate pour intercepter et punir les contrevenants. En effet, les câbles ont été et sont avant tout posés par des entreprises civiles. Aucun pavillon ne bat sur ces infrastructures que les gouvernements peuvent difficilement protéger, contrairement à d'autres domaines stratégiques comme le transport ou l'énergie. Le statut des câbles n'est actuellement pas clair, et les lois internationales ne semblent aujourd'hui pas adaptées au risque de désordre mondial que provoqueraient des attaques en masse contre ce réseau. Des accords multilatéraux existent néanmoins :

- La convention de Paris pour la protection des câbles télégraphiques sous-marins, signée en 1884 par une quarantaine d'Etats, punissant l'action de briser ou d'endommager un câble télégraphique dans le but d'entraver les communications ;
- La convention de Genève sur la haute mer de 1958, instaurant le principe juridique selon lequel les Etats ne peuvent entraver la construction de câbles sous-marins dans les eaux internationales.

Les câbles sous-marins sont aujourd'hui toutefois vulnérables, et peuvent être endommagés discrètement, sans paraitre violer le droit international. La CNUDM exige que les États adoptent des lois qui criminalisent le bris des câbles sous-marins pour les navires battant leur pavillon[66] mais, en réalité, cette obligation n'a pas été promulguée par de nombreux signataires de la convention. La sanction la plus répandue au niveau international est une amende. Etonnamment, alors que ce réseau est indispensable à l'activité économique mondiale, il n'est pas prévu de poursuite avec une compétence juridictionnelle internationale, au même titre que les crimes ou les dommages internationaux. De plus, la CNUDM n'accorde pas aux navires de guerre le droit de monter à bord d'un bâtiment soupçonné d'endommager les câbles sous-marins dans les eaux internationales, ce qui empêche les Etats de lutter efficacement contre les hostilités. Enfin, la plupart des activités nuisibles près des câbles s'opère via des sous-marins, en toute discrétion.

Il est intéressant de noter que la CNUDM a été rédigée bien avant la pose du premier câble optique transatlantique, le TAT-8, posé en 1988.

Les sous-marins militaires, d'attaque ou de dissuasion, réalisent des missions qui consistent à se positionner de manière discrète en immersion continue. Concernant l'activité dans les eaux territoriale, la CNUDM n'y autorise qu'un transit en surface avec identification par l'Etat côtier. L'activité de renseignement qui pourrait y être pratiquée n'est donc pas autorisée par la convention, et peut être considérée comme clandestine, si elle est pratiquée par un sous-marin positionné de manière statique et durable en immersion. L'activité militaire dans les eaux internationales et dans les ZEE n'y est pas interdite, ces moyens ne faisant que transiter d'un point à un autre.

---

[65] Undersea Cables, Rishi Sunak MP, 2017, Policy Exchange

[66] CNUDM, Article 113

2.1.3. L'avenir des traités internationaux ?

La CNUDM, bien qu'entrée en vigueur en 1994, a été écrite il y a bientôt 40 ans, sur des jalons définis bien antérieurement. Ce texte doit être amené à évoluer pour prendre en compte l'actualité et les menaces futures. Véritable gouvernance mondiale de la mer, cette convention prévoit ainsi d'ouvrir, dès le second semestre 2018, des négociations pour l'élaboration d'un instrument juridique contraignant visant à conserver et gérer durablement la biodiversité marine dans les abysses. Dans ce cadre, une conférence intergouvernementale se tiendra en septembre 2018, en se focalisant sur des questions de fond avec des thématiques comme l'accès et le partage des ressources génétiques marines, les outils de gestion par zone, la création d'aires marines protégées dans les abysses, l'évaluation de l'impact des exploitations sur l'environnement, et le renforcement des capacités et transfert des technologies marines. Le Comité préparatoire de cette conférence publie ainsi dans son rapport 2017, des recommandations sur des éléments du futur texte[67] :

- Obligation des États de coopérer aux pour la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale ;
- Identification, sur la base de critères scientifiques fiables, d'aires marines protégées à l'intérieur desquelles des mesures de protection seraient nécessaires;
- Nécessité de renforcer les capacités des pays en développement pour faciliter leur accès aux ressources génétiques marines;
- Transfert des techniques marines à ces pays pour faciliter la conservation de la biodiversité marine, notamment via une assistance scientifique et technique;
- Création d'un centre d'échange ou de bases de données pour faciliter l'échange d'informations.

Depuis l'adoption de la CNUDM en 1982, les activités humaines ont augmenté de façon exponentielle : le transport maritime constitue le moyen d'approvisionnement de plus de 90% du commerce mondial, la pêche en haute mer a considérablement progressé, de nombreux contrats d'explorations et d'exploitations minières, gazières ou pétrolifères ont été délivrés, des activités d'exploitations des ressources génétiques s'y sont développées, et plus d'un million de kilomètres de câbles relie les continents.

Sans pour autant remettre en cause les fondamentaux, la CNUDM doit donc aujourd'hui réactualiser ses normes juridiques internationales pour l'ensemble des activités pouvant y être menées. L'ambigüité possible des activités, ainsi que la complexité des nouvelles technologies doivent être prises en compte[68]. Par exemple, un AUV utilisé dans le cadre d'une recherche scientifique peut très aisément remplir une mission de localisation de câbles sous-marins et établir une cartographie précise de ces réseaux. De même, une activité de type recherche de boîte noire après un crash aérien ou de sous-marin après une disparition, peut se transformer discrètement en une exploration scientifique et industrielle,

---

[67] Site internet des Nations Unies

[68] Jean-Paul Pancracio, *Le droit de la mer face aux nouvelles technologies*, 19 mai 2017

voire une surveillance de la zone dans un but militaire[69]. Dans ce cadre, le rôle et les compétences de l'AIFM pourraient également être redéfinis, avec une notion de contrôle des activités extérieures menées, en dehors des activités militaires.

Au-delà des nombreuses activités menaçante pour les grands-fonds s'ajoutent l'impact des pollutions humaines actuelles, comme la pollution plastique, la pollution hydrocarbure, et les déversements antérieurs de munitions, notamment chimique et radioactives.

2.2. Les dangers de la surexploitation

2.2.1. Exploitation minière et surpêche des grands fonds, dévastatrices pour la biodiversité

La pêche profonde génère trois risques identifiés :

- Les habitats sont détruits par les immenses chaluts raclant les fonds. Cette pêche peu sélective, pratiquée par 70% des navires de pêches en eaux profondes, élimine les espèces du type crustacé, mollusque et céphalopode, servant de nourriture aux poissons de tailles supérieures ;
- Le lent renouvellement des espèces des grands fonds rend très vulnérable ces poissons à la surpêche. Cette population ne semble pas adapté au modèle de consommation actuel ;
- Les migrations de certaines espèces peuvent être gênées par le manque de proies dans les zones habituelles, ce qui pourrait entrainer un désordre dans les activités de pêches côtières traditionnelles.

Dans les grands fonds, certaines espèces vivent jusqu'à 150 ans, et atteignent la maturité sexuelle vers 30 ans. C'est le cas de l'empereur, espèce qui nécessite trois fois plus de temps que la morue pour un renouvellement de génération. La plupart des poissons pêchés en eaux profondes le sont dans l'Atlantique nord. Au large de l'Irlande, il a été constaté une nette diminution des espèces pêchées, comme le flétan ou la sabre noir, dans la tranche d'eau de 1000 mètres à 2500 mètres.

[69] Quatre mois après la disparition de l'ASA « San Juan », sous-marin argentin recherché depuis la mi-novembre, seul un navire d'exploration océanographique Russe, le « Yantar », continue d'opérer sur zone.

Empereur dans son habitat, par 2000 mètres de fond (Source CoralFISH, Hafrannsoknastofnun)

En 2002, la Commission européenne a instauré un contrôle des navires pratiquant la pêche en eaux profondes, avec un suivi satellite et la présence d'inspecteurs à bord.

En 2006, une résolution de l'Assemblée générale des Nations Unies[70] demande aux organisations de gestion de la pêche d'évaluer l'impact de la pêche par grands fonds, de cartographier les écosystèmes vulnérables, et de proposer la fermeture de zones de pêches profondes si les mesures de conservation ne permettraient pas de prévenir leur dégradation. Deux études européennes ont alors été menées : le projet scientifique Deepfishman[71] et le projet Coralfish[72]. Ces deux études mettent en évidence l'absence de viabilité économique et écologique de la pêche par chalutage par grands fonds, et préconise l'utilisation de filets aux mailles réglementées, pour éviter la surpêche de certaines espèces dans la tranche d'eau. Ces études mettent également en évidence la dépendance des espèces du fonds pour les espèces vivantes dans les couches d'eau supérieures. Une carcasse de baleine, par exemple, permet de nourrir des micro-organismes vivants dans les abysses pendant plus de 30 années.

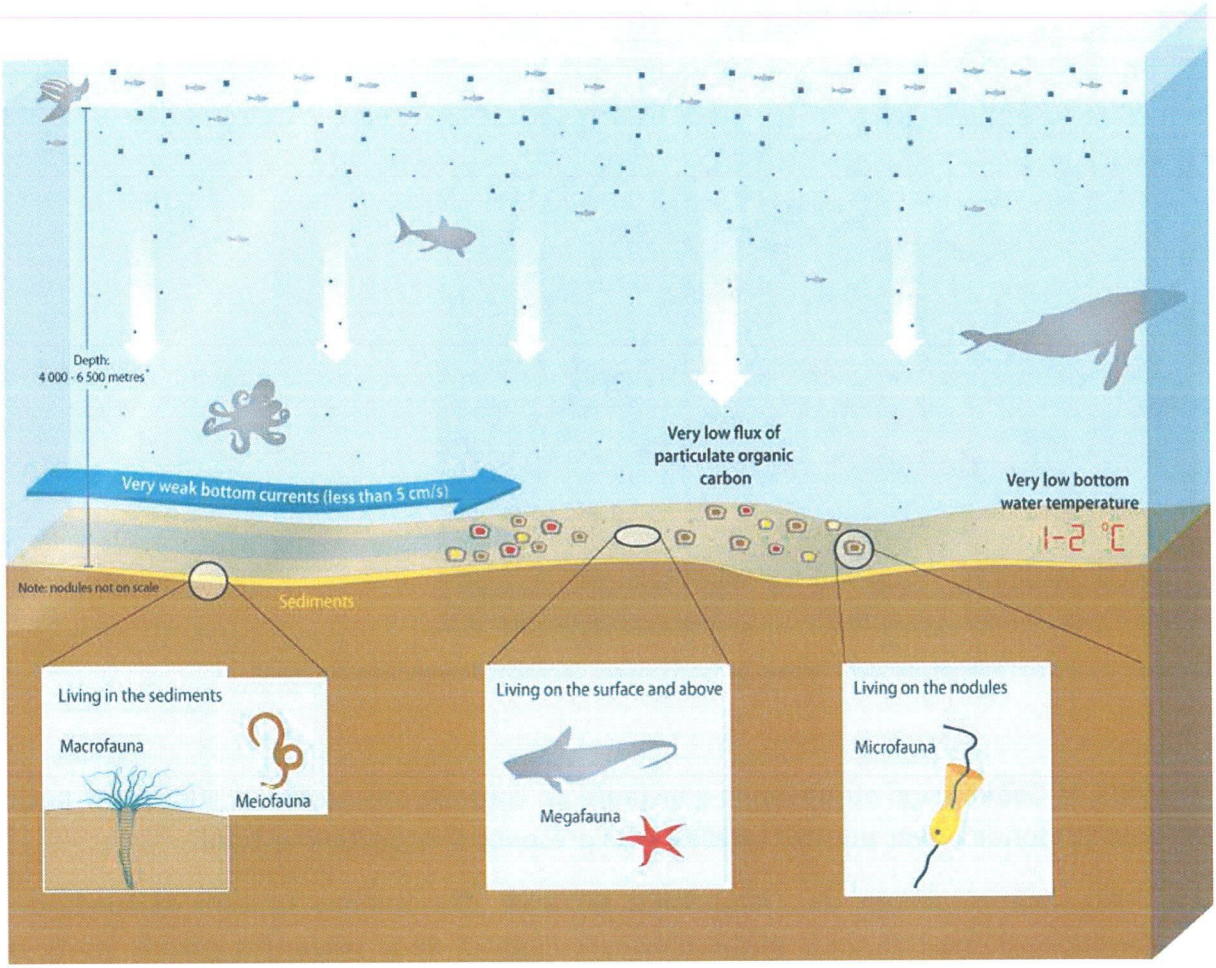
En 2012, la Commission européenne a proposé, en vain, l'interdiction des chaluts de fonds pour l'exploitation des espèces profondes. Seule une limitation sous forme de quota et une interdiction des rejets en mer ont abouti.

---

[70] Résolution 61/105, disponible sous le lien suivant : http://undocs.org/fr/A/RES/61/105

[71] Projet coordonné par l'Ifremer, qui a regroupé treize instituts de recherche et universités de neuf pays différents, de 2009 à 2012. L'objectif principal était de proposer pour les pêches profondes de l'Atlantique Nord-Est des options d'exploitation durables

[72] Projet ayant permis de développer des outils pour la gestion durable des écosystèmes (coraux), comme des méthodes de travail, des indicateurs ou des modèles bioéconomiques pour l'évaluation des effets de la gestion sur les coraux et la pêche, et a permis l'identification d'aires d'interaction potentielle entre pêche profonde et coraux



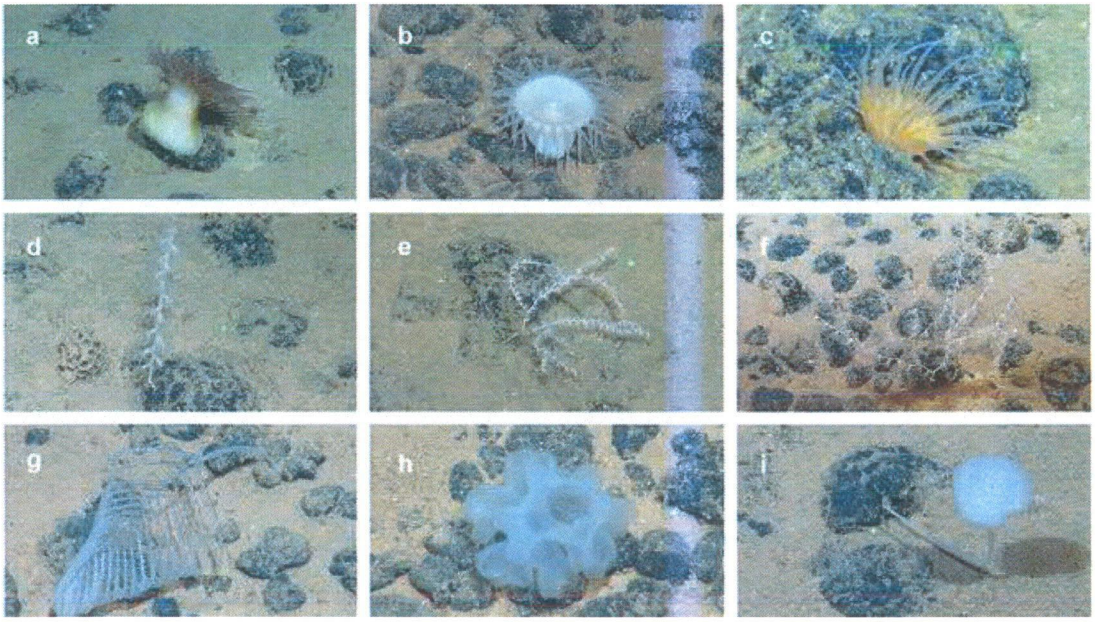
Les organismes des grands fonds, dépendant des espèces vivant dans les couches supérieures

Contrairement à la pêche, il est difficile d'évaluer l'impact de l'exploitation minière dans les grands fonds, car les études sont longues et couteuses, et la plupart du temps menées par les sociétés d'exploitation elles-mêmes. Cependant, de nombreux scientifiques s'inquiètent de la future conquête industrielle des abysses.

En 2016, une étude publiée par une équipe scientifique internationale[73], suite à une campagne menée dans la zone de fracture de Clarion-Clipperton dans le Pacifique, met en évidence la présence d'une biodiversité importante dans les champs de nodules. La concentration de la faune et de la flore est deux fois plus grande que dans les plaines abyssales dépourvues de ces minerais. Cette étude démontre également l'absence de recolonisation sur les zones draguées précédemment. Ce phénomène est observé sur des zones récemment chalutées, comme sur celles sinistrées il y a plus de 30 années. Lénaïck Menot, chercheur au Laboratoire Environnement Profond du Centre Ifremer Bretagne, prévient des risques de l'exploitation des nodules. « *Dans le milieu abyssal, dominé par de grandes plaines sédimentaires, les nodules constituent un type d'habitat unique, notamment pour les coraux ou les éponges qui peuvent s'y accrocher. Lorsqu'on les enlève, non*

[73] http://www.jpi-oceans.eu/news-events/news/new-jpi-oceans-project-studying-environmental-impacts-and-risks-deep-sea-mining

seulement cet habitat disparaît mais les couches de sédiments sont elles aussi bouleversées. Cela pourrait conduire à une perte importante de la biodiversité à l'échelle des zones exploitées, qui pourrait ne jamais revenir, étant donné que les nodules mettent plusieurs millions d'années à se former ».

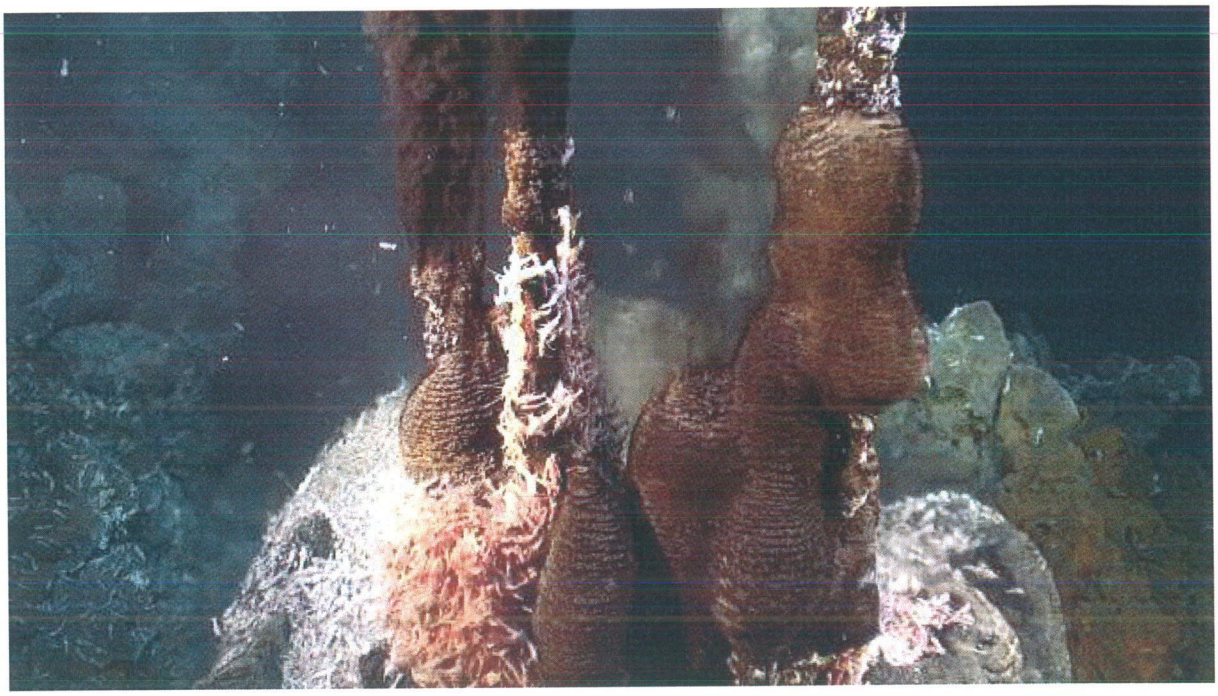


Biodiversité dans les champs de nodules polymétalliques (Source : ROV Kiel 6000 Team/ GEOMAR)

Les sites contenant des nodules ne sont pas les seuls lieux des abysses à abriter une biodiversité unique. Les espèces les plus menacées à court terme se situent près des sources hydrothermales, appelés également monts sous-marins ou fumoirs noirs. Sur ces sites se concentrent de gigantesques quantités d'encroutements cobaltifères. La technologie d'exploitation des ces encroutements est la plus avancée de toutes dans la quête aux minéraux profonds, ce qui laisse présager du danger sur la faune et la flore y habitant.

La vie marine autour de ces oasis des abysses est exceptionnelle. La biomasse y est particulièrement élevée, et la capacité de cet écosystème chimiosynthétique, synthétisant ses matières organiques à partir de l'énergie chimique issue des cheminées des fumoirs noirs, est unique au monde. Certains scientifiques émettent même l'hypothèse du possible lieu de l'origine de la vie, car les sources hydrothermales sont le seul phénomène connu capable de créer des molécules organiques complexes, avec le même fonctionnement de captage énergétique que les cellules vivantes actuelles[74].

[74] William F. Martin, Filipa L. Sousa, Nick Lane, *Energy at life's origin*, paru dans le magazine *Science* en juin 2014



Les crevettes pullulent à proximité d'une cheminée crachant une eau toxique à 350°C, par 3500 m de fond (Source : Ifremer - Victor. Mission Bicose)

En plus de la destruction des ces habitats, le rejet des déchets miniers lors de l'extraction du minerai est susceptible d'avoir un impact non négligeable sur les organismes. Après le dragage, l'eau de la couche inférieure, les sédiments, et les débris de minerai retombent sur le fond en traversant les couches d'eau, causant des désordres plus ou moins importants, dépendant du volume rejeté. Les scientifiques estiment que pour une exploitation produisant annuellement de 3 millions de tonnes de nodules, il conviendrait de pomper 40000 m^3 d'eau par jour et 1000 tonnes de sédiments.

Comme pour l'exploitation à terre, le procédé utilisé pour la séparation des minerais est bien souvent composé d'acide forts, très réactifs. Cette opération, reproduite à grande échelle par de multiples vecteurs, risque d'entrainer une forte pollution sur les sites de productions. De même, suivant la composition des minerais récoltés, le broyage et le traitement sur zone à bord d'une unité mère, rejettera en grande quantité du plomb, de l'arsenic, et autres métaux nocifs en fines particules.

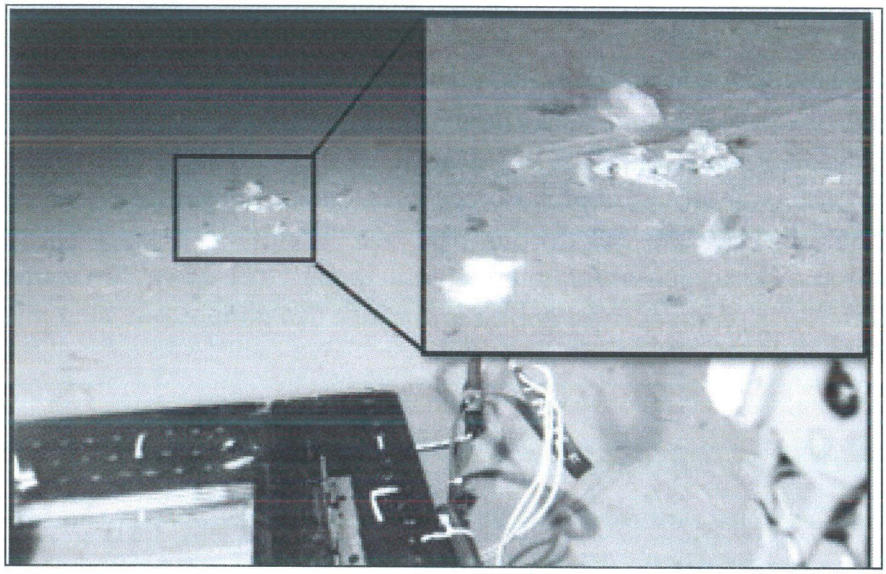
La connaissance des grands fonds marins est aujourd'hui trop limitée pour anticiper de manière juste les impacts de l'exploitation minière sur la biodiversité. La complexité de cet écosystème si particulier nécessite des études approfondies par des organismes indépendants des grands groupes industriels. Il est essentiel que la politique générale des pays, concernant l'extraction minérale des mers profondes, se base sur une gestion durable et non destructrice de la faune et la flore. La gouvernance pour les eaux internationales et les fonds marins doit être renforcé, et le principe de précaution doit être de mise, tant que la connaissance n'est pas optimale. Comme le préconise le rapport du CNRS et de l'IFREMER sur l'impact environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes, il peut être opportun qu'un domaine d'extraction autorisé par l'AIFM serve de

site expérimental aux scientifiques, et permette d'étudier réellement les dégâts causés par les prélèvements des minéraux sur les grands fonds[75].

2.2.2. Pollutions hydrocarbures, rejets massifs de polluants

La pollution hydrocarbure et plastique visible à la surface des océans n'est qu'une partie infime de l'agression subie par ce milieu. A l'abri des regards, les abysses ingèrent la majeure partie de cette pollution.

Les scientifiques estiment qu'un seul centième de la totalité du plastique rejeté à la mer se situe en surface. Le reste se trouverait sur le fond, tapissant non seulement les habitats marins près des côtes en eau peu profonde, mais également les vastes plaines abyssales, jusqu'au point le plus profond de la terre. Dans la fosse des Mariannes, un sac plastique gît par 10898 mètres de fond, comme un symbole de l'irréversibilité de ce phénomène.



Déchet plastiques au point le plus profond de la terre, dans la fosse des Mariannes (Source : Marine Policy)

Dans le nord du pacifique, il y aurait ainsi, en moyenne, jusqu'à 335 déchets plastiques comptabilisés au kilomètre carré[76]. Dans les zones où le plateau continental est absent, et où les fonds descendent très rapidement, comme en méditerranée, de grandes quantités de plastiques s'accumulent. Les courants de fond étant très faibles par endroit, les plastiques, à l'abri de la chaleur et de la lumière, se détériorent extrêmement lentement et stagnent là pour une éternité. Leur présence n'est pas sans gène pour les habitants des grands fonds. Plusieurs études ont démontré que toute la chaine de l'écosystème marin était affectée par

[75] *Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*, Expertise scientifique collective, rapport CNRS, Ifremer, chapitre 6

[76] Marine Policy, Human footprint in the abyss: 30 year records of deep-sea plastic debris

la pollution plastique. Réduit en fines particules, la matière est ingérée et s'accumule dans le système digestif des animaux. Lors de l'ingestion, certaines des molécules toxiques du plastique s'accumulent dans l'organisme, et créent des phénomènes de stérilité, de perturbation hormonale, et de trouble de la croissance. Ce fait touche particulièrement les espèces du premier maillon de la chaine alimentaire, comme le plancton ou les limaces, et impacte par la suite l'ensemble de la chaine alimentaire.

Contrairement au plastique, qui est la plupart du temps rejeté de manière involontaire dans les océans, certains rejets toxiques sont réalisés en pleine conscience du danger pour les écosystèmes. Toujours en méditerranée, un tuyau de plusieurs kilomètres permet ainsi de rejeter depuis plusieurs décennies les déchets de la production d'alumine de Gardanne, bien discrètement par 320 mètres de fond, dans la fosse de la Cassidaigne qui tombe à plus de 1000 mètres de profondeur. Longtemps sous forme de boue rouge, ces déchets se composent aujourd'hui d'eaux polluées à très forte teneur en soude caustique.

La pollution massive d'hydrocarbure suite à un incident sur une plateforme en *deep offshore* est un événement redouté par la communauté scientifique et les associations de protection de l'environnement, comme par les acteurs industriels de ce domaine. Le 20 avril 2010, la plateforme *Deepwater Horizon* explose et répand le contenu de 5 millions de barils dans le golfe du Mexique. La profondeur du site (1500 mètres) rend très compliquées et chronophages les interventions de colmatage de la fuite sur le fond. En 2012, un *blowout*, sorte d'expulsion brutale de gaz et de boues, survient sur la plateforme *offshore* d'Elgin, située entre l'Ecosse et la Norvège. Plusieurs mois furent nécessaires pour interrompre le phénomène d'échappement de 200 000 m3 de gaz par jour, en creusant un puits de secours. La profondeur du site de forage étant relativement faible[77] cet exemple montre qu'un accident sur une plateforme en *deep offshore* peut prendre des dimensions bien plus désastreuses pour l'environnement.

2.2.3. Les grands fonds, lieu de stockage discret des munitions chimiques et des déchets radioactifs

Les océans ont depuis longtemps été considérés comme un lieu de déversement sûr, permettant de s'affranchir du stockage ou de la destruction de certaines substances dangereuses et instables à terre. Des millions de tonnes de munitions, conventionnelles ou chimiques, ainsi que des déchets nucléaires, ont été déversés au large depuis le milieu du XX^{ème} siècle.

Une quantité extrêmement importante de munitions repose sur les fonds marins. Ce reliquat des derniers conflits mondiaux se compose de deux types d'armement : les munitions conventionnelles, et les munitions chimiques.

---

[77] Le forage était réalisé à seulement 95 mètres de profondeur, mais s'étendait tout de même à 5300 mètres sous la croute terrestre

Les munitions conventionnelles se retrouvent essentiellement près des côtes, par des profondeurs relativement faibles. Ce sont les obus, bombes d'aviation et mines, qui n'ont pas explosé lors de leur utilisation, et qui stagnent dans les fonds en attendant d'être trouvées et traitées par des unités spécialisées[78]. Ces engins, bien que présentant un danger réel pour les activités côtières, ne présentent pas les mêmes risques environnementaux que les munitions chimiques, et ne présentent que peu de risques pour l'activité humaine par grande profondeur.

Les munitions chimiques ont été déversées en grande quantité dans les grands fonds marins. On estime qu'un million de tonnes de cet armement a été océanisé, principalement en mer du Japon, en océan Indien, en mer Baltique, en mer du Nord, en Atlantique nord, et en Méditerranée. L'arme chimique a été massivement utilisée lors de la première guerre mondiale. Entre les deux guerres, cet armement augmente considérablement, malgré une faible utilisation. Cette arme ne fut réellement utilisée qu'en extrême orient, par les japonais[79]. Les Etats-Unis, au sortir de la guerre, possèdent à eux seuls l'équivalent de 51000 obus chimiques, 1 million de bombes chimiques et 5000 réservoirs de gaz chimiques. Suite à la conférence de Potsdam, où les alliés décidèrent de supprimer les réserves d'armements chimiques des vaincus, 17 navires allemands remplis de munitions toxiques furent coulés dans le détroit de Skaguerrak, entre la Norvège, le Danemark, et la Suède, par des fonds variant entre 200 mètres et 700 mètres de profondeurs.

Ces munitions posent plusieurs aujourd'hui de nombreux problèmes. D'une part, elles gênent l'activité humaine grandissante dans ces zones profondes. D'autre part, elle endommage l'écosystème.

De grandes infrastructures se construisent aujourd'hui en eaux profondes, à l'endroit même où les déversements ont eu lieu. Le projet *Nord Stream*, gazoduc reliant la Russie à l'Europe occidentale, a nécessité de nombreuses études détaillées pour dévier le parcours initial, afin d'éviter les zones sensibles et les munitions identifiées comme étant chimiques. Le trajet avant étude prévoyait de relier Vyborg à Greifswald sur 1300 km. Après études, il a fallu immerger le gazoduc en slalomant entre les dépôts d'armes chimiques sur plus de 2000 km, afin d'éviter tout risque de détériorations.

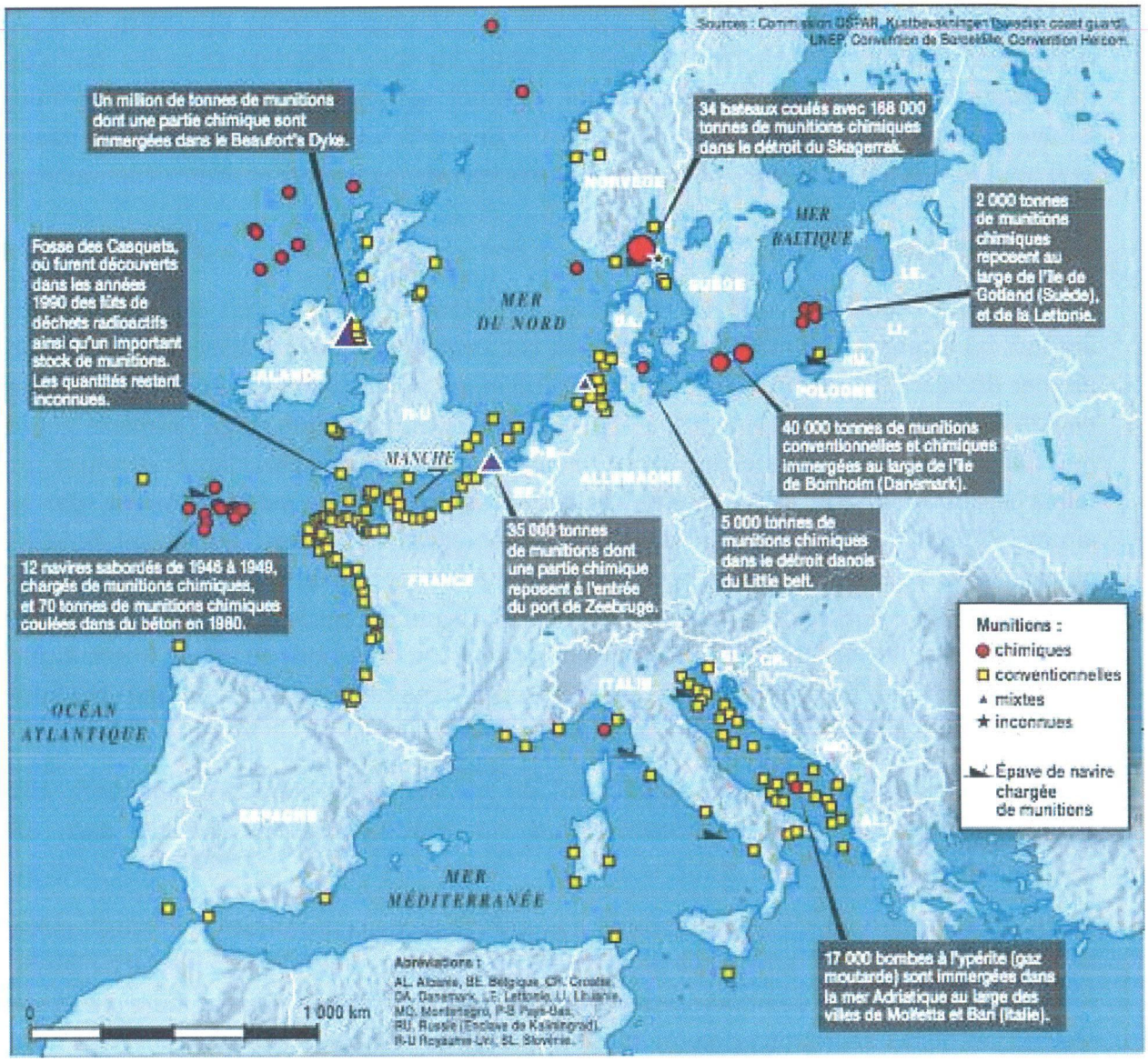
Ces armes, contenues dans des enveloppes métalliques, rouillent et déverses aujourd'hui leurs contenus nocifs au fonds des mers : ypérite, gaz asphyxiant, gaz irritant et autres oxyde de carbone et acide cyanhydrique. En Italie, dans la région de Pouille, où des rejets massifs ont été effectué, les chercheurs observent des dommages génétiques irrémédiables sur les organismes vivants à proximité, avec un impact sur l'ensemble de la chaine alimentaire[80].

---

[78] Les plongeurs démineurs de la Marine nationale interviennent jusqu'à 80 mètres sur les côtes françaises pour le déminage des engins explosifs historiques.

[79] https://non-proliferation.irsn.fr/Chimie/CIAC/Pages/armes-chimiques-dans-histoire.aspx

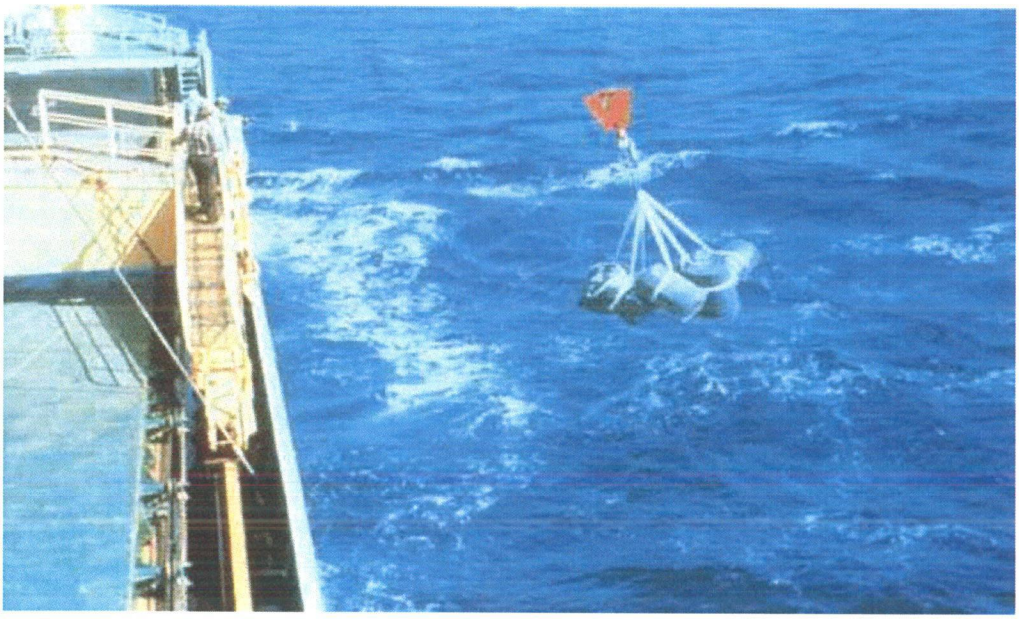
[80] https://www.courrierinternational.com/article/2001/05/10/un-depotoir-mortel-en-mer-adriatique



Sites déclarés d'immersions de munitions en Europe (source : commission OSPAR)

L'immersion en mer par grande profondeur des déchets radioactifs, aujourd'hui interdit par la CNUDM et par le traité de Londres, fut un mode de gestion courant entre les années 1950 et 1970, et a perduré jusque dans les années 80. L'ensemble des puissances nucléaires a pratiqué cette solution qui semblait alors la meilleure et la plus sûre pour la communauté scientifique. La dilution et la durée d'isolement apportées par le milieu marin semblaient suffisantes, et les coûts moins élevés que pour un stockage à terre.

La première immersion de déchets a été réalisée par les États-Unis en 1946 dans le Pacifique Nord-Est, au large de la côte de Californie. En Europe, la première immersion est effectuée pat le Royaume-Uni en 1949, dans l'Atlantique Nord-Est. Pendant plusieurs décennies, 14 pays ont procédé à des immersions dans plus de 80 sites du Pacifique et de l'Atlantique. La plupart de ces immersions ont été faites à grande profondeur dans des fosses océaniques. La France a immergé plus de 6000 tonnes de déchets radioactifs, dans le Pacifique et en Atlantique.



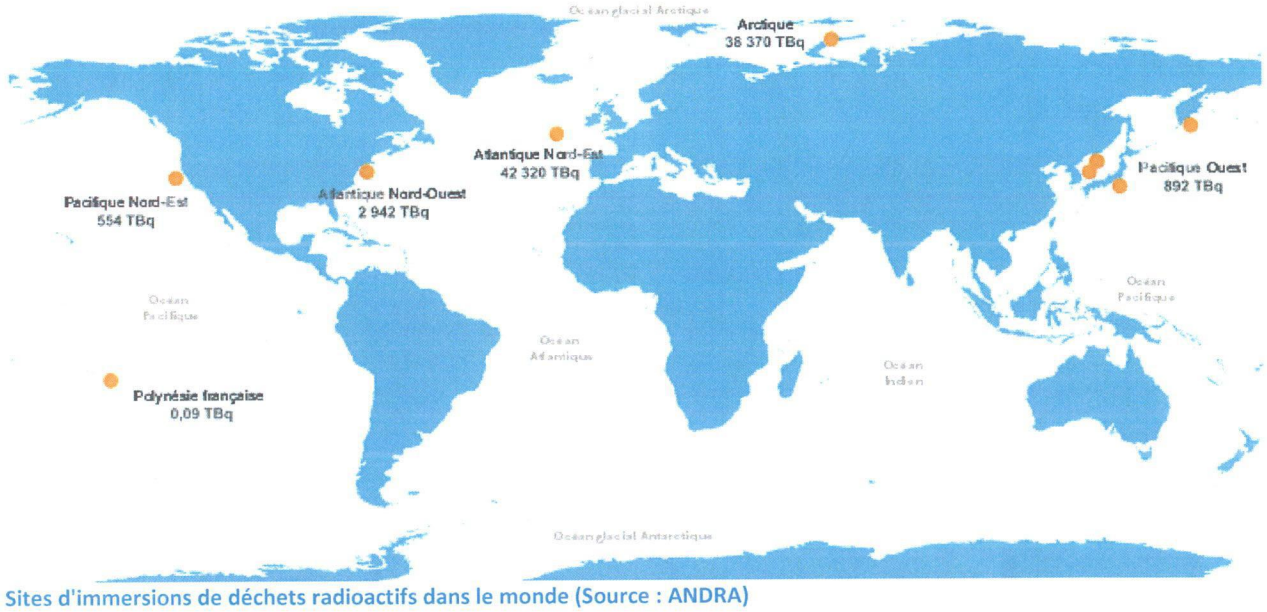
Immersion de déchets radioactifs en mer dans les années 1960 (Source : ANDRA)

Le programme de recherche CRESP (*Co-ordinated Research and Environmental Surveillance Programme Related to Sea Disposal of Radioactive Waste*) a été mis en place en 1980 sous l'égide de l'Agence européenne de l'énergie (AEN), afin d'apporter des bases scientifiques fiables et complètes pour les évaluations des sites d'immersions. Les résultats des analyses d'échantillons collectés n'ont montré aucune augmentation importante des concentrations des radionucléides représentatifs des déchets immergés. Compte tenu des faibles niveaux d'exposition et d'irradiation qui ont pu être mis en évidence, la nécessité d'une surveillance continue du site n'a pas été retenue et le programme CRESP s'est terminé en 1995.

En 2009, le Grenelle de la mer tenu en 2009 recommande de « *Consolider l'inventaire des décharges sous-marines de déchets nucléaires, d'en apprécier la dangerosité et d'établir des priorités pour réaliser des analyses sur la faune et la flore sédentaire et les sédiments* ». Un rapport de l'ANDRA[81] datant de mars 2017 réaffirme le peu de danger que représentent les déchets nucléaires pour la faune et la flore, « la *radioactivité observée se confondant avec la radioactivité naturelle des fonds marins* ».

[81] Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs. Rapport disponible sous le lien suivant : https://inventaire.andra.fr/sites/default/files/documents/pdf/fr/dossier_dechets_immerges.pdf

Si les déchets radioactifs immergés dans l'océan par grande profondeur ne représentent à ce jour, à priori, que peu de dangers du fait de la protection de la couche d'eau, il semble fort probable qu'ils deviennent un futur obstacle à l'exploitation des fonds marins dans certaines zones.



Sites d'immersions de déchets radioactifs dans le monde (Source : ANDRA)

3. Quelles possibilités pour la France ?

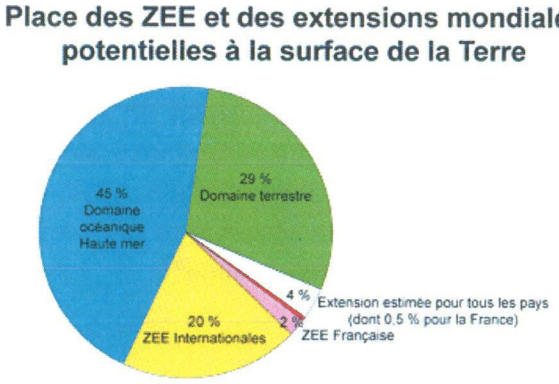
La France dispose de nombreux espaces profonds dans les trois océans, de moyens humains et technologiques au premier rang mondial, et d'un savoir-faire reconnu, sous la mer comme en laboratoire. Les ressources minérales marines profondes et les enjeux militaro-industriels de cet espace offrent l'opportunité pour la France, de combiner recherche scientifique, progrès technologique, valorisation économique, et participation à la mise en place collective d'une gestion durable de ce nouvel espace.

3.1. La France, puissance stratégique des abysses ?

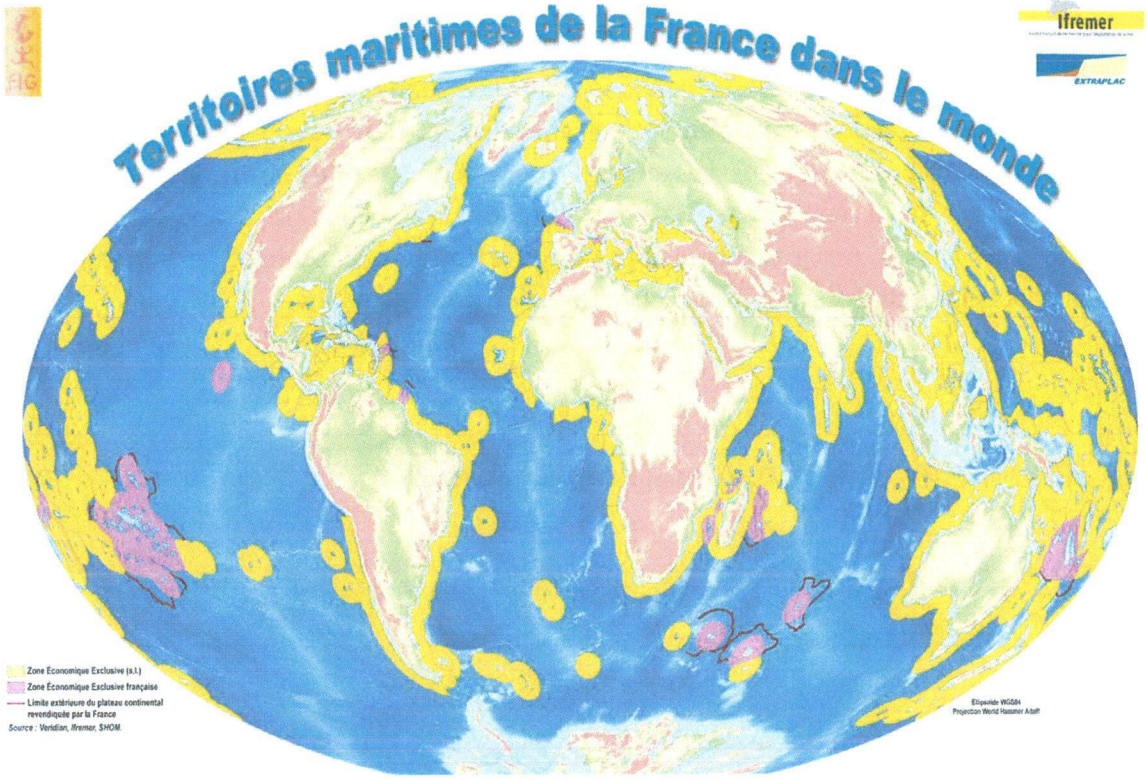
3.1.1. Un domaine abyssal considérable, un immense potentiel de ressources

Forte d'une zone économique exclusive de 11 millions de km², la France dispose du second domaine le plus vaste du monde derrière les États-Unis (11,4 millions de km²) et devant l'Australie (8,1 millions de km²). À ce chiffre s'ajoutent les extensions du plateau continental, jusqu'à 350 nautiques, dont certaines sont toujours en cours d'examen auprès de la Commission des limites du plateau continental (CLPC).

L'ensemble des ZEE des pays côtiers représentent 20% de la totalité des océans. La France possède à elle seule 10% de ce territoire. Avec l'aboutissement du programme EXTRAPLAC, visant à étendre le domaine maritime français à la limite des plateaux continentaux extérieurs, la possession s'élèverait à 15%. Le domaine abyssal se situant à l'intérieur des ces ZEE françaises, hors du périmètre de compétence de l'AIFM, est relativement important.



Place des ZEE française dans le monde



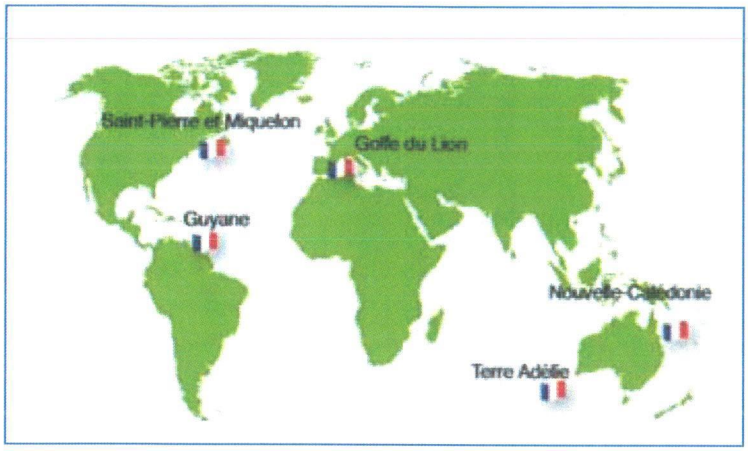
Territoire maritime de la France (Source : EXTRAPLAC, Ifremer)

Ces espaces maritimes, répartis de manière hétérogène sur l'ensemble de la planète, permettent à la France d'avoir un accès privilégié aux trois grands océans, et l'exclusivité d'explorer et d'exploiter les ressources halieutiques et minérales dans les fonds marins de ces zones. Les contextes géologiques étant très différents d'un océan à l'autre, la pluralité des domaines maritimes présente l'avantage de trouver des ressources très variées : pétrole, gaz, nodules polymétalliques, amas sulfurés, encroutements cobaltifères, mais aussi des ressources halieutiques comme la légine.

Les ZEE françaises sont riches en hydrocarbures. En France, pétrole et gaz naturel constituent 61% du total de l'énergie consommée. 94% des ces ressources sont actuellement importées. Les réserves présentes dans les ZEE sont une aubaine qu'il conviendra d'exploiter si le coût de production du pétrole en *deep offshore* diminue. Les zones identifiées comme pétrolifères se situent au large de la Guyane française[82], à Saint-Pierre et Miquelon, dans le Golfe du Lion, en Terre Adélie, et en nouvelle Calédonie. Les ZEE françaises au large de Mayotte et de Juan de Nova recèleraient également des gisements, mais de manière moins certaine[83].

[82] Le gisement « Zaedyus », découvert en 2011 au large de la Guyane, est évalué à 300 millions de barils

[83] Livre bleu – stratégie nationale pour la mer et les océans, décembre 2009



Potentiel pétrolier de l'offshore profond dans les ZEE françaises (Source : IFPEN)

Les fonds marins des ZEE françaises sont également riches en métaux rares et en nodules polymétalliques. La France ne produit pas de terres rares à ce jour et se retrouve dépendante du principal producteur mondial, la Chine. Cette dernière, consciente du monopole et de l'intérêt stratégique de ces minéraux, impose notamment des restrictions à l'export, et utilise cet atout comme une arme diplomatique[84]. Les terres rares étant une nécessité dans le domaine des nouvelles technologies, la France possède donc le moyen d'être autonome et de proposer une alternative mondiale dans l'approvisionnement de ces métaux. Dans l'océan Pacifique se trouverait 100 milliards de tonnes[85]. Avec ses 6,8 millions de km² de ZEE dans cette zone, la France possède donc un réel atout, en particulier autour de Wallis-et-Futuna et de la Polynésie française[86], où des campagnes d'explorations ont dévoilé tout le potentiel minéral de ces lieux autour de dépôts hydrothermaux et de zones volcaniques.

[84] https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/chine-monopole-production-terres-rares-51380/
[85] Institut français de la mer, Fiche documentaire IFM, n°1/12, janvier 2012
[86] *Les ZEE ultramarines*, Rapport d'information du Sénat, N°430, avril 2014, disponible sous le lien suivant : https://www.senat.fr/rap/r13-430/r13-4303.html#toc106

	1. secteur de Kaukura (sud-ouest plateau Tuamotu)	2. monts sous-marins Tarava	3. nord-est plateau Tuamotu	4. extension nord-ouest de la ZEE
Caractéristiques du site	partie du plateau des Tuamotu	chaîne de monts sous-marins	partie du plateau des Tuamotus	plaine abyssale
Ressource potentielle	encroûtements cobaltifères	encroûtements cobaltifères	encroûtements cobaltifères ?	nodules
Preuves	zone de forte réflectivité ; dragage (13 échantillons); études détaillés de la topographie ; analyses géochimiques	zone de forte réflectivité; dragage (10 échantillons); études détaillées de la topographie; analyses géochimiques	contexte géologique similaire à la zone 1 (secteur Kaukura), mais exposé différemment aux courants) mais pas de preuve par dragage ou imagerie du fond	forte abondance de nodules enrichis en Ti dans la ZEE des Îles Cook
Avantages	– le site le mieux documenté ; existence d'une ressource démontrée; – fortes pentes en bordure sud du plateau peuvent favoriser les courants et empêcher la sédimentation	– site bien documenté; existence d'une ressource démontrée; – zone de productivité biologique moyenne – pas de terre (niches oiseaux, industrie, tourisme) – fortes pentes des monts sous-marins favorisent les courants et empêchent la sédimentation sur les sommets	– topographie favorable à l'exploitation (grand plateau, pentes faibles) – peu d'activités de pêche, tourisme, perliculture – peu de terre (niches oiseaux)	– forte abondance de nodules – concentrations assez élevés en Co, Ti, Mn, REE
Inconvénients pour l'exploitation *	– proximité aux centres de population et activités industrielles et culturelles – réserve biosphère de Fakarava	– topographie peu favorable à l'exploitation (petites surfaces et fortes pentes)	– manque d'information sur la microtopographie ; aucun évidence directe de l'existence d'une ressource	– les abondances de nodules et les teneurs en métaux les plus importants se trouvent dans la ZEE des Îles Cook et pas dans la ZEE de Polynésie française

Comparaison de quatre sites potentiels d'exploitation de ressources minérales sous-marines en Polynésie suite à une étude prospective[87]

Les ZEE françaises présentent également un intérêt en termes de ressources halieutiques. Aujourd'hui, le tonnage des pêcheurs français est assez peu significatif au regard de certains pays asiatiques ou des Etats-Unis, et la majorité des prises s'effectue dans les eaux communautaires de l'Union Européenne. Les facteurs qui expliquent cela sont que la pêche est majoritairement artisanale et côtière en outre mer, et que les infrastructures portuaires ne sont pas adaptées au développement d'une pêche hauturière et industrielle, qui nécessite des zones dédiées au stockage et conditionnement des poissons. Cependant, les ZEE ultramarines françaises sont des eaux riches en poissons, particulièrement dans les zones où le plateau continental plonge loin des côtes, comme cela est le cas dans les TAAF, en Guyane, et à Saint-Pierre-et-Miquelon. Par exemple, la légine, fort appréciée pour son goût subtil et raffiné, est un poisson qui se vend bien. Il est fortement présent par grande profondeur dans les eaux des TAFF, et place la Réunion au second rang mondial en matière de capture légale de cette espèce.

Les ressources présentes dans les ZEE françaises sont donc bien réelles et le potentiel devrait augmenter à mesure que les campagnes d'exploration découvrent de nouveaux

[87] Les ressources minérales profondes en Polynésie française, Pierre-Yves Le Meur, Pierre Cochonat, Carine David, ouvrage paru en mars 2017, aux éditions IRD

gisements. Mais, pour ces territoires éloignés, se pose la question des moyens à notre disposition pour sécuriser ces ressources et leur approvisionnement.

3.1.2. Des moyens militaires conséquents, mais insuffisants

L'immensité des ZEE françaises et de ses richesses potentielles nécessite un système militaire efficace afin d'affirmer la souveraineté nationale de la France et d'effectuer une surveillance dissuasive dans ces zones. En plus des moyens classiques de surveillance, en surface comme dans les airs, les intérêts stratégiques des grands fonds requièrent des capacités modernes permettant d'assurer les missions de dissuasion, de renseignement, et d'intervention sous la mer.

Les marines militaires sont les seules à pouvoir agir en haute mer et appuyer les activités régaliennes de surveillance et de sécurité des eaux territoriales, du littoral, et des ZEE. La France possède la sixième marine en termes de tonnage, et peut se vanter de posséder une flotte de second rang, capable de se projeter sur l'ensemble de la planète pour réaliser ses missions.

La France fait partie du cercle très fermé des puissances en mesure de déployer un groupe aéronaval en toute autonomie. Son porte avions, le « Charles de Gaulle », est à propulsion nucléaire et autorise des déploiements de très longue durée sur des théâtres éloignés. Le rayon d'action de ses aéronefs embarqués en fait un outil efficace sur le plan militaire, mais également sur le plan politique, par la pression que peut exercer une telle force de frappe à proximité d'un état belligérant.

Pour la surveillance des ZEE, la France positionne des bâtiments dans les ports d'outre mer et effectue régulièrement des patrouilles aériennes avec des aéronefs de surveillance. Cependant, l'immensité de la zone à surveiller, et la flotte vieillissante des patrouilleurs de type P400, rend délicat la réalisation de la mission. Il est aujourd'hui essentiel de renouveler la flotte de ces patrouilleurs par des BATSIMAR[88], ce qui a enfin été acté dans la loi de programmation militaire 2019-2025. En Guyane, où la situation dans le domaine de la surveillance de la pêche illicite était critique, trois PLG[89] ont été acquis en urgence pour maintenir la capacité militaire en mer. L'ambition de la Marine nationale est de pouvoir disposer, par territoire ou collectivité d'outre-mer, de deux patrouilleurs, d'un bâtiment multi missions B2M et d'une frégate de surveillance. Ce dispositif, complété par des patrouilles aérienne de Guardian ou d'Atlantique, semble être le minimum vital étant donné l'ampleur du territoire ultra marin et les enjeux qui s'y trouvent.

La France est dotée d'une force sous-marine à propulsion nucléaire, composée de 4 SNLE[90] et de 6 SNA[91]. Une permanence d'un ou plusieurs SNLE à la mer est assurée depuis 45 ans

[88] Bâtiment de surveillance et d'intervention maritime
[89] Patrouilleur léger guyanais
[90] Sous-marin nucléaire lanceur d'engins, composante océanique de la force de dissuasion nucléaire française

pour la mission de dissuasion nucléaire. A ce jour, seuls les Etats-Unis, la Russie, l'Angleterre et la Chine utilisent le vecteur sous-marin comme plateforme de lancement de l'arme atomique. L'immensité du territoire marin et la discrétion de cet espace permettent de remplir idéalement cette mission de dissuasion, sous condition de posséder une technologie de pointe, notamment dans le domaine de la discrétion. Il s'agit de positionner idéalement l'outil sans que personne ne détecte sa position. Les SNLE français sont considérés comme des engins fiables, efficaces et discrets. Ces sous-marin peuvent embarquer 16 missiles contenant chacun jusqu'à 6 têtes nucléaires de 150 kilotonnes[92]. La dernière génération de missiles, le M51, a un rayon d'action de 9000 km. La flotte est fréquemment renouvelée et modernisée, avec un savoir-faire reconnu à l'international. Les SNA de type « Rubis », âgés de 30 ans, sont aujourd'hui vieillissants. Ils assurent néanmoins pleinement leurs missions de renseignement et d'accompagnement du groupe aéronaval, et leur renouvellement est en cours avec l'arrivée prochaine des SNA de type « Barracuda », dotés de capacités d'actions toujours plus élevées.

SNLE "Le Terrible" sur cale (Source : Mer et Marine)

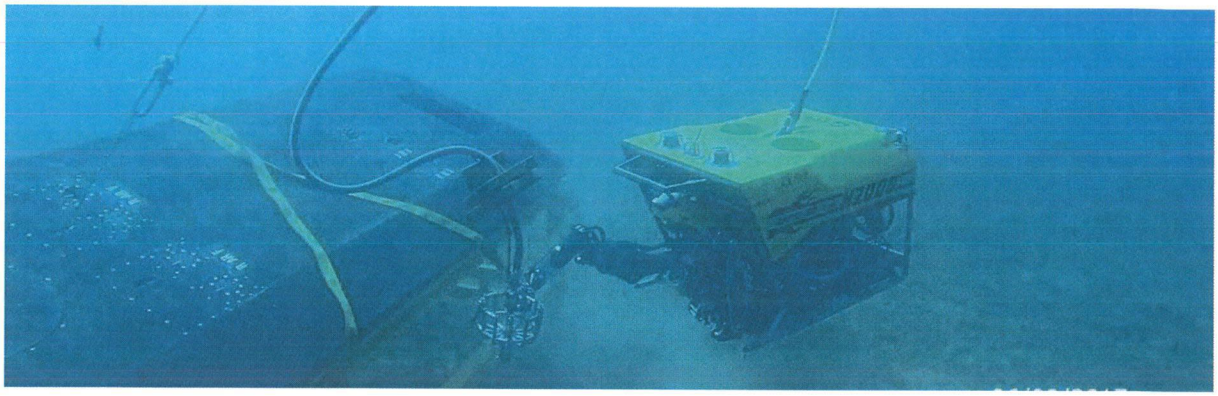
Dans le domaine de l'intervention par grands fonds, la marine nationale possède des ROV du type *workclass*, ainsi qu'un scaphandre atmosphérique *Newtsuit*, seul engin militaire habité d'intervention sous la mer. Cette composante, intégrée à la CEPHISMER, permet d'assurer des missions d'expertises, de recherches de boites noires, ou de récupérations de munitions jusqu'à 2000 mètres. Ces systèmes sont également associés à la mission de sauvetage de sous-marin en détresse, en complément du programme tripartite NSRS[93].

---

[91] Sous-marin nucléaire d'attaque

[92] La tête nucléaire de la bombe d'Hiroshima contenait 15 kilotonnes

[93] Le NSRS (Nato submarine rescue system) est un programme conçu et mis en œuvre conjointement par les britanniques, les norvégiens et les français. Il comprend un sous-marin de sauvetage pouvant atteindre 600 mètres de profondeur, et des chambres de décompression permettant d'assurer la désaturation des accidentés. Il est basé en Ecosse à Fastlane.



ROV Diomède, mis en œuvre par la marine nationale, en entrainement au sauvetage de sous-marin en détresse (Source : Marine nationale)

Le SHOM[94] assure les missions de cartographie des fonds marins. Etablissement public administratif sous tutelle du ministère des armées, le SHOM est l'héritier du premier service d'hydrographie au monde, crée sous Louis XV en 1720. Cet organisme, responsable de l'hydrographie nationale, dans les eaux sous juridiction française, réalise également des missions de soutien aux politiques publiques de la mer, en mettant son expertise et ses moyens à dispositions des acteurs de la mer. Une flotte de cinq navires océanographiques et des moyens sonars et sondeurs adaptés permettent de collecter des données telles que la bathymétrie, la sédimentologie, l'océanographie.

Malgré des moyens variés et conséquents, il semblerait que les capacités françaises soient tout juste suffisantes, voire insuffisantes pour assurer ses missions. Ainsi, un SNLE de moins ne permettrait pas d'assurer le contrat opérationnel dans le domaine de la dissuasion nucléaire, avec une permanence à la mer. De même, un rapport du Sénat sur les zones exclusives économiques ultramarines[95] pointe l'insuffisance de l'affirmation de la souveraineté française, ce qui conduit à une fragilité croissante des espaces sous juridictions française, d'autant plus que certains espaces sont contestés. Ce rapport pointe également le manque de volonté, depuis le livre blanc de 2008, d'assurer le renouvellement des moyens dans les DOM/TOM. Les capacités de la marine dans ces territoires ont ainsi diminué de 20% entre 2000 et 2012. La faiblesse des moyens hauturiers disponibles rend aujourd'hui difficile la capacité d'intervention en haute mer et la protection des ressources.

[94] Service hydrographique et océanique de la marine

[95] https://www.senat.fr/rap/r13-430/r13-4305.html#fnref114

3.1.3. Des organismes étatiques civils reconnus.

La France est, depuis les années 50, identifiée comme un acteur majeur de la recherche dans le domaine profond. Dotée d'organismes compétents, comme l'IFREMER et le CNRS, elle possède des compétences considérables en la matière.

Historiquement, la course aux grands fonds s'est jouée entre les Etats-Unis et la France. En 1954, le FNRS III, bathyscaphe construit en France, en coopération avec la Belgique et l'ingénieur Suisse Auguste Picard, atteignait la profondeur de 4050 mètres au large de Dakar. Six années plus tard, les américains réussirent à plonger à 10960 mètres dans la fosse des Mariannes avec le Trieste, alors racheté à la marine italienne. L'Archimède, bathyscaphe français dédié à la recherche, est mis en service en 1961. Il s'agit du premier véritable engin permettant des plongées sécurisée jusqu'à 11000 mètres de fonds, avec un système de positionnement efficace pour l'époque et une possibilité de progression sur le fond. Jusque là, ces sous-marins ne pouvaient que réaliser des plongées verticales, sans déplacements en navigation. En treize années d'activité, l'Archimède aura réalisé 226 plongées dans tous les océans du globe, et a notamment permis, lors de la mission franco-américaine *Famous*, en 1974, de démontrer le rôle du volcanisme sous-marins dans la construction du fond des océans et le déplacement des plaques tectoniques.

L'IFREMER[96] est né le 5 juin 1984 de la fusion du CNEXO[97] et de l'ISTPM[98]. Cet organisme, dépendant conjointement du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, ainsi que du ministère de l'éducation nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, est implanté sur plusieurs sites en France métropolitaine ou ultramarine. Ses missions sont multiples :

- connaitre et évaluer les ressources des océans, et permettre leur exploitation durable ;
- améliorer les méthodes de surveillance, de prévision d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin ;
- favoriser le développement socio-économique du monde maritime.

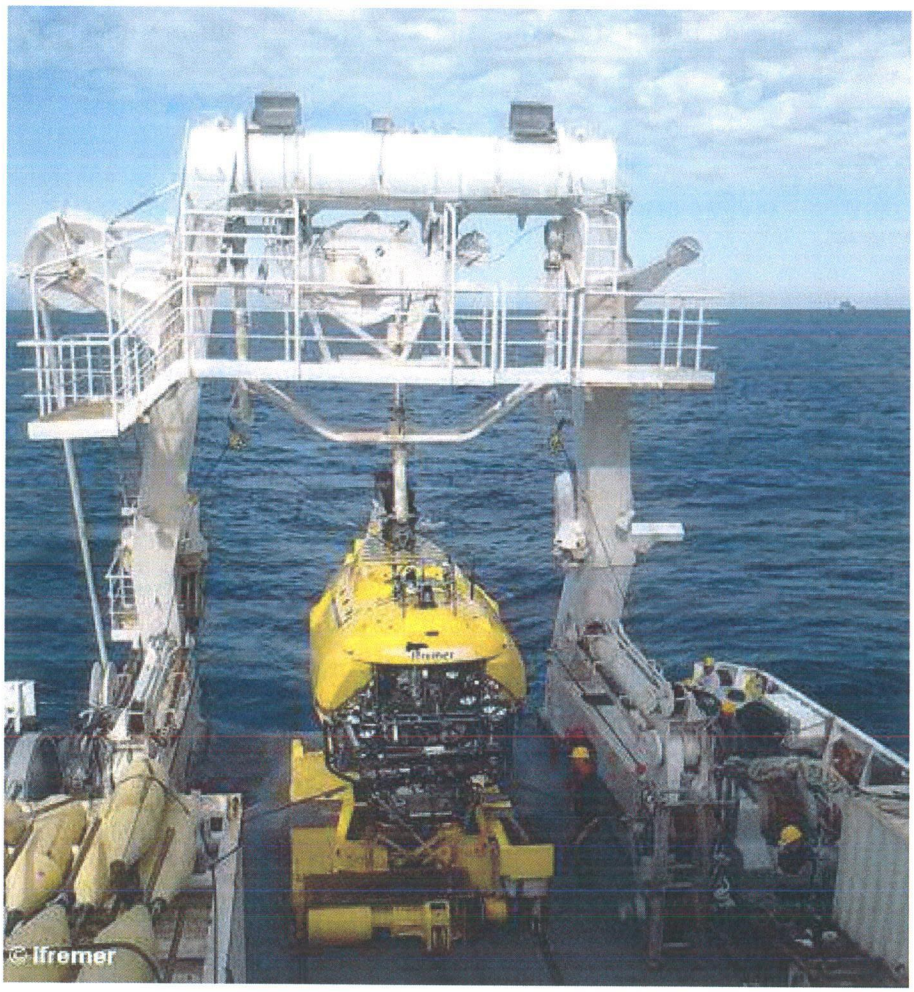
L'IFREMER est le pilier national de la recherche par grands fonds. Ses moyens humains et matériels, ainsi que ses compétences scientifiques lui permettent d'être l'élément central de nombreux projets français, européens, et mondiaux. Dans le domaine des grands fonds marins, la liste des projets réalisés en partenariat avec d'autres instituts étrangers est longue : partenariat avec l'ensemble des nations européennes sur des projets divers, coopération avec les Etats-Unis pour l'exploration des océans, coopération avec le Japon depuis 1998 sur l'observation des grands fonds et la gestion des écosystèmes profonds, projets avec la Nouvelle-Zélande sur la cartographie des abysses et les réserves halieutiques...

---

[96] Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
[97] Centre national pour l'exploitation des océans
[98] Institut scientifique et technique des pêches maritimes

Au sein de l'IFREMER, le département REM[99] assure les travaux de recherche sur la connaissance du sol et sous-sol des fonds marins. La biodiversité et la dynamique des écosystèmes profonds y sont étudiées, ainsi que les impacts de l'exploitation des minerais dans les grands fonds.

L'institut assure l'interface avec le service de la flotte océanographique française, qui regroupe les moyens navals de recherche océanographique du SHOM. L'Ifremer possède et fait opérer, sous pavillon national, trois navires hauturiers, trois navires côtiers, et plusieurs engins sous-marins et équipements lourds. Dans le domaine profond, l'IFREMER possède des ROV, des AUV, mais aussi le Nautile, un engin habité unique en Europe permettant des plongées d'exploration à 6000 mètres de fond.



Engin habité Nautile de l'IFREMER (Source : IFREMER)

Le CNRS[100], créé à la veille de la seconde guerre mondiale, possède une branche dédiée à la recherche dans le domaine de la biologie marine. Mandaté par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, et par le ministère de l'éducation nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, un récent rapport d'expertise a ainsi été

[99] Département physique et écosystèmes de fonds de mer
[100] Centre national de recherche scientifique

constitué afin de servir de base à une politique française en matière environnementale dans les grands fonds marins[101]. Ce rapport, conjointement écrit avec l'IFREMER, démontre la maîtrise du sujet par les experts du CNRS. Plusieurs actions de recherches communes sur les environnements profonds ont également été initiées entre l'IFREMER et le CNRS. Le groupe de recherche Ecchis, entre 2005 et 2012 avait pour objectif l'étude des écosystèmes profonds, dont le réseau trophique repose sur la chimiosynthèse bactérienne. Ce groupe de recherche a permis, en collaboration avec le SHOM et plusieurs universités scientifiques, l'étude de ces écosystèmes particuliers. Le programme Dorsales, composante française du programme international InterRidge[102], a également regroupé les deux communautés scientifiques sur un projet commun. Au niveau international, des programmes de prospective (FP7, CAREX Investigating Life in Exterme Environnement[103]) ont permis à la communauté scientifique française de briller sur la question des grands fonds marins.

3.1.4. Des entreprises civiles compétentes

La France dispose de plusieurs entreprises capables de relever le défi des grands fonds. Dans les domaines de l'offshore profond, de la recherche, de l'extraction de minerai, et de la construction navale, plusieurs acteurs majeurs sont présents. Autour de ces fleurons industriels gravitent un nombre considérable de start-up et PME, plus modestes, mais avec des projets et des compétences humaines intéressantes, permettant de développer les solutions technologiques de demain.

Dans le domaine de l'hydrocarbure, Total fait figure de mastodonte. Bien que quatrième acteur en termes de chiffre d'affaires, derrière Shell, ExxonMobil et BP, sa rentabilité est bien meilleure que ses concurrents malgré la baisse du cours du pétrole[104]. De la mer du Nord à l'Amérique du sud, en passant par l'Afrique et la Russie, le géant pétrolier multiplie les secteurs d'investissement et s'impose notamment dans l'exploitation offshore. Plusieurs projets d'exploitation en milieu profond sont à l'étude, quand d'autres aboutiront sous peu au Brésil, en Guyane, ou dans le golfe du Mexique. Ces projets se rajouteront à d'autres installations profondes existantes, comme le site de Girassol, par 1400 mètres de fond, ou encore le site de Canyon Express, par 2250 mètres de fond. Le *deep offshore* fournit 40% de la production opérée par le groupe, et 70% de ces enjeux d'exploration pour l'avenir proche[105]. Total mise sur une synergie industrielle pour qu'une baisse des coûts de forage, de maintenance, et d'exploitation permettent de rentabiliser, demain, le *deep offshore*. L'investissement en recherche et développement dans ce but est important, et les innovations réalisées par le groupe sont prometteuses.

---

[101] http://www.cnrs.fr/fr/pdf/inee/SyntheseESCo/pubData/source/SyntheseESCo.pdf

[102] Programme international regroupant l'ensemble des instituts privés ou étatique pour l'inventaire des espèces des grands fonds marins

[103] https://cordis.europa.eu/project/rcn/88099_en.html

[104] https://www.challenges.fr/entreprise/energie/petrole-et-gaz-pourquoi-total-resiste-mieux-que-ses-grands-rivaux-exxon-shell-bp-chevron_453333

[105] Source : Total

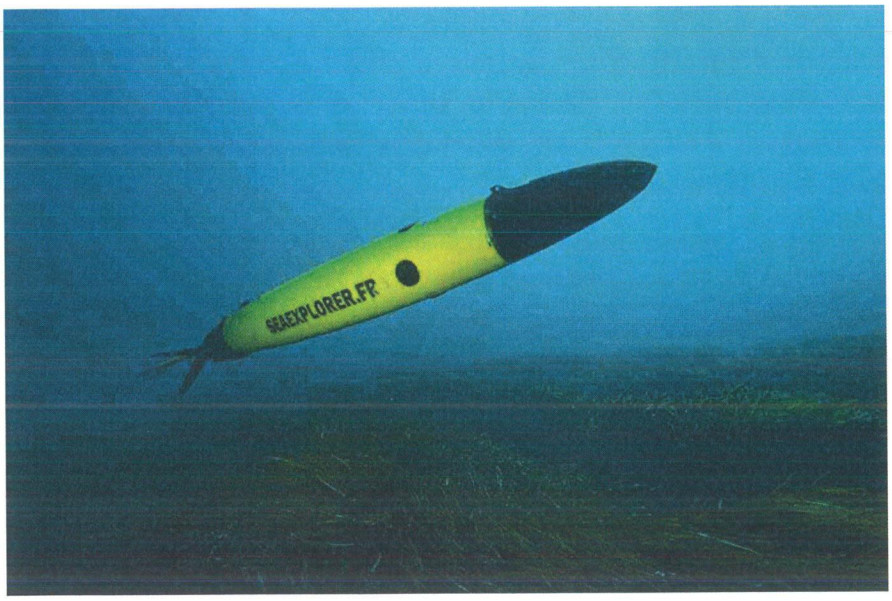
Total peut s'appuyer sur les compétences d'une autre entreprise française, Technip. Spécialisée dans la construction d'infrastructures en milieu offshore, cette société dispose d'une flotte de navires spécialisés dans l'installation de conduites et la construction sous-marine, lui permettant notamment d'effectuer des développements sous-marins profonds et de mettre en place des infrastructures sous l'eau.

L'innovation technologique est le maitre mot de l'exploration, de l'exploitation, et de l'activité militaire des grands fonds. Des entreprises telles que Thales, Naval Group, ECA, ALSEAMAR, permettent de progresser et de placer l'industrie française de ce milieu à la hauteur de la compétition mondiale. La robotique sous-marine se développe aujourd'hui à une vitesse comparable aux progrès que la téléphonie a connus dans les années 2000. Pour subvenir aux besoins des acteurs du milieu, les industriels fiabilisent et modernisent les ROV, AUV, et autres engins utilisés avec parcimonie il y a quelques temps. Les ROV sont aujourd'hui capable de rester plusieurs jours sous l'eau pour accomplir des tâches de maintenances et d'expertises. Les AUV permettent un gain de temps efficace en visualisant un chantier avant l'intervention d'un moyen plus lourd. Les *Gliders* permettent à la communauté scientifique d'explorer une grande zone avec un coût très faible et une présence sur site limitée.

Thalès travaille actuellement sur le renouvellement des moyens de la guerre des mines, avec un partenariat franco-britannique[106]. D'autres projets de pointes sont d'actualité, comme le projet de drone hybride, l'AUSS[107]. Ce concept est à l'étude grâce à un travail collectif regroupant 19 PME impliquées dans la technologie des robots sous-marins. Même si Thales n'a pas, à ce jour, affiché d'ambitions dans le domaine profond, ses compétences actuelles dans la robotique par fonds réduits en font un probable futur acteur majeur pour l'exploration des abysses.

Des groupes français plus ou moins dimensionnés coexistent dans le milieu des technologies sous-marines : ECA conçoit et commercialise des ROV et AUV performants, ALSEAMAR assure des missions de MCO[108] et conçoit les *Gliders* sans doute les pus performants du marché, SubseaTech développe des mini ROV adaptés aux fortes contraintes des champs d'usines marémotrices et éoliennes *offshores*.

[106] Programme SLAM-F, système de lutte anti-mines du futur
[107] Autonomous underwater and surface system
[108] Maintien en condition opérationnelle



GLIDER Sea Explorer de la société ALSEAMAR (Source : ALSEAMAR)

Des groupes français sont reconnus comme expert dans la mise en œuvre d'engins sous la mer. La compagnie Bourbon dispose de ROV *workclass* adapté à tous type de missions d'expertise et d'intervention par grands fonds. La COMEX, historiquement spécialisée dans le domaine hyperbare de la plongée humaine, dispose de compétences et d'un savoir-faire reconnus pour l'intervention par grande profondeur.

L'ex DCNS[109] Naval Group est un leader dans la construction navale. Il est le concepteur des sous-marins nucléaire équipant la marine nationale. Le renouvellement des SNA, avec le programme Barracuda, mobilise les moyens du groupe jusqu'en 2027. Le chiffre d'affaire de l'entreprise à l'exportation est en augmentation grâce à des contrats passés avec le Brésil, l'Australie et l'Inde. Ces contrats concernent l'achat de sous-marins similaire au Barracuda, mais sans réacteur nucléaire afin de respecter le traité de non prolifération. Peu de nations possèdent aujourd'hui la capacité de concevoir une arme aussi performante qu'un sous-marin nucléaire, dédié à l'attaque ou à la dissuasion, et il convient de préserver ce fleuron industriel français.

Dans le domaine des câbles sous-marins, la France dispose du premier acteur mondial, Alcatel Submarine Network, récemment renommé Submarine Netwoks Solution. Aujourd'hui racheté par Nokia, cette filiale a été développée en France et le formidable savoir-faire qu'elle représente a été jusque là conservé. Enjeu de souveraineté, cette entreprise est classée comme opérateur d'importance vitale par le code de la défense. Néanmoins, une opération de cession par le groupe finlandais serait en cours, ce qui pourrait aller contre les intérêts nationaux de la France[110].

---

[109] Direction des chantiers navals

[110] Michel Cabirol et Pierre Manière, Câbles sous-marins : quand l'Etat français brouille la stratégie de Nokia, La Tribune, article paru le 04 avril 2018, disponible sous le lien suivant : https://www.latribune.fr/entreprises-finance/industrie/aeronautique-defense/cables-sous-marins-quand-l-etat-francais-brouille-la-strategie-de-nokia-772039.html

L'exploitation minière par grands fonds n'est qu'au commencement de son histoire. Seule la société canadienne *Nautilus Minerals* est active à ce jour. La France dispose, avec l'entreprise Eramet, d'un opérateur minier déjà engagé dans l'exploration des grands fonds marins et l'étude du potentiel en minerais.

L'ensemble des activités relatives au secteur maritime est regroupé au sein du Cluster Maritime Français (CMF). Cet organisme s'attache à organiser un réseau d'acteurs, et suscite les rencontres entre professionnels partageants des enjeux et des intérêts en communs, notamment dans le domaine des ressources minérales marines, ou de la recherche scientifique[111]. Il travaille depuis octobre 2011 à faire avancer au niveau national les projets de mines sous-marines à travers un *Gap anlaysis*, feuille de route permettant de mettre en corrélation les avancées technologiques, techniques, politiques et environnementales, dans le but de créer un projet à dimension industrielle durable. Le CMF travaille en étroite collaboration sur ce sujet avec le secrétariat général de la mer (SGMer), service dépendant du cabinet du premier ministre.

3.2. Quelles ambitions la France affiche-t elle ?

3.2.1. Des projets d'exploration en vue d'une future exploitation ?

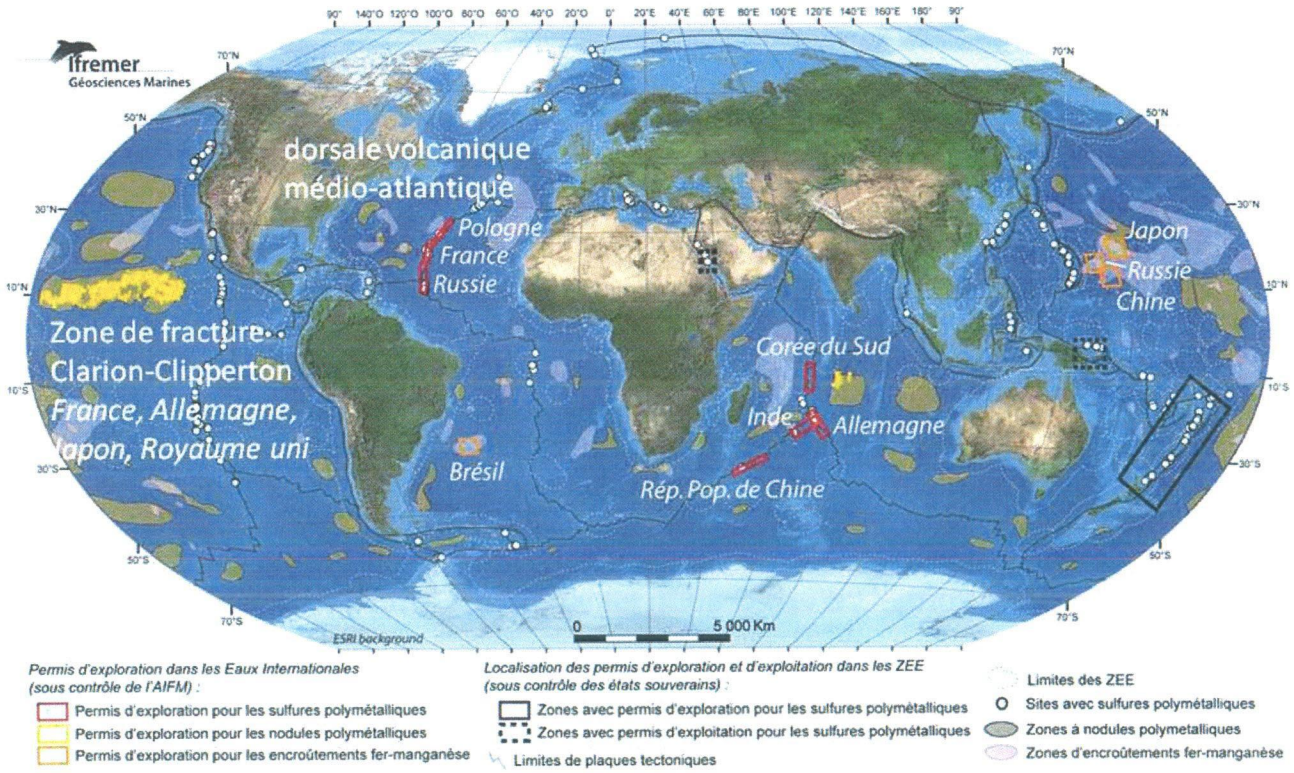
La France s'est fixé comme priorité d'étendre son domaine maritime via le programme EXTRAPLAC. 65 demandes d'extension ont été déposées auprès de la Commission des limites du plateau continental. Les demandes françaises concernent toutes les entités territoriales, en métropole, comme en outre mer. Si ces requêtes sont validées, la France pourrait ainsi voir son domaine maritime s'étendre de plus de 1,5 millions de km2, soit trois fois la superficie de l'hexagone.

L'AIFM a attribué à la France un secteur dans la zone de fracture de Clarion-Clipperton, zone géologique sous-marine se situant dans le nord-est du Pacifique, entre l'archipel d'Hawaï et les côtes mexicaines. Cette zone de fracture représente une surface de plus de 9 millions de km^2, dans laquelle se trouve la plus grosse quantité de nodule découverte à ce jour. Le poids de ces derniers pourrait atteindre 34 milliards de tonnes, dont 340 millions de tonnes de nickel, et 275 millions de tonnes de cuivre[112]. Sous le patronage de l'Etat français, l'IFREMER est titulaire du contrat d'exploration. Ses missions sont d'effectuer un état de référence de l'écosystème présent sur le fond, et de comprendre les caractéristiques de leur habitat. Quatre campagnes ont été menées, en partenariat avec des instituts étrangers, comme l'institut allemand GEOMAR.

La France possède également un permis « sulfure », localisé le long de la dorsale volcanique médio-atlantique par une profondeur moyenne de 3 400 mètres. Un contrat liant l'Ifremer à l'AIFM pour 15 ans a été signé par les deux parties en 2014. Au terme des 15 ans, l'Ifremer doit réaliser des campagnes d'exploration pour permettre d'évaluer le potentiel du secteur

[111] http://cluster-maritime.fr/fr/node/585
[112] Source IFREMER

demandé. La première de ces campagnes, Hermine, s'est tenue du 13 mars au 28 avril 2017 à bord du « Pourquoi Pas ? », avec à bord une équipe pluridisciplinaire composée de chimistes, de géologues et de biologistes.



Permis d'exploration délivrés par l'AIFM (Source : IFREMER)

La France a décidé de se limiter pour le moment à ces deux permis internationaux qui sont suffisants pour préserver l'avenir sur les plans technologiques et scientifiques. De plus, d'autres zones propices se situent sur son plateau continental ultramarin.

En 2010, le programme d'exploration «Wallis et Futuna » a permis de localiser un nombre important de sites de dépôts hydrothermaux dans la ZEE française. Cette campagne s'est déroulée grâce à un partenariat public privé associant des organismes publics, comme l'Ifremer et l'agence des aires marines protégées, et des entreprises privées comme Technip, Eramet et Areva.

L'Ifremer est également impliqué dans un projet d'inventaire des espèces marines dans les grands fonds marins, dans le cadre de la campagne internationale *InterRidge*, s'intitulant « Pourquoi pas les abysses ? ». Ce projet permet d'étudier à grande échelle la distribution de la biodiversité marine dans les sédiments marins des grands fonds et la couche d'eau, et de mesurer l'interface entre le fond et la colonne d'eau. Les scientifiques s'intéressent particulièrement à la méiofaune et à la macrofaune (polychètes, nématodes, crustacés, échinodermes, mollusques) et aux microorganismes avec lesquels ceux-ci sont en interaction. Ce projet est le plus abouti dans l'identification de la biodiversité.

Dans le domaine de la prospection pétrolière, Total détient des permis d'exploration en grande profondeur au large de la Guyane, en Guinée, et au large de la Crète.

3.2.2. Des directives et réflexions démontrant la prise en compte des enjeux

Les enjeux des grands fonds marins semblent être pris en considération par les entreprises civiles, par les instituts et centres publics, ainsi que par la classe politique. Plusieurs rapports et publications, provenant de différentes entités, concluent que l'exploitation des grands fonds est imminente, et que la France doit y prendre part de manière certaine, grâce à la richesse de ces ZEE et aux compétences des différents acteurs.

En 2010, l'Ifremer craint que cette nouvelle source d'approvisionnement soit surexploitée trop vite et sans préoccupation écologique. Une étude prospective est lancée, avec comme ligne d'horizon l'année 2030. Cette étude, parue en 2011, centre la réflexion sur les besoins de la France et de l'Europe. Des propositions concrètes d'actions y sont proposées comme l'approfondissement des connaissances scientifiques, une présence française renforcée au sein de l'AIFM, l'augmentation des partenariats public-privé, le développement des technologies d'exploitation, ainsi qu'une gestion patrimoniale des ZEE[113].

En mai 2012, le Commissariat général au développement durable a demandé à l'Ifremer et au CNRS de mener une expertise scientifique collective conjointe, afin d'établir un point précis sur les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes. Cette expertise[114], regroupant près d'une centaine de collaborateurs, a permis de synthétiser plus de 4000 articles scientifiques et 5000 publications sur les ressources minérales profondes, et d'effectuer un état les lieux exhaustif des connaissances à ce sujet. Cette étude collective, parue en 2014, associe l'aspect économique à l'aspect environnemental. Etant la plus aboutie des publications sur le sujet, elle permet une aide précieuse à l'élaboration des politiques publiques, notamment dans le cadre des futures demandes de permis d'exploration et d'exploitation minière. Ce rapport précise toutefois que les connaissances des grands fonds sont jugée encore trop faibles aujourd'hui pour pouvoir démarrer une quelconque exploitation sans affirmer que le risque sur les écosystèmes est maîtrisé. Il est suggéré de se positionner auprès de l'AIFM pour qu'une expertise scientifique soit réalisée en temps réel sur les premiers sites d'exploitation.

Le 22 octobre 2015, le comité interministériel de la mer approuve la stratégie relative à l'exploration et à l'exploitation minière des grands fonds marins[115]. Cette stratégie, vise à « *permettre à la France de valoriser ses atouts dans le domaine de l'exploration et de l'exploitation minières des grands fonds marins, de contribuer à l'émergence d'une filière industrielle d'excellence créatrice de richesse, d'innovations technologiques et d'emplois et de préserver, pour l'avenir, un élément clé de son indépendance stratégique en métaux et de son développement économique tout en assurant la prise en compte de la dimension environnementale et sociétale* ». Ce document, validé par le premier ministre, fixe les objectifs suivants :

---

[113] *Les ressources minérales marines profondes*, étude prospectives à l'horizon 2030, IFREMER, parue en 2011

[114] *Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*, Expertise scientifique collective, rapport CNRS, Ifremer, juin 2014

[115] *Stratégie relative à l'exploration et à l'exploitation minières des grands fonds marins*, Approuvée en comité interministériel de la mer du 22 octobre 2015,

- développer une filière technologique et industrielle ;
- conforter le renforcement d'un opérateur minier français tel qu'Eramet dans le domaine des grands fonds marins ;
- définir, pour les opérations dans nos espaces sous juridiction nationale, la fiscalité la plus appropriée ;
- définir, avec les autorités compétentes de la Nouvelle-Calédonie, de la Polynésie française et de Wallis et Futuna, les modalités d'un développement industriel autour de la transformation des minerais et de la logistique minière.

Ces objectifs concrets sont complétés par une feuille de route préconisant les actions suivantes :

- poursuivre les actions relatives à l'extension du plateau continental (EXTRAPLAC) ;
- limiter les contrats d'exploration aux deux permis délivrés par l'AIFM, la France disposant d'autres ressources dans ses ZEE ;
- favoriser les synergies pour un développement des compétences, notamment via le *cluster maritime* français ;
- mettre en place une organisation juridique fixant le cadre des opérations d'exploitation des ressources minérales profondes dans les espaces sous juridictions française, en veillant à la possibilité de mettre en œuvre le code minier.

Ce dernier point a été entrepris en début d'année 2018, avec la révision du code minier, qui inclue désormais un titre sur l'exploitation des ressources minérales dans les ZEE françaises[116].

De nombreuses autres publications sur le sujet existent, comme l'Etude prospective sur les enjeux stratégiques liés au développement de l'économie maritime, démontrant l'intérêt porté aux grands fonds marins par les décideurs, particulièrement en ce qui concerne les ressources minières. La France possède ainsi une réelle stratégie, avec des ambitions clairement affichées : être un acteur majeur de l'exploration et de l'exploitation des abysses et garantir l'indépendance nationale en matières premières.

Cependant, l'ensemble des parutions alerte sur le fait que les conditions pour l'exploitation ne sont pas encore toutes réunies, et qu'il convient d'augmenter les efforts sur la connaissance des grands fonds avant de concevoir l'émergence d'une filière industrielle dans ce domaine.

[116] Code minier à jour de sa modification du 1er janvier 2018, disponible sous le lien suivnat : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000023501962&dateTexte=20110308

3.3. Pionnière dans le domaine des abysses, la France doit poursuivre ses efforts

3.3.1. Conserver les acquis, ne pas se laisser dépasser

La France ne doit pas se reposer sur ses acquis scientifiques et sur les explorations passées. Elle doit poursuive ses efforts afin de conserver l'avance qu'elle semble posséder dans l'exploration des grands fonds, tant au niveau humain que matériel.

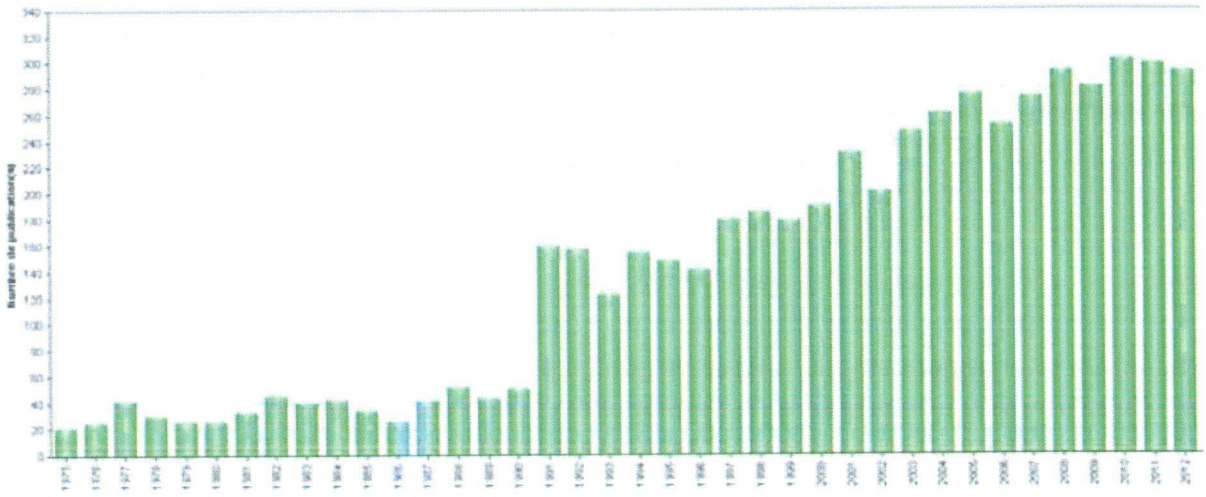
Le Nautile, engin habité mis en œuvre par l'Ifremer, est une référence dans le domaine de l'exploration. Il aura réalisé, depuis sa mise en service en 1984, plus de 2000 plongées en toute sécurité jusqu'à 6000 mètres de profondeurs. Pourtant, faute de moyens pour son grand carénage de 2019, et faute de volonté politique, cet engin sera prochainement retiré du service actif. La France et l'Europe perdront leur seul moyen d'envoyer des humains dans les abysses pour de l'exploration, laissant la place aux robots téléopérés. Pourtant, les avantages procurés par le submersible en termes de vision directe, de compréhension en trois dimensions, de capacité d'emport, et de réactivité sur le fond, sont nombreux. Dans le même temps plusieurs nations s'équipent de ce type de moyens. La Chine vient de mettre en œuvre un moyen équivalent, le Shenhai Yongshi[117], en plus du Jiaolong, descendant à 4500 mètres. Le Japon possède un Shinkai pouvant plonger à 6500 mètres, et conçoit un deuxième modèle qui pourra descendre à 12000 mètres. Les Etats-Unis modernisent l'Alvin, pourtant bien plus âgé que le Nautile, et la Russie réalise de nombreuses campagnes avec ses deux MIR.

Certes, il ne s'agit que d'un moyen parmi d'autres, mais le signal est fort, réduisant les ambitions affichées à de simples discours sans consistance.

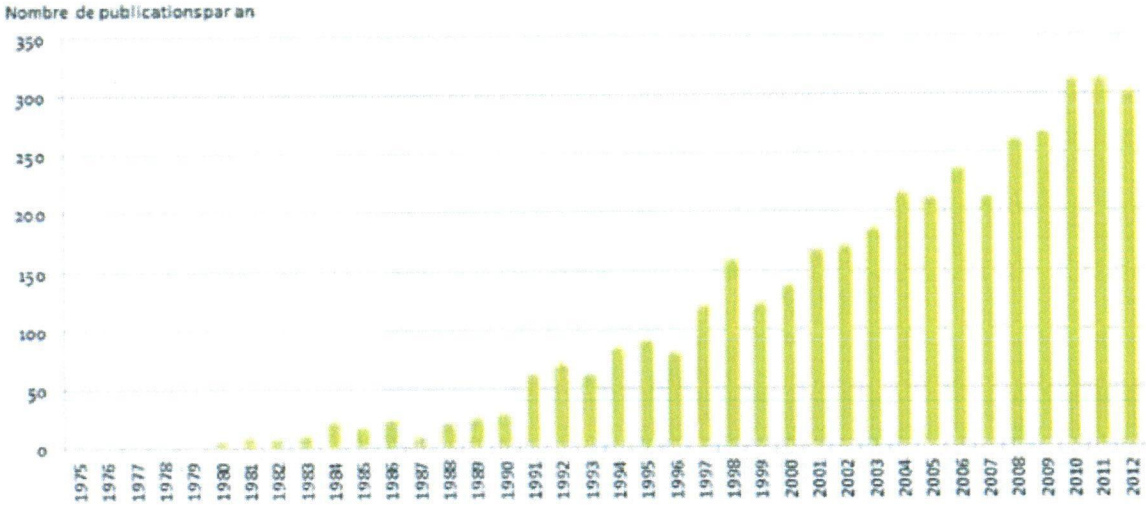
Submersible d'exploration Japonais Shinkai 6500 (Source : Ocean Research and conservation group)

[117] https://mediathequedelamer.com/actualite/la-chine-teste-son-2e-sous-marin-dexploration/

De nombreuses nations s'intéressent aujourd'hui aux abysses et aux richesses qu'ils contiennent. Si plus de 90 pays ont produits des documents sur les grands fonds, seuls 10 nations montrent de réelles ambitions et un fort potentiel technologique et scientifique : les Etats-Unis, la France, l'Allemagne, l'Angleterre, le Canada, la Chine, le Japon, la Russie, l'Inde et l'Australie. Le nombre de publications sur les environnements marins et les ressources minérales des grands fonds est en constante augmentation depuis une dizaine d'années, et 96% des articles proviennent de ces nations de « têtes » dans la course aux ressources minérales[118].



Evolution chronologique du nombre de publication sur les ressources minérales profondes, entre 1975 et 2012 (Source : CNRS)



Evolution chronologique du nombre de publications sur l'écologie des environnements marins profonds, entre 1097 et 2012 (Source : CNRS)

[118] *Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*, Expertise scientifique collective, rapport CNRS, Ifremer, juin 2014

La Russie soutient un important programme d'exploration et d'inventaire des ressources le long de la dorsale atlantique. Elle possède des permis délivrés par l'AIFM et s'équipent en moyens océanographiques. Le Japon, les Etats-Unis et l'Allemagne ont pris en compte l'approvisionnement de ressources minérales dans leur stratégie commerciale. La Chine, l'Inde et la Corée affichent d'ambitieux programmes de recherches par grands fonds. Il est probable qu'à terme, une certaine concurrence ait lieu entre toutes ces nations.

Les enjeux des grands fonds risqueraient d'accroître fortement les tensions existantes avec les pays contestants les limites des ZEE françaises.

Les îles éparses, situées dans le canal de Mozambique, sont revendiquées par Madagascar. Ces îles ont un statut international encore incertain, bien que la souveraineté française soit en permanence rappelée depuis plus de cinquante ans. Tromelin, îlot d'1 km^2 situé à l'ouest de la Réunion, est revendiqué par Maurice. Clipperton est revendiqué par le Mexique. Une présence française permanente étant délicate sur cet atoll, un accord a été trouvé avec le gouvernement mexicain pour y autoriser la pêche. Cet accord de pêche, négocié par le ministère des Affaires étrangères, a été très critiqué. La crédibilité de la souveraineté de la France sur Clipperton pourrait apparaître comme mise en péril, d'autant qu'il ne prévoit aucune compensation, et il est fort probable que les revendications augmenteront au fur et à mesure que les perspectives d'exploitation des ressources minérales sous-marines se confirmeront, notamment à la faveur de l'avancée des explorations menées sous l'égide de l'AIFM à proximité de Clipperton. Enfin, en Nouvelle-Calédonie, les îles Mathew et Hunter appartenant historiquement à la France, sont revendiquées par l'Angleterre et, plus récemment, par le Vanuatu.

3.3.2. Explorer davantage, faire aboutir des solutions techniques, créer des synergies, et favoriser l'émergence d'une filière

La France doit se doter d'une politique à la hauteur des ambitions affichées. Elle doit investir dans l'exploration des grands fonds, améliorer la connaissance générale des écosystèmes, réaliser un inventaire des ses ressources minérales dans ces ZEE, et favoriser l'émergence d'une filière minière profonde en s'appuyant sur les acteurs industriels existants.

L'intérêt grandissant pour les ressources minérales marines profondes aboutira, inévitablement, à leur exploitation. La France s'est fixé comme prérogative, avant d'y débuter une activité minière, de mieux connaitre les milieux profonds afin d'évaluer l'impact des activités d'extraction. Cependant, le temps long des études scientifiques risquerait de ne pas correspondre avec le calendrier de la conquête des abysses. En effet, à l'heure où des sociétés étrangères débutent déjà l'exploitation, la France risquerait de prendre du retard dans les techniques d'extraction si elle s'obstine à ne réaliser que de l'exploration à but scientifique.

Certes, les études scientifiques sont une nécessité pour permettre de réfléchir à une exploitation durable des grands fonds. Il convient donc d'optimiser les programmes de recherches et d'augmenter la cadences des campagnes d'exploration, en particulier dans nos ZEE, afin d'y réaliser un inventaire exhaustif. Les études scientifiques ne devront plus seulement être orientées sur l'aspect environnemental et les impacts de l'exploitation sur l'écosystème. En y associant les industriels du secteur, il conviendra très vite de trouver les moyens d'extraire les minerais en réduisant l'impact sur les habitants des grands fonds. Les études devront donc être plus techniques, permettant d'apporter au politique des propositions de solutions concrètes pour autoriser le démarrage de l'activité, tout en respectant la directive européenne portant sur la stratégie du milieu marin et l'exploitation durable des ressources[119]. Une exploitation dans les ZEE française pourrait servir de test grandeur nature.

En outre, la France doit créer des synergies plus prononcées dans le secteur des nouvelles technologies en lien avec le milieu profond. A l'image des Pôle Mer en Bretagne et Méditerranée, il faut que des projets réunissent de nombreux acteurs autour de la table. L'AUV profond du projet CORAL, réunissant des grands industriels, des PME et des start-up, sous la direction de l'Ifremer, est un exemple de réussite. D'autres projets doivent être menés sur ce modèle.

Enfin, afin de favoriser l'émergence d'une filière d'extraction de minerais par grands fonds en France, il est nécessaire de travailler avec des acteurs industriels solides, compétant dans les domaines miniers et profonds, comme Eramet, Areva mines, ou Technip. Une coopération entre acteurs privés et acteurs étatiques permettra, à moyen terme de faire converger les courbes de la connaissance scientifique et de l'avancée technologique.

3.3.3. Disposer de moyens militaires efficaces pour défendre les ZEE et protéger les liaisons sous-marines d'intérêts.

Les moyens militaires français ne sont pas dimensionnés pour assurer de manière efficace la surveillance des richesses des grands fonds marins et la sécurité des communications transitant par les câbles immergés.

Assurer la souveraineté nationale dans les ZEE françaises doit être une priorité. Malgré les efforts entamés pour renouveler le parc des patrouilleurs outre-mer, avec les programmes B2M en cours et BATSIMAR à venir, les moyens affichés sont insuffisants au regard de la tâche à accomplir. Le livre blanc de 2013 prévoit ainsi une quinzaine de patrouilleurs, et des avions de patrouille maritime pour surveiller le domaine de la France. L'intérêt des richesses halieutiques ou minérales des ZEE n'y est que très succinctement décrit[120], sans qu'une

[119] Directive n°2008/56/CE du 17006/08 établissant un cadre d'action communautaire dans le domaine de la politique pour le milieu marin (stratégie pour le milieu marin)
[120] Livre blanc, défense et sécurité nationale, 2013, page 50

directive claire y soit mentionnée. A l'horizon 2025, le nombre de frégates de surveillances et de patrouilleurs passera de 24 à 18.

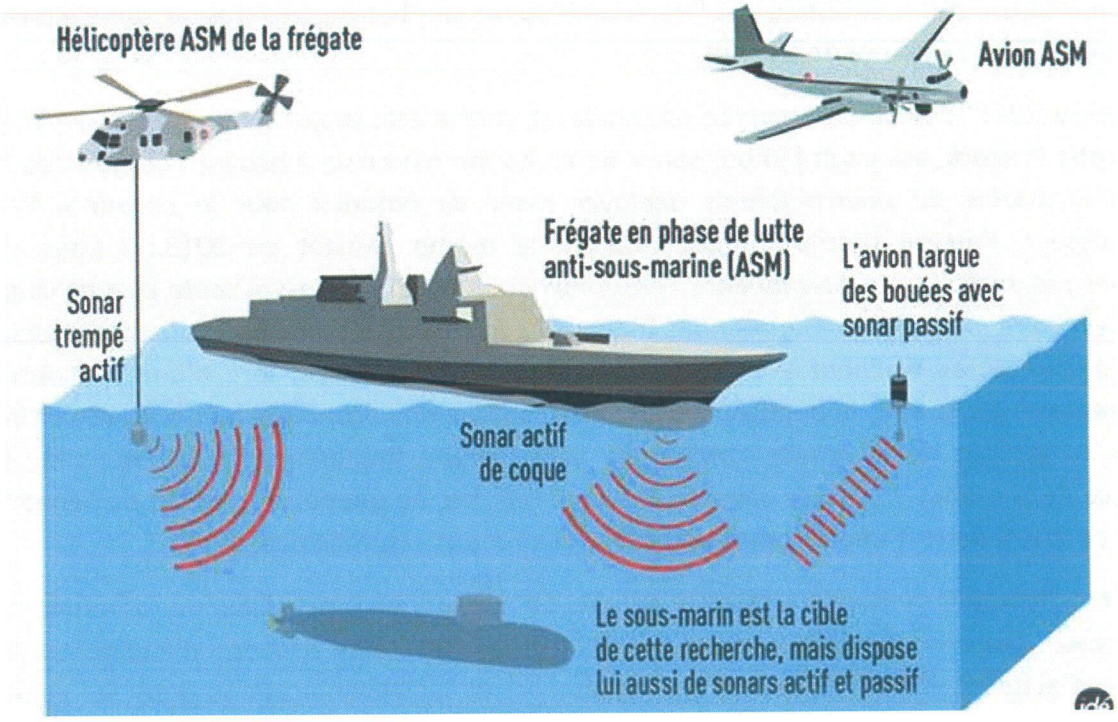
En octobre 2017, devant l'assemblée nationale, le chef d'état major de la marine, l'amiral Christophe Prazuck, assumait l'impuissance de la marine nationale à couvrir l'étendue de la ZEE : « *la marine ne pourra jamais déployer assez de bateaux pour la couvrir* ». Son prédécesseur, l'amiral Bernard Rogel, réalisait le même constat en 2013 : « *Nous ne pourrons pas surveiller en permanence l'ensemble de notre ZEE qui représente plus de vingt fois le territoire métropolitain, mais nous tâchons de la contrôler au mieux, notamment pour éviter que d'autres viennent y exploiter ses richesses* ». En 2016, lors d'une rencontre parlementaire sur la mer, le député Arnaud Leroy, chargé de l'économie bleue, marquait les esprits en parlant de la France comme de la deuxième impuissance maritime, tant la présence de la marine française dans les ZEE était réduite. De même, un rapport du Sénat[121] datant de 2014, parle d'une responsabilité insuffisamment assumée dans les ZEE.

Il est vital d'équiper la marine nationale de plus de moyens en patrouilleurs et aéronefs de surveillance. Les récentes découvertes en ressources minérales risquent d'augmenter le nombre d'activités illicites dans les ZEE délaissées, et les revendications dans les zones contestées. Afin d'optimiser les coûts et de rentabiliser les sorties des navires, le repérage pourrait être effectué par drone ou par satellite, afin d'orienter les patrouilleurs sur des bâtiments suspects.

La protection des câbles sous-marins doit être désormais intégrée dans le contrat opérationnel des armées. Pour contrer la menace d'une action malveillante, il convient de posséder deux composantes : la lutte anti-sous-marine, dissuasive et permettant de repérer l'activité suspecte d'un sous-marin, et une composante d'intervention sous la mer par grande profondeur permettant d'assurer un contrôle des installations.

La France dispose de moyens efficaces de lutte anti-sous-marine (ASM). Plusieurs outils complémentaires sont mis en œuvre : des bâtiments de surfaces équipés de SONAR actifs, des avions de patrouille maritime et des hélicoptères spécialisés dans ce domaine, ainsi que des sous-marins. Des opérations préventives de ces unités sont régulièrement menées près des approches françaises pour réduire les capacités des sous-marins étrangers, russes en particulier.

[121] Rapport n°430 (2013-2014), Jean-Etienne Antoinette, Joel Guerriau, et Richard Tuheiava, fait au nom de la Délégation sénatoriale à l'outre-mer, déposé le 9 avril 2014



Les moyens de surveillance ASM

Les moyens français permettant de vérifier une installation par grande profondeur, notamment en cas de suspicion d'une activité à proximité d'un câble, sont aujourd'hui très limités. La marine nationale met en œuvre des ROV jusqu'à 2000 mètres, alors que les câbles descendent à plus de 3000 mètres de fonds. De plus, la surveillance d'une zone par un véhicule de type ROV est chronophage, l'inspection étant réalisée en visuel à une vitesse très réduite, et donc de manière incertaine. Il est vital pour la marine de s'équiper d'AUV grands fonds dotés de SONAR multifaisceaux, et de ROV atteignant au minimum les 4000 mètres, afin de pouvoir réaliser la mission surveillance de câble en autonomie. La sensibilité des missions et le régime d'alerte des systèmes ne permet pas de requérir à du matériel civil, non disponible sous faible préavis. Un rapport britannique sur le risque des câbles sous-marins[122] suggère que l'OTAN se prépare à cette menace, plus pesante aujourd'hui que jamais, avec des technologies adaptés. Il recommande de défendre ces infrastructures comme sont défendues les énergies, les bases industrielles sensibles, ou les réseaux de transports. Des exercices OTAN d'envergures pourraient être menés sur ce thème, ce qui devrait permettre, en plus de réfléchir à une doctrine pour contrer la menace, de dissuader des actions malveillantes.

La France doit conserver une marine de projection, tout en assurant la mission de dissuasion et la surveillance du territoire. Les enjeux des ressources minérales profondes et les différents intérêts des espaces marins pourraient conduire, à terme, à une intensification des tensions entre nations. Il n'est pas à exclure que, dans un horizon plus ou moins lointain, certains pays choisissent de ne pas respecter les organisations internationales telle que

[122] Undersea Cables, Rishi Sunak MP, 2017, Policy Exchange

l'AIFM. Le pillage des ressources des ZEE, comme cela est déjà le cas pour la pêche hauturière, pourrait alors prendre une toute autre dimension s'il concerne les ressources minières.

Conclusion

Les enjeux économiques, militaires, et scientifiques des grands fonds sont considérables.

La France, disposant d'espaces profonds dans les trois océans et d'un savoir-faire important, possède tous les atouts pour être un acteur majeur dans le domaine des abysses. Sa politique publique doit être pleinement axée dans ce but, en créant des partenariats étroits entre les services de l'Etat et les entreprises. Il convient de favoriser l'émergence d'une filière industrielle d'excellence, créatrice d'emplois, d'innovations technologiques, et de richesses.

La France doit également prendre en compte l'aspect sécuritaire afin de surveiller ses ressources et de protéger ses intérêts.

Il est essentiel de contrôler l'immense richesse des ZEE avec une flotte moderne et efficace, en adéquation avec la surface à surveiller. Dans les grands fonds, les câbles sous-marins représentent une menace s'ils venaient à être endommagés ou espionnés. Les moyens anti-sous-marins doivent assurer une surveillance dissuasive de ce réseau névralgique et, en cas de suspicion, des AUV grands fonds doivent être acquis afin de localiser des éventuels dispositifs d'écoute ou de sabotage.

Si la croissance mondiale continue ainsi, l'humanité ne pourra se passer des ressources minérales se trouvant dans les abysses. De même, si le choc des énergies renouvelables et non carbonées n'a pas lieu, il est fort probable que le *deep offshore* devienne le premier moyen de production de gaz et de pétrole.

Cette nouvelle ruée vers l'or présente deux risques majeurs.

Les écosystèmes profonds sont fragiles, et l'impact d'une exploitation massive non raisonnée leur serait fatal. La destruction du biotope et des habitants des abysses aurait une conséquence non négligeable pour l'humanité, la recherche médicale espérant beaucoup de ces organismes. La création d'aires marines protégées autour des zones denses en biodiversité semble aujourd'hui la seule solution pour préserver l'écosystème des grands fonds.

Des tensions internationales, source de conflits, peuvent apparaitre par les enjeux que représentent les grands fonds marins. Cet espace stratégique, accessible à ceux qui se donnent les moyens d'y aller, ne risque-t-il pas de devenir un espace géostratégique, avec une logique de conquête et de domination territoriale ? « *La politique d'un état est dans sa géographie* » disait Napoléon. Avec un monde de plus en plus multipolaire, seul le respect des conventions internationales permettra de coordonner et de réduire les effets de la future exploitation de ce nouvel Eldorado. Dans ce contexte, l'autorité internationale des fonds marins (AIFM) aura un rôle majeur à jouer dans l'avenir.

La France a les moyens d'être un exemple dans l'industrie durable des ressources marines profondes, à l'intérieur de ces ZEE et en dehors, et peut ainsi montrer la voie de la délicate conciliation entre l'exploitation des ressources et la préservation de ce patrimoine commun de l'humanité.

Bibliographie

Alain FUNCHS (CNRS), François Jacq (Ifremer) (Sous la dir.). Impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes, Expertise scientifique collective, rapport CNRS, Ifremer, juin 2014.

Camille MOREL. Les câbles sous-marins : un bien commun mondial ?. Etudes revues de culture contemporaine. Ed. S.E.R, mars 2017.

Contre-amiral Thierry ROUSSEAU (Sous la dir.). Abysses, Etudes marines, n°8, juin 2015.

Livre blanc, défense et sécurité nationale. Ed : la documentation française, 2013.

Livre bleu, stratégie nationale pour la mer et les océans, sécrétariat général pour la mer, sous la direction du premier ministre, décembre 2009.

Michel HOFFERT. Les nodules polymétalliques, Une extraordinaire aventure minière et scientifique sous-marine. Ed Vuibert, mars 2008.

Pierre-Yves Le Meur, Pierre Cochonat, Carine David, Vincent Geronimi, Sarah Samadi. Les ressources minérales profondes en Polynésie française / Deep-sea mineral resources in French Polynesia, Expertise collégiale, Ed IRD, mars 2017.

Rapport d'information du Sénat, N°430. Les ZEE ultramarines, avril 2014.

Rapport d'information du Sénat, N°560, La nécessaire modernisation de la dissuasion nucléaire, mai 2017.

Rishi SUNAK MP. Undersea Cables, Policy Exchange, 2017.

Stratégie nationale relative à l'exploration et à l'exploitation minière des grands fonds marins, sous la direction du premier ministre, approuvée en comité interministériel de la mer du 22 octobre 2015.

Yves FOUQUET et Denis LACROIX (Sous la dir.). Les ressources minérales marines profondes, Etude prospective à l'horizon 2030. Ed Quae, 2012.

Lexique

AIFM : autorité internationale des fonds marins ;

ANDRA : agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ;

AUV : autonomous underwater vehicle, véhicule sous-marin autonome ;

CEPHISMER : cellule plongée humaine et intervention sous la mer, entité militaire rattachée à la force d'action navale ;

CLPC : commission des limites du plateau continental ;

CNRS : centre nationale de recherche scientifique ;

CNUDM : convention des nations unis sur le droit de la mer ;

Deep offshore : forage profond, au delà de 1500 mètres sous la surface des mers et des océans ;

EXTRAPLAC : programme français d'extension du plateau continental ;

IFREMER : institut français de recherche pour la mer ;

ROV : remotely operated vehicle, véhicule téléopéré ;

SNA : sous-marin nucléaire d'attaque ;

SNLE : sous-marin nucléaire lanceur d'engins ;

TIDM : tribunal international du droit de la mer.