



**MINISTÈRE
DES ARMÉES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

STRATÉGIE MINISTÉRIELLE DE MAÎTRISE DES FONDS MARINS

RAPPORT DU GROUPE DE TRAVAIL

FÉVRIER 2022



Quels sont les secrets des fonds marins ? Du mythe de la cité perdue d'Atlantide aux fables de monstres marins, ils ont alimenté des siècles de légende ; des premières explorations océanographiques au XIX^{ème} siècle aux découvertes de la faune abyssale, ils n'ont cessé de surprendre la communauté scientifique. En 2022, nos connaissances des fonds marins – qui couvrent les deux tiers de la planète – demeurent limitées et beaucoup moins riches que celles que nous avons sur notre environnement spatial immédiat.

Or, si les fonds marins conservent encore de nombreux mystères, nous savons très bien qu'ils s'affirment désormais comme un nouveau lieu de la compétition stratégique. La Revue stratégique, demandée en 2017 par le Président de la République, et son actualisation en 2021 ont mis en lumière les tensions qui s'y opèrent, les imbrications entre politiques de puissance et logiques du fait accompli.

Les profondeurs marines s'apparentent à des terres de conquête où s'expriment des stratégies ambiguës et hybrides. Derrière les projets d'exploitation économiques multiformes, étatiques comme privés, tant dans les domaines de l'énergie, de l'extraction des ressources minérales, gazières et fossiles, il y a aussi la volonté de contrôler les nouvelles routes de communication. Les câbles sous-marins, qui transportent la quasi-totalité du flux internet, sont en particulier au cœur des convoitises : à l'été 2021, un navire océanographique a, à nouveau, été aperçu au large de l'Irlande, alors qu'il opérait à proximité de câbles qui relient l'Europe aux États-Unis.

Cette compétition conduit les acteurs, États et compagnies privées, à affirmer des ambitions nouvelles. Avec la deuxième zone économique exclusive au monde, la France ne peut rester sur le rivage, observant de loin ce qui se déroulerait dans ce champ d'action. Au contraire, nous devons agir.

Pour protéger nos intérêts et garantir la liberté d'action de nos forces, pour en saisir les opportunités en appui de notre autonomie stratégique, nous nous dotons d'une stratégie de maîtrise des fonds marins. Comme nous l'avons fait pour le cyber ou l'espace, cette stratégie tire parti des opportunités technologiques, industrielles comme des coopérations avec nos partenaires les plus proches pour mieux connaître, surveiller et agir, vers, depuis et sur les fonds marins.

Alors que le Président de la République a fait des fonds marins l'un des dix objectifs stratégiques du plan « France 2030 », le ministère des Armées entend contribuer pleinement à la poursuite de cette ambition nationale. L'audace, l'innovation et la force de l'engagement de toute notre communauté de défense seront nos meilleures alliées pour faire de la maîtrise des fonds marins un domaine d'excellence pour la France.

Florence Parly,
Ministre des Armées



SOMMAIRE

SOMMAIRE	6
SYNTHESE	8
RECOMMANDATIONS	10
1 LES FONDS MARINS, UN ESPACE DE COMPETITION STRATEGIQUE	12
1.1 Le fond des mers : un environnement complexe et potentiellement conflictuel	12
1.1.1 Un espace hétérogène et encore méconnu	12
1.1.1.1 Des discontinuités physiques importantes	12
1.1.1.2 Des connaissances géophysiques encore parcellaires	13
1.1.2 Le statut juridique des fonds marins est devenu un enjeu international	14
1.1.2.1 La CNUDM préserve les intérêts des États côtiers	15
1.2 Les activités étatiques et économiques dans les fonds des mers se développent	16
1.2.1 Des activités multifformes	16
1.2.2 Un domaine technologique largement poussé par les activités commerciales et la recherche	17
1.3 Dans un contexte de résurgence de la compétition stratégique, les fonds marins constituent une extension de l'espace de compétition.....	18
1.3.1 Les grands compétiteurs s'emparent du sujet	18
1.3.2 De nouvelles ambitions apparaissent	20
1.3.2.1 Royaume-Uni	20
1.3.2.2 Australie	21
1.3.2.3 Inde	21
1.3.2.4 Japon	21
1.3.3 Un espace de plus en plus contesté	22
1.3.3.1 Un espace propice aux stratégies hybrides	22
1.3.3.2 Une grammaire de l'« hybridité sous-marine ».....	22
1.4 La protection de nos intérêts stratégiques et la liberté d'action de nos forces pourraient être engagées	23
1.4.1 Les menaces sur les installations sous-marines stratégiques se multiplient.....	23
1.4.1.1 Câbles sous-marins de télécommunication	23
1.4.1.2 Autres infrastructures sous-marines	25
1.4.2 La liberté d'action de nos forces pourrait être compromise	25
1.4.2.1 Dans nos approches maritimes	25
1.4.2.2 Dans nos espaces de déploiement	26
1.4.3 La protection des intérêts industriels et militaires pourrait être remise en question.....	26
1.5 L'avenir des fonds marins, entre compétition et contestation	26
2 UNE AMBITION DE MAÎTRISE DES FONDS MARINS POUR PROTEGER NOS INTERETS STRATEGIQUES	29
2.1 Etendre la maîtrise des espaces maritimes à celle des fonds marins pour garantir la liberté de nos forces	30
2.1.1 Connaître le fond des mers	30
2.1.1.1 Améliorer notre connaissance de la bathymétrie et de la gravimétrie.	30
2.1.1.2 Mieux caractériser la réponse du milieu	31
2.1.2 Surveiller le fond des mers et l'espace sous-marin.....	32
2.1.2.1 Surveiller les fonds marins et les infrastructures sous-marines sensibles....	32
2.1.2.2 Surveiller l'espace océanique depuis les fonds marins	33

2.1.3	Agir sur, depuis et vers les fonds marins	34
2.1.3.1	Elargir notre capacité à intervenir sous la mer	34
2.1.3.2	Développer nos capacités d'action en milieu contesté	34
2.1.4	Exploiter davantage les opportunités contenues dans le cadre juridique actuel	35
2.1.4.1	Soutenir la CNUDM face aux tentatives d'instrumentalisation	35
2.1.4.2	Adapter le cadre juridique national à nos ambitions	35
2.2	Saisir les opportunités permettant de consolider notre autonomie stratégique	36
2.2.1	Tirer parti des ruptures technologiques et d'usage	36
2.2.2	Faire de la maîtrise des fonds marins un domaine d'excellence pour la France.....	38
2.2.2.1	Développer les compétences de la BITD	38
2.2.2.2	Développer des partenariats avec des opérateurs civils	39
2.2.3	Développer nos partenariats avec l'étranger	39
2.2.3.1	Les coopérations existantes	39
2.2.3.2	Les coopérations envisageables	40

3 FEUILLE DE ROUTE **41**

3.1	Intégrer la maîtrise des fonds marins dans notre stratégie de défense	41
3.1.1	Les opérations militaires de maîtrise des fonds marins	41
3.1.1.1	Définition	41
3.1.1.2	Cadre d'emploi	41
3.1.1.3	Connaître les fonds marins	41
3.1.1.4	Surveiller les fonds marins et l'espace océanique	42
3.1.1.5	Agir sur, depuis et vers les fonds marins	42
3.1.2	Préciser la doctrine	43
3.1.2.1	La spécificité des fonds marins	43
3.1.2.2	Rédaction du corpus doctrinal	43
3.1.3	Anticiper et analyser la menace	44
3.2	Définir la gouvernance de la réponse	44
3.2.1	Etablir au sein du ministère des Armées une gouvernance transverse pour la maîtrise des fonds marins, garantissant visibilité et cohérence	44
3.2.2	Assurer le suivi du domaine par une coordination efficace et inclusive	44
3.3	Préparer les capacités nécessaires à notre ambition	45
3.3.1	Cohérence avec les programmes existants	45
3.3.1.1	CHOF	45
3.3.1.2	SLAMF	46
3.3.2	Développement de capacités nouvelles	46
3.3.2.1	Lancement d'une démarche capacitaire	46
3.4	Consolider l'expertise en matière de maîtrise des fonds marins	47
3.4.1	Honorer le besoin	48
3.4.2	Générer la compétence	48
3.4.3	Susciter l'émulation grâce à des partenariats	49

LISTE DES ANNEXES	50
ANNEXE 1 – LISTE DES ENTRETIENS ET VISITES	51
ANNEXE 2 – GLOSSAIRE	52



SYNTHÈSE

Longtemps réservée à des pays pionniers comme la France et à certaines puissances militaires, la capacité à accéder aux fonds marins s'est désormais élargie à un nombre croissant d'acteurs, sous l'impulsion notamment des secteurs de l'extraction *offshore*, de l'énergie et de la distribution, et de celui – en pleine expansion – des câbles sous-marins de communication. L'analyse des différentes activités se déroulant sur les fonds des mers – qu'elles soient de nature militaire, économique, ou scientifique – met ainsi en exergue une volonté de plus en plus forte de maîtriser cet espace, avec des ambitions qui se croisent, s'appuient, mais aussi parfois se confrontent.

La France dispose d'une expertise historique en matière d'opérations sous-marines et d'intervention sous la mer. Néanmoins, le dynamisme et la détermination manifestés par certains compétiteurs stratégiques en matière d'action dans les grandes profondeurs, combinés à l'émergence de technologies nouvelles dans les domaines de la robotique sous-marine, de l'énergie embarquée et de l'intelligence artificielle, nous conduisent à revisiter notre approche concernant la place des fonds marins dans notre stratégie de défense.

Alors que l'ambition française pour les grands fonds marins se voit confortée par le plan d'investissement « France 2030 », il convient de se préparer à relever les défis afférents à cet espace de plus en plus contesté. C'est l'objet de cette stratégie ministérielle qui, constatant une extension désormais avérée de la conflictualité aux fonds marins, propose une ambition à la hauteur des enjeux, et une feuille de route associée.

Environnement discontinu, complexe, hostile pour l'homme et peu accessible, les fonds marins restent encore largement méconnus ; moins d'un cinquième de la topographie sous-marine est déterminée avec précision tandis que plus des trois quarts des fonds marins se situent à des profondeurs de plus de 3000 mètres où la pression dépasse de 300 fois celle de l'atmosphère en surface. De même, selon les classifications de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM), le statut juridique des fonds marins n'est pas uniforme, réservant notamment une place particulière à la zone internationale des fonds marins – la « Zone » – définie comme patrimoine commun de l'humanité. Enfin, alors qu'il est le cadre d'une activité duale, cet espace apparaît propice à l'expression de stratégies hybrides, avec des difficultés à y détecter et à y imputer les actions.

Les activités étatiques et privées s'y développent, qu'il s'agisse de l'extraction pétrolière et gazière, du marché des câbles sous-marins et de l'exploration des grands fonds à des fins d'exploitation des ressources minérales. Ces activités multiformes s'accompagnent d'innovations technologiques toujours plus poussées, avec un marché de drones et de robotique sous-marine en plein essor. En contrepoint, les ambitions des grands compétiteurs stratégiques au sein de cet espace se renforcent.

Dans un contexte marqué par une intrication de plus en plus poussée entre logiques de puissance, politiques de fait accompli et volonté de captation des ressources, la liberté d'action de nos forces et la protection de nos intérêts pourraient désormais se voir menacées, appelant *de facto* l'affirmation d'une ambition renouvelée.

La réponse à ces différents défis passe par une ambition nationale forte, visant à garantir notre liberté d'action et à renforcer notre autonomie stratégique en tirant parti des opportunités technologiques, industrielles et des coopérations afférentes.

Face à des modes d'actions divers, évolutifs et duaux, la garantie de la liberté d'action de nos forces passe tout d'abord par la nécessité d'étendre la maîtrise de l'espace maritime aux fonds marins. Il s'agit à cet égard d'afficher notre détermination à connaître, surveiller et agir. Les zones pour lesquelles ce triptyque sera recherché comprendront en priorité la mer territoriale, la Zone Economique Exclusive (ZEE) française et toute zone présentant un intérêt opérationnel. Dans ce cadre, il apparaît nécessaire d'accroître nos capacités à surveiller et agir jusqu'à 6 000 m de profondeur. Les efforts devront notamment porter sur l'amélioration de notre connaissance du milieu sous-marin, ainsi que sur l'élargissement de nos capacités d'information et d'action vers les grandes profondeurs et en milieu contesté. Enfin, il conviendra de consolider notre stratégie par une posture juridique soucieuse du respect du droit international, tout en adaptant le cadre juridique national aux enjeux à venir.

La maîtrise des fonds marins devra également nous permettre de consolider notre autonomie stratégique en saisissant les opportunités technologiques, industrielles et de coopération afférentes à ce nouveau



domaine. Il s'agira pour cela de tirer parti des ruptures technologiques dans le domaine des véhicules sous-marins autonomes et de la robotique sous-marine. Cet effort s'accompagnera d'actions destinées à encourager et guider les travaux de développement d'une Base industrielle et technologique de défense (BITD) française qui devra être à même d'honorer le besoin. De même, l'établissement de coopérations ciblées avec certains de nos partenaires les plus proches appuiera notre capacité à répondre à ces enjeux stratégiques.

Cette ambition se décline à travers une feuille de route permettant d'orienter et d'appuyer notre capacité à maîtriser les fonds marins, selon une logique d'efficacité opérationnelle et de juste besoin. Le premier axe de cette feuille de route comprend la pleine intégration de la thématique des fonds marins dans notre stratégie de défense, ce qui nécessite notamment de préciser la nature des opérations associées. Définies comme l'ensemble des opérations conduites vers, depuis et sur les fonds marins et associant des systèmes pouvant opérer de manière autonome ou en réseau, les Opérations de maîtrise des fonds marins (OMFM) s'articuleront autour des trois fonctions connaître, surveiller et agir, avec un spectre d'emploi s'étendant des opérations hydro-océanographiques, à des opérations d'intervention et d'action sous la mer, en passant par des missions de surveillance. A cet égard, la doctrine sera précisée en poursuivant le processus d'intégration de la maîtrise des fonds marins dans le *corpus* actuel. De même, l'anticipation et l'analyse de la menace susceptible de porter atteinte aux intérêts nationaux et à la liberté d'action de nos forces, s'appuieront sur les capacités de renseignement du ministère des Armées, selon des orientations spécifiques.

Le deuxième axe définit la gouvernance associée. Le pilotage général sera suivi par le groupe de travail créé à l'occasion de la rédaction de cette stratégie ministérielle. Organisé autour des grands acteurs du sujet que sont l'État-major des Armées (EMA), l'État-major de la Marine (EMM), la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS), la Direction générale de l'armement (DGA), la Direction des affaires juridiques (DAJ), l'Agence de l'innovation de défense (AID), la Direction de la protection des installations, moyens et activités de la défense (DPID), le Service hydrographique et océanographique de la Marine (SHOM) et les services de renseignement, ce comité continuera à animer plusieurs groupes de travail orientés sur les six piliers de la DORESE¹. Des entités et organismes extérieurs au ministère pourront être associés selon la nature des sujets. Les résultats de ces travaux seront présentés annuellement au niveau ministériel. Enfin, la Marine mettra en place une structure dédiée qui, placée sous la direction d'une autorité de coordination, permettra de répondre au double objectif de visibilité et de cohérence. Le troisième axe vise à préparer les capacités nécessaires aux ambitions exprimées. Il comprend un travail de recherche de cohérence avec les programmes et opérations d'armements existants ou en devenir, déjà parties prenantes de la maîtrise des fonds marins (CHOF [Capacité Hydrographique et Océanographique Future] et SLAMF [Système de Lutte Anti-mines du Futur]), ainsi que le développement de capacités nouvelles. Une double démarche capacitaire sera menée comprenant l'obtention d'une première capacité exploratoire, suivie d'une construction capacitaire incrémentale visant à mettre en œuvre – à horizon 2025 – des premiers AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) et ROV (*Remotely Operated Underwater Vehicle*) pouvant opérer jusqu'à 6 000 m.

Le quatrième axe s'attache à consolider l'expertise en matière de maîtrise des fonds marins afin de garantir l'atteinte de l'ambition affichée. A cet égard, il s'agira d'identifier les besoins en ressources humaines nécessaires, de générer la compétence grâce à une formation et des parcours professionnels adaptés, mais aussi de susciter l'émulation grâce à des partenariats choisis. La constitution d'un pôle d'excellence sur la maîtrise des fonds marins permettra de stimuler le développement de ce nouveau domaine, selon une logique d'enrichissement croisé des expertises et des savoir-faire dans un domaine dual et propice à l'innovation.

En pleine intégration avec les travaux déjà conduits dans un cadre interministériel, cette stratégie ministérielle de maîtrise des fonds marins affiche ainsi une ambition renouvelée. Dans un contexte marqué par une résurgence de la compétition stratégique, elle vise à donner à nos armées, directions et services la pleine maîtrise d'un espace appelé à être au cœur de nos grands enjeux stratégiques.

¹ Doctrine, Organisation, Ressources humaines, Equipements, Soutien, Entraînement

RECOMMANDATIONS

UNE AMBITION DE MAÎTRISE DES FONDS MARINS POUR PROTEGER NOS INTERETS STRATEGIQUES	
R2-1	Soutenir l'innovation en matière de développement des capteurs embarqués sur les drones et les ROV profonds.
R2-2	Accélérer les études sur les grandeurs physiques permettant de détecter des installations sous-marines.
R2-3	Préciser les modes particuliers de propagation acoustique ultra basse fréquence.
R2-4	Accroître nos capacités de recherche, de surveillance et d'intervention sous la mer pour répondre aux exigences liées à la préservation de la liberté d'action de nos forces, dans des zones pouvant aller jusqu'à 6000 m.
R2-5	Poursuivre l'analyse des moyens de déploiement des véhicules sous-marins de surveillance afin d'élargir l'éventail des options militaires : aéro-transportabilité, bâtiments de combat, sous-marin, etc.
R2-6	Faire de la CEPHISMER un pôle de compétences apte à mettre en œuvre une capacité militaire complémentaire de SLAMF pour les profondeurs supérieures à 300 m.
R2-7	Faire aboutir le projet de révision de la réglementation nationale relative à la pose des câbles sous-marins (régimes d'autorisation dans la mer territoriale et de notification dans la ZEE).
R2-8	Intégrer le volet lié à l'encadrement des activités des « navires autonomes / drones maritimes » dans les réglementations des représentants de l'État en mer.
R2-9	Définir par arrêté du Premier ministre les zones relevant de la protection des intérêts de la défense nationale au titre de la recherche scientifique marine.
R2-10	Accompagner le développement de la BITD sur la maîtrise des capacités sensibles, en tirant tout le bénéfice des solutions développées pour les besoins civils et en cohérence avec le plan France 2030.



FEUILLE DE ROUTE	
R3-1	Poursuivre le processus d'intégration de la maîtrise des fonds marins dans le <i>corpus</i> doctrinal.
R3-2	Maintenir le groupe de travail ministériel créé à l'occasion de la rédaction de cette stratégie en l'ouvrant, selon les besoins, aux autres organismes et ministères participant à la maîtrise des fonds marins. Il aura vocation à s'assurer du bon suivi du domaine sous le spectre DORESE, selon une logique de visibilité, d'efficacité et de cohérence globale. Il rendra compte annuellement au niveau ministériel.
R3-3	Définir le format en ressources humaines nécessaire aux ambitions proposées à court et moyen termes en matière de recherche et d'intervention sous la mer. Ce travail nécessitera de bien cartographier l'état des lieux des compétences déjà détenues, afin d'initier une dynamique de génération de compétences viable et adaptée aux besoins.
R3-4	Etablir un bilan précis des compétences existantes, identifier les voies de recrutement et de formation possibles afin de définir les parcours professionnels adaptés à la mise en œuvre des capacités nouvelles appelées par la maîtrise des fonds marins : mise en œuvre et maintenance des engins sous-marins autonomes et télé-opérés, plongée à saturation, connaissance fine de l'environnement sous-marin, détection sous-marine dans la gamme des ultra basses fréquences, gestion et traitement des données de masse.
R3-5	Identifier et sélectionner dans les domaines de la recherche, de l'enseignement, et de l'industrie les partenaires volontaires pour la constitution d'un pôle d'excellence « grands fonds marins » de portée nationale, et instruire sa mise en place.

1 LES FONDS MARINS, UN ESPACE DE COMPÉTITION STRATÉGIQUE

Le principe de la liberté des mers a longtemps prévalu, jusqu'à ce que leur territorialisation s'impose dans la seconde partie du XX^{ème} siècle. Les fonds marins n'échappent pas à cette logique d'appropriation, que ses visées soient économiques ou géopolitiques. Comme le souligne l'Actualisation Stratégique 2021, les « fonds marins deviennent [...] de plus en plus un terrain de rapports de force »¹. L'intérêt croissant qu'ils suscitent, leur caractère singulier, propre au développement de modes d'actions discrets, voire hybrides, commandent de s'efforcer d'y maîtriser les activités de toutes natures, pour préserver nos intérêts ou la liberté d'action de nos forces.

1.1 Le fond des mers : un environnement complexe et potentiellement conflictuel

1.1.1 Un espace hétérogène et encore méconnu

1.1.1.1 Des discontinuités physique importantes

D'une surface de près de 361 millions de km² et d'une profondeur moyenne de l'ordre de 3 800 m², les fonds sous-marins peuvent se répartir en deux grandes catégories : les marges continentales, qui comprennent le talus et le plateau (s'étendant sur une distance de quelques kilomètres à plusieurs centaines de kilomètres des côtes suivant les régions) et les bassins océaniques où sont atteintes de grandes profondeurs.

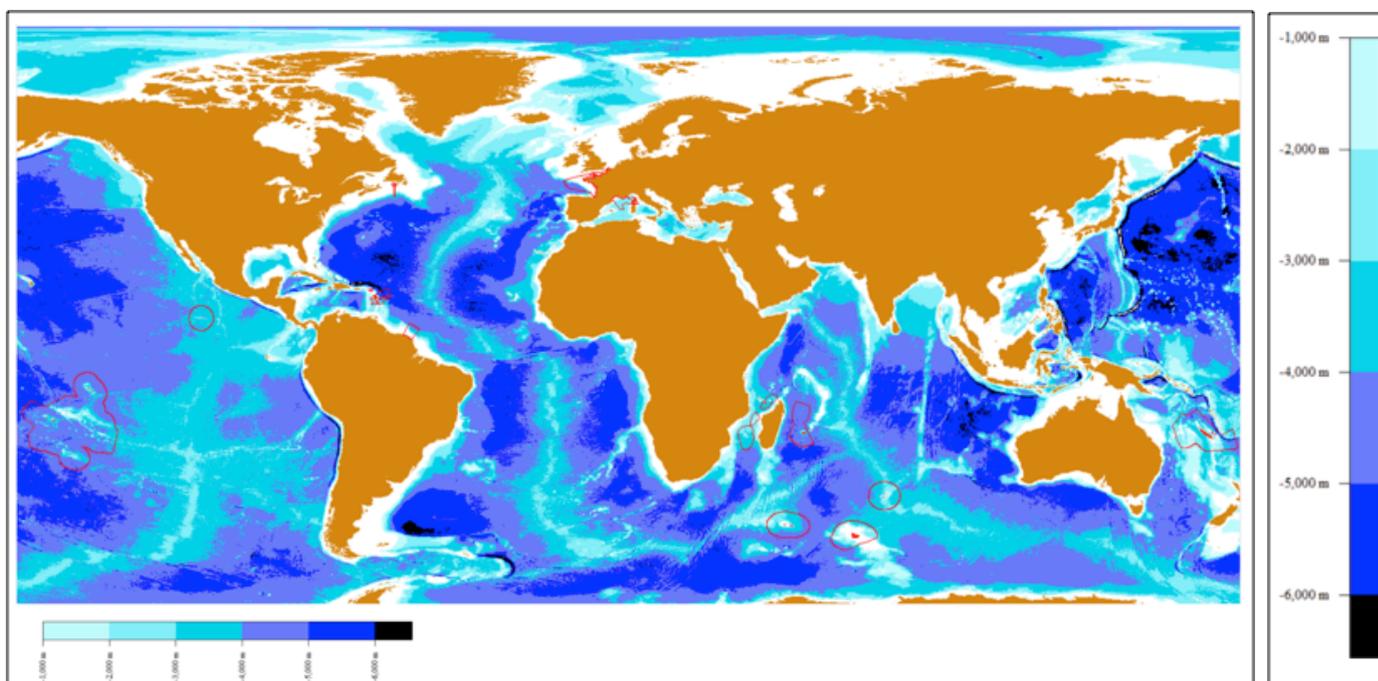


Figure 1 - Bathymétrie générale

¹ Actualisation Stratégique 2021 – DGRIS – DICOd – Bureau des Editions – Janvier 2021.

² 75% des fonds marins se situent à des profondeurs supérieures à 3000 m.

Cet espace sous-marin est caractérisé par une grande diversité bathymétrique et par des discontinuités environnementales importantes.

Les plaines abyssales peuvent atteindre des profondeurs de 5 000 à 6 000 m, le point le plus profond se situant dans l’océan Pacifique, à environ 11 000 m d’immersion, au niveau de la fosse des Mariannes. Des dorsales (chaînes de montagne) s’élèvent de 2 000 à 2 500 m au-dessus des plaines. Ces dorsales, au tracé sinueux et entrecoupées de failles, participent à l’expansion des croûtes océaniques et sont le siège d’une intense activité tellurique (séismes et volcanisme sous-marins). Leur partie haute est le plus souvent coupée de rifts, vallées étroites (de 20 à 30 km de largeur en moyenne) et profondes (de 1 à 2 km).

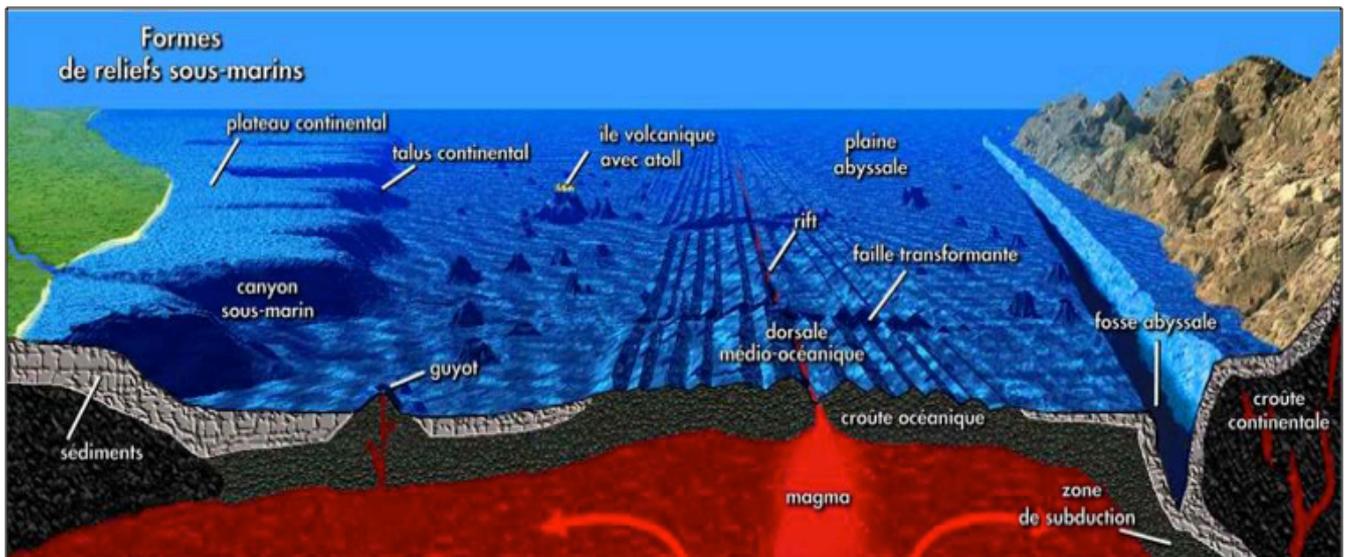


Figure 2 – Description des reliefs sous-marins

De part et d’autre de l’axe des dorsales, sur plusieurs centaines de kilomètres, les roches basaltiques sont pratiquement à l’affleurement, avec une couverture sédimentaire très réduite voire absente. A l’écart des dorsales, seuls les reliefs comme les volcans et monts sous-marins présentent des affleurements rocheux. En dehors de ces zones, les sédiments des grands fonds sont quasi exclusivement composés de particules fines (argiles détritiques et fragments organiques provenant de la chute des particules en suspension), les éléments les plus grossiers consistant en des débris volcaniques, nodules polymétalliques et blocs largués par les glaciers en période de fonte.

Les plateaux continentaux sont quant à eux recouverts de sédiments datant du dernier cycle glaciaire, dispersés et redistribués par la houle et les courants. Les sédiments vaseux se trouvent dans ce cas réduits aux zones de faible énergie.

1.1.2 Des connaissances géophysiques encore parcellaires

Les fonds marins sont encore mal connus : à peine 20% de la topographie des fonds marins a fait l’objet d’une mesure précise - même ponctuelle - par sondeur acoustique et seuls 2% des fonds marins sont connus avec une précision métrique³.

³ <https://www.mdpi.com/2076-3263/8/2/63/html>

Si les observations issues des satellites d'altimétrie⁴ peuvent permettre de réaliser la cartographie de reliefs sous-marins sur de grandes étendues, la résolution horizontale ainsi obtenue reste de l'ordre de plusieurs kilomètres. De même, du fait de la capacité limitée des systèmes d'observation optique et/ou laser embarqués sur moyens spatiaux et aériens à mesurer les reliefs sous-marins au-delà de quelques dizaines de mètres d'immersion, la connaissance de la bathymétrie des grands fonds marins s'établit principalement grâce à l'emploi de sondeurs multifaisceaux mis en œuvre depuis des moyens maritimes (bâtiments spécialisés, drones etc.), avec une précision de la mesure dépendant de l'immersion du porteur.

Enfin, la connaissance des paramètres géophysiques liés aux fonds marins (natures des fonds, hydrologie, courants marins, propriétés optiques et acoustiques, champs magnétique et de pesanteur, etc.) reste encore parcellaire car fortement tributaire d'une collecte des données réalisée *in situ*.

1.1.2 Le statut juridique des fonds marins est devenu un enjeu international

La convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM) du 10 décembre 1982 segmente les espaces maritimes en fonction de l'éloignement des côtes et de la morphologie des fonds marins : la mer territoriale (jusqu'à 12 milles marins des côtes) et la zone économique exclusive (jusqu'à 200 milles) concentrent l'essentiel des droits et prérogatives des États côtiers. Dans certains cas, une extension du plateau continental peut être consentie en fonction de conditions géophysiques (jusqu'à 350 milles). Au-delà de ces segmentations se trouve la zone internationale des fonds marins (communément appelée « la Zone »), patrimoine commun de l'humanité, recouverte par la haute mer.

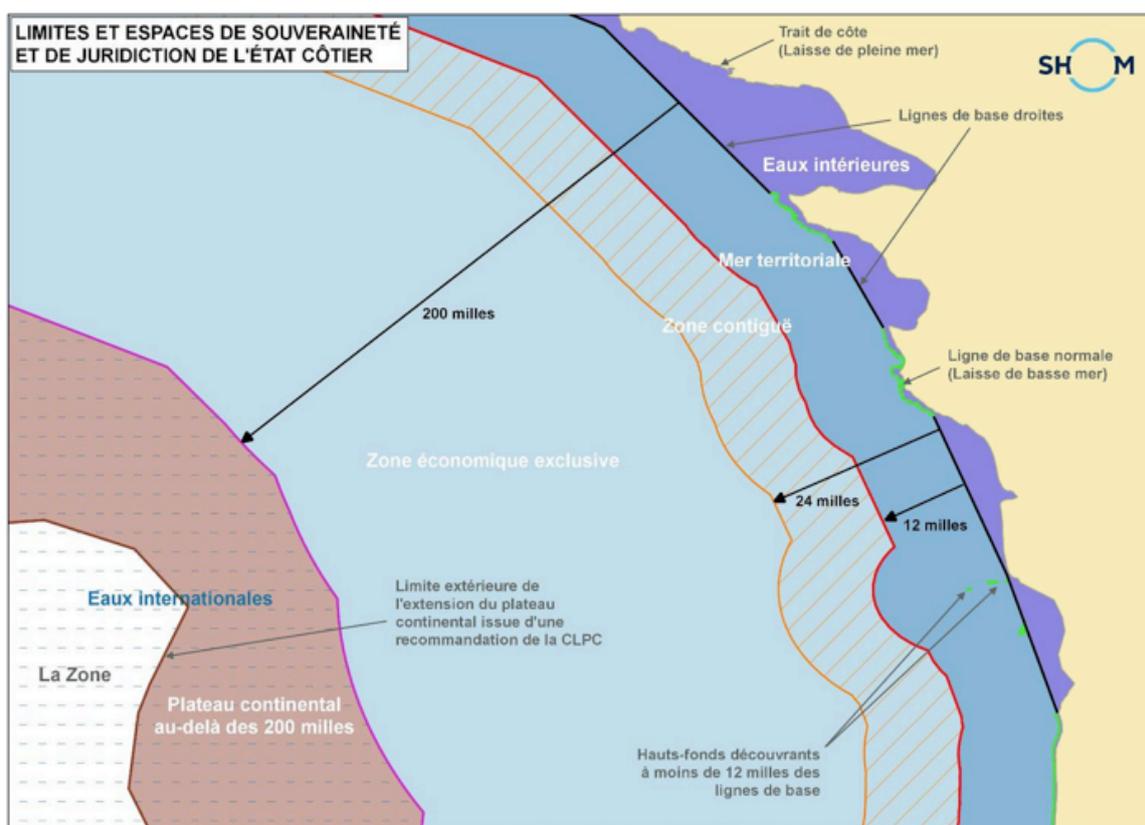


Figure 3 – Segmentation de l'espace maritime

⁴ Mesure des ondulations de surface issues des reliefs sous-marins.



1.1.2.1 La CNUDM préserve les intérêts des États côtiers

Dans la mer territoriale, la CNUDM permet à l'État côtier de réguler l'utilisation des fonds marins. Toute activité menée sur le sol ou dans le sous-sol de la mer territoriale telle que la pose de câbles sous-marins, les opérations de recherche scientifique marine (RSM) ou les levés hydrographiques, doit faire l'objet d'une autorisation préalable en droit interne.

Par ailleurs, si la CNUDM impose de garantir un droit de passage inoffensif aux navires étrangers, droit de passage non soumis à autorisation ou à notification préalable, celui-ci peut être suspendu, selon certaines conditions, pour des raisons indispensables à la sécurité dans certaines zones déterminées par l'État côtier⁵. De plus, bien qu'il ne puisse exercer sa juridiction sur un navire de guerre étranger, l'État côtier peut exiger la sortie du navire de ses eaux territoriales en cas d'inobservation de ses lois et règlements⁶. Enfin, certains actes sont incompatibles avec le droit de passage inoffensif, en particulier la collecte de renseignements au détriment de la défense ou de la sécurité de l'État côtier ainsi que les recherches ou levés hydrographiques, et plus généralement toute autre activité sans rapport direct avec le passage.

Il en va autrement dans la zone économique exclusive (ZEE). La CNUDM y reconnaît des droits souverains à l'État côtier pour l'exploration et l'exploitation du sol et du sous-sol à des fins économiques ou encore la conservation et la gestion des ressources naturelles. La juridiction de l'État côtier est également reconnue en matière de recherche sous-marine (RSM) et de mise en place d'îles artificielles, d'installations ou d'ouvrages. Mais ces prérogatives se limitent à des mesures « raisonnables » de protection s'agissant de la pose ou de l'entretien de câbles sous-marins ou pipelines par d'autres États. Plus largement, ces derniers jouissent des libertés de navigation, de survol, de pose de câbles et pipelines ainsi que la « liberté d'utiliser la mer à d'autres fins internationalement licites »⁷.

Enfin, la zone internationale des fonds marins dispose d'un statut particulier destiné à la protection de ce patrimoine commun de l'humanité⁸. À ce titre, les activités menées dans cet espace doivent être conduites dans « l'intérêt de l'humanité »⁹ à des fins exclusivement pacifiques. Son exploration et son éventuelle exploitation restent conditionnées à l'autorisation de l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM).

⁵ Article 19, CNUDM.

⁶ Article 19, CNUDM.

⁷ Article 58, CNUDM.

⁸ Articles 133 et suivants, CNUDM.

⁹ Article 140, CNUDM.

1.2 Les activités étatiques et économiques dans les fonds des mers se développent

1.2.1 Des activités multiformes

L'économie des océans devrait selon l'OCDE passer de 1 500 milliards de dollars en 2010¹¹ à 3 000 milliards de dollars à l'horizon 2030. Elle concernera plusieurs activités en rapport avec les fonds marins, qu'il s'agisse de l'exploration et de l'exploitation pétrolière et gazière, de l'utilisation des câbles sous-marins de communication à fibres optiques ou distribuant l'électricité produite en mer, et enfin de l'exploitation minière, pour l'heure encore balbutiante mais à fort potentiel théorique.

Les découvertes en eau profonde ont représenté en moyenne la moitié des volumes de pétrole et de gaz conventionnels découverts au cours des dix dernières années. Bien que l'activité d'exploration *offshore* ait fortement chuté depuis 2014¹², l'ampleur des réserves *offshore* découvertes et les estimations des ressources techniquement récupérables offrent des possibilités importantes de croissance de la production. La stabilité de ces exploitations, remise en question à l'apogée du *shale oil*, est fonction des variations du prix des matières énergétiques qui définit les seuils de rentabilité¹³. De nombreux analystes anticipent ainsi aujourd'hui un déplacement de la production *offshore* des pays développés vers les pays en voie de développement.

L'avenir de l'exploitation minière sous-marine est aujourd'hui tiraillé entre deux tendances contradictoires : la protection de la biodiversité dans les grands fonds et la contribution de certaines ressources minérales au développement de l'énergie propre et à la lutte contre le réchauffement climatique. Ainsi, d'une part, les partisans d'une préservation écologique du fond des océans tentent d'instaurer un moratoire via l'AIFM sur les zones exploitables situées hors ZEE des États mais leurs estimations ne font pas consensus dans la communauté scientifique. D'autre part, les objectifs de réduction des gaz à effets de serre et la nécessaire transition énergétique vont créer des besoins considérables en matière de minéraux comme le magnésium, le cobalt¹⁴, le nickel ou les terres rares qui servent notamment à la confection des batteries. Les milliards de nodules polymétalliques mais aussi les sulfures polymétalliques et encroûtements cobaltifères présents au fond des mers sont porteurs de ces ressources essentielles et il est estimé que la seule zone Clarion-Clipperton (CCZ) - qui s'étend du Mexique à Hawaï - contiendrait six fois plus de cobalt et trois fois plus de nickel que l'ensemble des réserves terrestres du monde. La pression accrue sur les gisements terrestres, les tensions géopolitiques affectant les chaînes d'approvisionnement globales, et les risques socio-économiques associés à certaines zones de production apparaissent comme autant d'arguments pouvant favoriser à terme l'exploitation minière des fonds marins, alors que certains obstacles juridiques pourraient prochainement s'éteindre¹⁵. Des limitations technologiques et de rentabilité économique peuvent *a contrario* prolonger le *statu quo* dans ce milieu¹⁶. Fin 2021, trente-et-un contrats d'exploration ont été délivrés par l'AIFM auprès de gouvernements, d'organismes publics et d'entreprises privées. Enfin, dans ce contexte, plusieurs études ont été menées afin d'identifier les impacts potentiels de l'extraction des minerais en eaux profondes sur les écosystèmes¹⁷. Alors qu'elles démontrent une prise en compte environnementale et que des négociations sont en cours pour élaborer un cadre juridique protecteur¹⁸, une approche globale d'équilibre entre ces deux tendances sera sans doute recherchée.

En matière de communications sous-marines, 99% des données numériques intercontinentales transitent par le réseau des câbles à fibres optiques situé au fond des mers et des océans. Si leur mise en place et leur exploitation étaient auparavant le fait de grands opérateurs de télécommunication, de nouveaux

¹¹ Cette estimation pourrait être revue à la baisse suite aux ralentissements économiques dus à la crise du Covid.

¹² Le nombre de plates-formes *offshore* actives est passé d'une moyenne de 320 en 2013 et 2014 à environ 220 à la fin de 2016 et il est resté à ce niveau depuis cette date.

¹³ En 2020, le seuil de rentabilité d'un baril était de 46\$. Le coût de production d'un baril en *offshore* profond a baissé de 16% entre 2018 et 2020.

¹⁴ La production de cobalt devra augmenter de 500 % d'ici à 2050 pour subvenir aux besoins de l'industrie des batteries.

¹⁵ Cette exploitation pourrait commencer plus tôt qu'anticipé après que le micro État de Nauru a déclenché la « règle des deux ans » en juillet 2021. Cette règle force l'AIFM à établir un cadre juridique dans les deux ans, délai après lequel l'activité minière pourra commencer et ce, sans considération pour le cadre juridique retenu.



acteurs dont les GAFAM investissent ce secteur et développent de nouveaux projets¹⁶. Ces câbles constituent aujourd'hui l'une des artères du système économique mondial et leur incapacité, même temporaire, pourrait avoir des effets majeurs sur les économies des pays concernés. Les câbles sous-marins ne se limitent pas aux seules communications et concernent également le transit d'énergie, qu'il s'agisse d'énergie éolienne *offshore*¹⁷ ou d'énergie hydrolienne ou marémotrice.

Enfin, le développement du tourisme maritime constitue un facteur de croissance des différentes activités humaines susceptibles de se dérouler dans les fonds marins, via notamment le développement d'une industrie liée aux vecteurs sous-marins à vocation touristique.

1.2.2 Un domaine technologique largement poussé par les activités commerciales et la recherche

Le marché des drones sous-marins était estimé à 1,5 milliard d'euros en 2021 et devrait atteindre 4,3 milliards d'euros en 2026, soit une augmentation de plus de 20 % par an sur la période. De tels développements ne manqueront pas d'accroître les activités humaines conduites dans les fonds marins. De même, les possibilités offertes par l'autonomisation des outils de mesure et de cartographie des sols marins seront de nature à révolutionner la connaissance scientifique et à favoriser l'extension des activités économiques dans ce milieu.

Le marché des systèmes sous-marins est aujourd'hui principalement dominé par des acteurs américains (40%)¹⁸, suivis par des acteurs européens¹⁹ (33%), avec plusieurs entités ayant un chiffre d'affaires supérieur à 3 milliards de dollars. 35% des entreprises européennes du secteur sont britanniques²⁰ et développent des activités complémentaires sur la presque totalité des segments des technologies sous-marines. L'Allemagne est le second plus important vivier d'acteurs européens²¹. Les acteurs japonais²², représentant 7% des acteurs mondiaux, sont *leaders* en Asie²³.

Le marché des bouées acoustiques est quant à lui dominé par des acteurs historiquement britanniques et américains.

Les instituts de recherche et universités chinois et américains représentent 51% des entités de recherche répertoriées et sont majoritaires dans les dix premières. Les trois premiers sont l'Académie des Sciences (Chine), l'Institut de technologie du Massachusetts (États-Unis) et l'Institut océanographique de Woods Hole (États-Unis). La part des publications Google Scholar des entités chinoises et américaines représente 76% du total des dix premières publications des entités.

Le nombre important de publications Google Scholar des entités de recherche chinoises du Top 10 s'intéressant aux technologies sous-marines (78 000 sur 220 090 publications) témoigne d'un réel intérêt de la recherche pour la thématique des fonds marins. La seconde université chinoise présente dans le classement est l'Université Polytechnique du Nord-Ouest (NWPU), institution référencée comme un acteur clé, dont les liens avec l'Armée populaire de libération chinoise sont étroits.

¹⁶ Des difficultés technologiques majeures persistent, notamment sur la remontée des minerais au niveau du navire de soutien.

¹⁷ Cf. la Stratégie nationale d'exploration et d'exploitation des ressources minérales dans les grands fonds marins (Rapport de Jean-Louis Levet au Secrétariat général de la Mer, juillet 2020).

¹⁸ En particulier, les négociations pourraient aboutir à la reconnaissance et à l'établissement d'Aires Marines Protégées (AMP) en haute mer que la France promeut déjà.

¹⁹ Par exemple le câble MAREA reliant les États-Unis à l'Espagne qui appartient à Facebook, Microsoft et Telxius et le câble DUNANT reliant la France aux États-Unis appartenant à Google.

²⁰ Le marché doit entrer en phase de commercialisation dans les 5 ans avec 4 types de technologies d'éoliennes flottantes.

²¹ Parmi lesquels Lockheed Martin, General Dynamics, Huntington Ingalls, Video Ray, Teledyne, Oceaneering L3Harris.

²² ECA, KongsbergKongsberg, Saab, Saipem, Technip FMC, BAE Systems, Deepocean.

²³ Dont Aleron Subsea, Msubs, AAE Technologies, Soil Machine Dynamics, SMD.

1.3 Dans un contexte de résurgence de la compétition stratégique, les fonds marins constituent une extension de l'espace de compétition

1.3.1 Les grands compétiteurs s'emparent du sujet

La démonstration du caractère potentiellement conflictuel du fond des mers ne serait pas complète sans un regard sur les ambitions et les programmes des grandes puissances militaires : États-Unis, Russie, Chine. Ceux-ci traduisent une conscience aiguë du caractère fondamental que revêt la maîtrise de cet espace.

La maîtrise des fonds sous-marins débute dans l'espace souverain. Dès les années 1950, les États-Unis ont déployé des réseaux fixes de détection sous-marine (SOSUS) le long de leur littoral, mais aussi à différents points stratégiques afin de prévenir toute intrusion de sous-marins soviétiques et d'en assurer la surveillance. Simultanément, l'Union soviétique a développé des systèmes fixes. La Chine, dont les forces sous-marines sont en pleine expansion, investit-elle aussi dans l'étude du milieu sous-marin.

Chacun de ces trois acteurs développe des programmes qui leur permettront d'étoffer leurs ordres de bataille et de disposer à un horizon prospectif d'un panel important de capacités de surveillance et d'intervention vers, sur, et depuis les fonds marins.

Les pays possédant des forces sous-marines se sont également dotés depuis longtemps d'unités à vocation duale afin de développer une connaissance de l'espace sous-marin indispensable à la navigation en sécurité, notamment par petits fonds. Ce sont des navires scientifiques – spécialisés dans la recherche océanographique et hydrographique – équipés pour certains de sondeurs multifaisceaux²⁴ ainsi que de robots filoguidés (ROV²⁵) et de drones sous-marins autonomes (AUV²⁶).

Les Marines russe, chinoise et américaine disposent également de navires ayant la capacité de poser des câbles sous-marins et d'intervenir sous la mer.

Russie

La Russie est très active pour tout ce qui a trait à la lutte sous la mer. La maîtrise des fonds marins fait partie intégrante de la stratégie navale russe avec un accent particulier sur la détection sous-marine et l'emploi de drones.

Créée en 1965, la Direction principale pour la recherche en grande profondeur (GUGI²⁷) est directement rattachée à l'État-major des armées russes. Elle réunit tous les moyens d'investigation et d'intervention sur les fonds marins jusqu'à une profondeur de 7 000 m et met en œuvre un panel complet de moyens comprenant des sous-marins d'intervention opérant à partir d'autres sous-marins « porteurs », des navires hydrographiques et océanographiques, mais aussi des mini-sous-marins habités, des AUV et des ROV.

Moscou investit dans le renouvellement et l'extension des moyens du GUGI, au-delà du seul besoin scientifique et dans un contexte de contraintes économiques.

A un horizon plus prospectif, la Russie mise sur le développement de drones lourds pour assurer certaines missions de lutte sous la mer, principalement dans les nouveaux espaces maritimes du Grand Nord. Les systèmes de propulsion à base de pile à combustible ou d'énergie nucléaire permettront aux drones de naviguer plus d'un mois.

²⁴ Type de sonar utilisé pour cartographier le fond marin.

²⁵ Remotely Operated Underwater Vehicle – véhicule sous-marin filoguidé.

²⁶ AUV: Autonomous Underwater Vehicle. Drone sous-marin. Unmanned Underwater Vehicle (UUV) est une autre appellation rencontrée qui regroupe les familles des AUV et des *gliders*.

²⁷ GUGI : Glavnoye Oupravleniye Gloubokovodnykh Issledovaniy.



Enfin, en mars 2018, le président Poutine a annoncé le développement du système Poséidon, une torpille à propulsion nucléaire qui aurait l'autonomie d'un drone et qui porterait une charge nucléaire. Avec ce programme, la Russie est la première nation à développer une nouvelle génération d'armement capable de naviguer à grande immersion et sur une longue distance (10 000 km annoncés). Ce projet a été présenté au grand public en juillet 2018.

Chine

La Chine développe des projets qui témoignent de son intérêt pour l'exploitation des fonds marins à des fins militaires. Elle investit massivement dans la recherche scientifique marine à travers un programme de collecte de données océaniques dont les finalités sont l'exploitation des ressources naturelles, le soutien du développement des capacités navales militaires et la diplomatie maritime.

Depuis mars 2018, le Ministère des ressources naturelles (MNR) et la Chinese academy of sciences (CAS) sont devenus les principaux acteurs chinois dans la recherche océanographique hauturière. En raison d'un investissement massif, le nombre de navires et le rythme de leurs activités n'ont cessé de progresser. Ces entités possèdent leurs propres capteurs et auraient la capacité de mettre en œuvre des sous-marins d'intervention habités, mais aussi des ROV, des AUV et des *gliders*.

La Chine dispose aussi de la Flotte d'étude géologique chinoise dont la vocation est l'exploration des ressources sous-marines dans les zones revendiquées.

Depuis 2015, un important projet de réseau de détection sous-marine nommé « Grande Muraille sous-marine » est testé. Il s'agit d'un réseau d'infrastructures de surveillance sous-marine et de renseignement

Concernant la recherche et l'intervention sous la mer, la robotique navale chinoise est en plein essor. D'ici 2025, la Chine envisage d'acquérir une flotte de drones civils capables d'explorer les fonds marins et de collecter des données scientifiques. En 2019, les premiers drones lourds chinois HSU-001 ont été présentés à l'occasion d'un défilé militaire.

États-Unis

Les États-Unis possèdent une solide expérience des opérations conduites sur, et depuis le fond des mers. Le réseau historique SOSUS (SOund Surveillance System), réseau américain d'hydrophones passifs destiné à la détection des sous-marins et navires a notamment fourni du renseignement acoustique de qualité sur les activités navales soviétiques²⁸.

La marine américaine met notamment en œuvre une flotte de deux câbliers et six navires océanographiques. Ils possèdent tous de puissants sondeurs multifaisceaux et peuvent mettre en œuvre des AUV capables d'opérer jusqu'à 6 000 m (AUV de type Hugin-6000 et AUV de type Remus-6000) et une combinaison de ROV pouvant atteindre 4 000 m (ROV de type Hercules et Sea Horse) et 6 000 m (ROV de type CURV-21).

²⁸ SOSUS a non seulement renforcé l'invulnérabilité de la composante océanique de dissuasion américaine, mais a aussi permis aux États-Unis de reprendre un ascendant face aux SNLE soviétiques, qui opéraient à l'origine à proximité des côtes américaines.

La compétition croissante avec la Russie, qui monte en gamme dans le domaine de la maîtrise des fonds marins, et la Chine qui investit massivement dans ce domaine, a conduit les États-Unis à relancer leur effort. La marine américaine modernise ainsi son système SOSUS de détection acoustique, désormais appelé *l'Integrated Undersea Sound System (IUSS)*²⁹. Parallèlement, avec le soutien de la DARPA³⁰, elle développe plusieurs projets visant à :

- se doter d'une gamme complète de drones sous-marins, compatibles avec les porteurs existants ou futurs³¹ ;
- améliorer l'autonomie et l'endurance des drones sous-marins grâce à des stations sous-marines fixes, destinées à leur rechargement énergétique, aux communications et au transfert de données (Forward Deployed Energy and Communications Outpost - FDECO) ;
- imaginer des réseaux de systèmes autonomes, rapidement projetables et configurables (Advanced Undersea Warfare System - AUWS), ou des systèmes de charges utiles fixes encapsulées, capables de déployer des leurres, des armes, des nœuds de communication (Modular Undersea Effectors System - MUSE).

1.3.2 De nouvelles ambitions apparaissent

1.3.2.1 Royaume-Uni

La maîtrise des fonds marins fait l'objet depuis plusieurs années d'un intérêt marqué, sous le prisme notamment de la sécurité des câbles sous-marins. Dès 2006, un premier rapport intitulé *An overview of the submarine cable technology* aborde la question de la résilience britannique dans ce domaine. Il est suivi en 2018 d'un débat au Parlement britannique qui conduit le pays à adopter des mesures juridiques nationales protectrices, dont le contrôle des biens et d'équipements militaires pouvant porter atteinte aux câbles³².

Dans un contexte de recrudescence de l'activité opérationnelle, notamment sur le théâtre atlantique et en mer du Nord, la *Royal Navy* cherche à développer des systèmes sous-marins autonomes pour améliorer ses performances dans la lutte anti-sous-marine, la guerre des mines et le *seabed warfare*³³.

L'Integrated Review, publiée mars 2021, a confirmé l'attention portée au *Seabed Warfare*, avec l'objectif affiché de développer une capacité à surveiller les câbles sous-marins de communication et les espaces sous-marins, au moyen d'un navire spécialisé et de drones sous-marins.

1.3.2.2 Australie

L'Australie a développé une conscience précoce en matière de sécurité des câbles sous-marins, certaine-

²⁹ L'IUSS est une évolution du SOSUS. Il intègre notamment des dispositifs d'écoute projetables sur un théâtre d'opération.

³⁰ DARPA : Defense Advanced Research Projects Agency - agence du Département de la Défense chargée de la recherche et développement des nouvelles technologies destinées à un usage militaire.

³¹ De sources ouvertes, plusieurs programmes sont en cours notamment pour des drones de taille intermédiaire désignés MUUV (Medium Unmanned Underwater Vehicle) et destinés à la fois à des missions de Guerre des mines et de collecte de données environnementales. Des programmes en vue de développer des grands drones multimitations et disposant d'une grande autonomie bénéficient également de soutiens financiers conséquents (XLUUV Echo Voyager/Orca par exemple - XLUUV : Extra-large uncrewed underwater vehicles).

³² Thèse de doctorat « L'État et le réseau mondial de câble sous-marin de communication » par Camille Morel – 18/11/2020.

³³ Rapport final n° 119/FRS/DGA2019/Ligne 14 du 18/08/2020 « Emploi opérationnel et intérêt capacitaire des véhicules sous-marins « autonomes » à travers le monde et verrous technologiques éventuels associés ».



ment du fait de son insularité et de son isolement historique par rapport aux routes majeures des câbles sous-marins, qui privilégient davantage le passage par le détroit de Malacca pour relier l'Europe et l'océan Indien à l'Asie. Elle est notamment l'une des premières à avoir publié des études traitant de l'importance économique des câbles et de la nécessité de les protéger davantage, que ce soit dans le cadre national ou régional de l'Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC). Elle cherche par ailleurs à s'imposer comme une plateforme incontournable dans la zone, favorisant notamment l'arrivée des câbles dans son pays et adoptant un modèle spécifique de résilience. Le pays possède aujourd'hui neuf lignes sous-marines (huit régionales et une internationale), et quatre nouveaux projets devant naître prochainement³⁴.

L'Australie s'est positionnée de manière franche face aux récentes propositions chinoises, refusant notamment en 2019 l'opérateur Huawei pour la pose d'un nouveau câble sur son territoire national. Par ailleurs, elle a mis en place des zones de protection maritimes ou « corridors » spécifiques au niveau de ses deux principaux lieux d'arrivée de câbles (Perth et Sydney), dans l'objectif d'y limiter les activités concurrentes et de s'assurer ainsi de l'intégrité des câbles desservant son territoire. Inquiète de la montée en puissance de la Chine dans le Pacifique, l'Australie renforce ses capacités de surveillance de son espace maritime. Elle recherche une capacité de guerre des mines à base de drones et s'intéresse de près aux projets chinois de déploiement de câbles sous-marins.

1.3.2.3 Inde

Historiquement placée sur l'un des axes de communication les plus empruntés en matière de câbles sous-marins, l'Inde constitue un *hub* important en ce domaine, justifiant *de facto* une attention soutenue quant à la prise en compte de la problématique de maîtrise des fonds marins. Les efforts capacitaires portent notamment sur le développement de plateformes inhabitées à grande endurance destinées aussi bien à la guerre des mines qu'aux opérations ASM ou à la cartographie des fonds marins³⁵.

1.3.2.4 Japon

Centre économique d'importance, le Japon est un point d'atterrissage privilégié de liaisons de communications transpacifiques. S'il subit la concurrence à la fois démographique et économique de son grand voisin chinois, il reste l'un des pays les mieux équipés au monde en matière de connexion de câbles. Par ailleurs, le pays participe au projet Arctic Connect dont l'ambition, portée par la Finlande, est de relier le Japon à l'Europe du Nord via le passage du Nord-Est³⁶. Enfin, le sous-marin japonais Shinkai 6500 est l'un des quatre submersibles au monde à réaliser des performances équivalentes au Nautille de l'IFREMER, en particulier de descendre jusqu'à 6000 mètres de profondeur³⁷.

1.3.3 Un espace de plus en plus contesté

1.3.3.1 Un espace propice aux stratégies hybrides

Les fonds marins partagent avec les espaces exo-atmosphériques et cyber plusieurs similitudes.

En premier lieu, les activités se développent dans le fond des mers selon un mode dual, civil et militaire. A l'instar du *New Space*, l'avènement d'un *New Seabed*, que le besoin croissant d'exploitation par l'industrie pétrolière et gazière a dynamisé, n'est pas exclu. Au fort investissement des principales puissances militaires en Arctique, en Méditerranée ou en mer de Chine, répond l'essor d'une intense activité sur les plans économique et scientifique. Impulsée par une recherche accrue, la cohabitation des acteurs

³⁴ Thèse de doctorat « L'État et le réseau mondial de câble sous-marin de communication » par Camille Morel – 18/11/2020.

³⁵ Rapport final n° 119/FRS/DGA2019/Ligne 14 du 18/08/2020 « Emploi opérationnel et intérêt capacitaire des véhicules sous-marins « autonomes » à travers le monde et verrous technologiques éventuels associés ».

³⁶ Thèse de doctorat « L'État et le réseau mondial de câble sous-marin de communication » par Camille Morel – 18/11/2020.

³⁷ Réflexions sur le Seabed Warfare – capitaine de corvette Anthony Auger-Ottavi – 2020.

militaires et civils se développe rapidement, en particulier dans le domaine des câbles qui illustre cette ambivalence entre acteurs civils et enjeux stratégiques, voire militaires.

Ensuite, les fonds marins bénéficient de ruptures technologiques qui permettent une accélération de leur conquête et bousculent le cadre juridique. Comme dans les milieux exo-atmosphérique et numérique, celles-ci en modifient la perception et accentuent la complexité de la relation homme-machine. Dans ce contexte, alors que plusieurs verrous technologiques ont longtemps limité le développement des drones sous-marins, notamment dans les domaines de la communication et de l'endurance³⁸, de nombreux projets illustrent l'essor des systèmes sous-marins autonomes. Si cette tendance offre l'opportunité de développer une capacité sous-marine à bas coût, elle requiert à la fois une très grande expertise opérationnelle et une réflexion éthique quant à un éventuel recours à la force létale sans aucune supervision humaine. Cette question, déjà abordée dans le cadre de la stratégie de l'IA pour le ministère des Armées, est par ailleurs suivie depuis 2017 par un groupe d'experts gouvernementaux (GEG) au sein de la Convention sur certaines armes classiques (CCAC).

Enfin, malgré les avancées scientifiques, l'immensité et l'opacité des fonds marins demeurent, réservant leur accès et leur exploitation, aux détenteurs de technologies de pointe. C'est un lieu inhabité, qu'il est compliqué de surveiller, encore largement méconnu et échappant totalement à la connaissance du grand public. La nature du lieu et la faiblesse des moyens disponibles pour le surveiller favorisent donc la dissimulation et compliquent la caractérisation d'un acte. Ces caractéristiques du milieu permettent l'émergence de stratégies hybrides, conjuguant des activités secrètes, commerciales, scientifiques et militaires, attribuables ou non.

1.3.3.2 Une grammaire de l' « hybridité sous-marine »

De par leur nature et leurs caractéristiques intrinsèques, les fonds marins constituent le lieu d'expression d'une nouvelle grammaire stratégique s'adossant à une certaine forme « d'hybridité sous-marine ».

L'ambiguïté, d'abord, résulte ici autant de la difficulté à surveiller un espace sous-marin immense, méconnu, opaque et peu accessible, que de la complexité favorisée par l'exploitation d'un droit encore trop peu robuste et bousculé.

La notion de seuils, ensuite, est difficile à appréhender en raison de la difficulté à percevoir une action, compliquant *de facto* la maîtrise d'une éventuelle **escalade**. Si le risque de pertes humaines, dans un tel théâtre d'opérations - inhabité par essence et fortement robotisé - apparaît comme quasi-nul, l'opacité des fonds marins porte en germes le risque d'actions débridées de systèmes automatisés et difficilement contrôlables de par la nature du milieu³⁹.

³⁸ Parmi les nombreuses questions techniques que pose la mise en œuvre des systèmes sous-marins autonomes (autonomie de navigation, de décision, maintenance et fiabilité des composants...), celles de la communication d'une part (entre systèmes habités et inhabités, et entre les systèmes autonomes eux-mêmes), et de l'endurance d'autre part (stockage et production d'énergie) sont sans doute les plus critiques. (« Emploi opérationnel et intérêt capacitaire des véhicules sous-marins autonomes à travers le monde et verrous technologiques éventuellement associés. » Rapport final n° 119/FRS/DGA2019/Ligne 14 du 18 août 2020).

³⁹ Il est très difficile de concilier dans l'espace sous-marin, et notamment par très grandes profondeurs, portée, sécurité et débit de communication. Cela complique le guidage des engins et les échanges d'information, sauf à utiliser des liaisons ombilicales, comme dans le cas des ROV (Remotely Operating Vehicle).

1.4 La protection de nos intérêts stratégiques et la liberté d'action de nos forces pourraient être engagées

1.4.1 Les menaces sur les installations sous-marines stratégiques se multiplient

1.4.1.1 Câbles sous-marins de télécommunication

Enjeux

Les quelques 450 câbles sous-marins de communication actuellement en service véhiculent près de 99% des échanges intercontinentaux de données numériques. Ces infrastructures constituent la couche physique accessible du cyberspace, avec pour principale vulnérabilité leur sensibilité aux dommages d'origine naturelle et humaine. Cinquante-et-un de ces câbles internationaux en service atterrissent sur le territoire national, dont vingt-sept en métropole et vingt-quatre dans les outre-mer⁴⁰. La connectivité des territoires ultramarins représente à cet égard un enjeu stratégique pour la France.

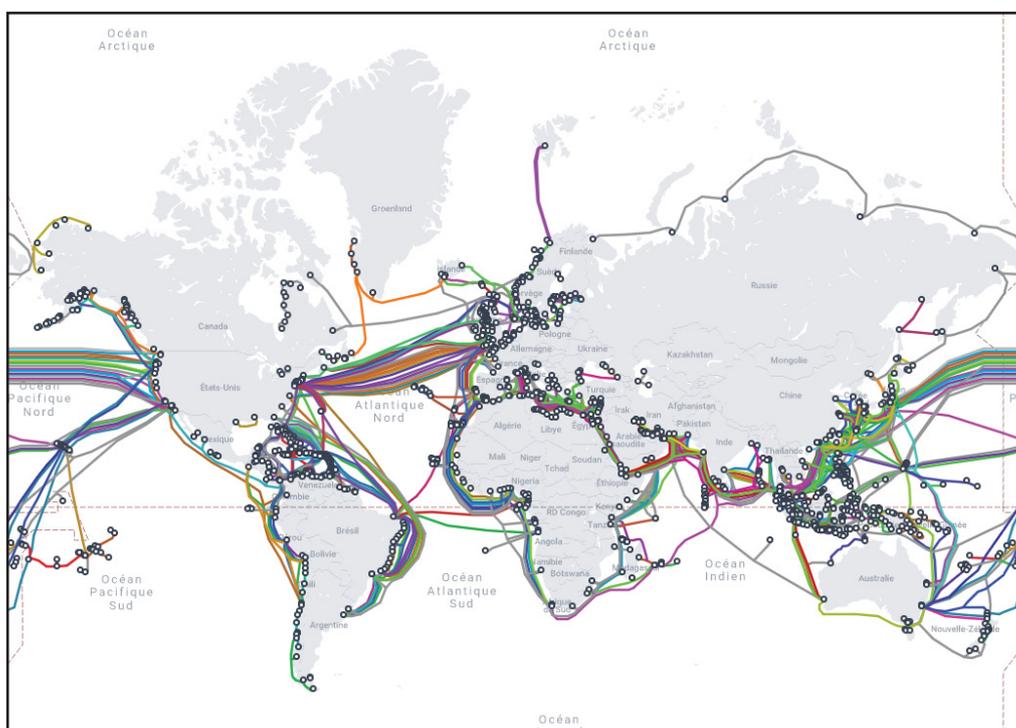


Figure 4 - Câbles intercontinentaux de communication⁴¹

⁴⁰ Source SGDSN.

⁴¹ <https://www.submarinecablemap.com/#/>

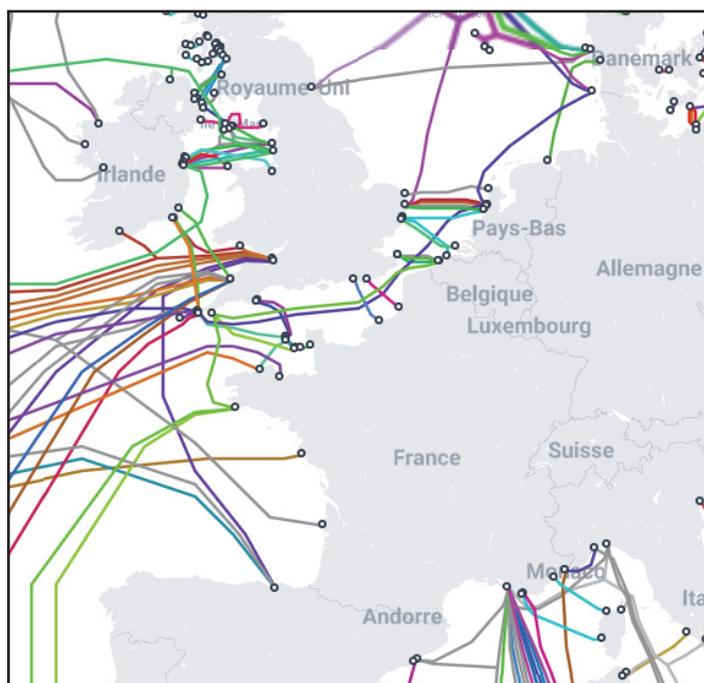


Figure 5 - Câbles de communication Internet - territoire métropolitain⁴²

Les dégradations de câbles sous-marins font partie du quotidien des opérateurs et sont dans la très grande majorité des cas d'origine naturelle ou accidentelle (tremblements de terre ou glissements de terrain, accrochages par ancres ou chaluts). Des solutions de remédiation fondées sur l'intervention technique à la mer et sur un transit alternatif des flux de données permettent d'en limiter les impacts.

Une dégradation intentionnelle, coordonnée et ciblée de tout ou partie des câbles sous-marins d'une liaison intercontinentale pourrait en revanche avoir des conséquences plus lourdes, notamment en termes de connectivité et de continuité des services⁴².

Modes d'action potentiels

Indépendamment ou en complément d'actions malveillantes conduites sur le segment terrestre (stations d'atterrissage ou points d'interconnexion de l'Internet), une agression sur la partie immergée des câbles sous-marins constitue un mode d'action potentiel, avec un spectre d'emploi s'étendant de l'« accident » opportun en zone côtière, à l'action militaire délibérée⁴³. A cet égard, les caractéristiques intrinsèques des fonds marins en font le théâtre privilégié des actions non attribuables en « zones grises ».

L'interception des données transitant via les câbles sous-marins constitue également une menace potentielle. Si une action sur le segment terrestre semble plus accessible que sur le fond des mers eu égard aux exigences techniques requises pour conduire une action discrète et efficiente, la pratique d'opérations de « repiquage » sur l'épissure finale d'un câble sous-marin par grands fonds ne peut être totalement exclue.

⁴² En 2008, la coupure de quatre câbles sous-marins, par un bâtiment au mouillage devant l'Égypte, a causé pendant une semaine la perte de 90% des communications entre l'Asie et l'Europe, perturbant le fonctionnement d'Internet dans près de quinze pays. L'Inde avait alors perdu 80% de sa connectivité.

⁴³ Action pouvant reposer sur une combinaison entre vecteurs d'insertion sous-marins et moyens d'intervention profonde.



1.4.1.2 Autres infrastructures sous-marines

Les câbles sous-marins de communication ne sont pas les seules infrastructures sous-marines stratégiques susceptibles d'être menacées par des actions menées sur le fond des mers, ou à partir de ceux-ci. D'autres installations ou activités peuvent être menacées.

Celles-ci comprennent les câbles de transport d'énergie électrique (infrastructures situées par faibles fonds et ensouillées), les installations de transport d'énergies fossiles⁴⁴, les infrastructures sous-marines situées dans les parcs éoliens en mer⁴⁵, et les activités d'exploration et d'exploitation des ressources minérales.

L'actualisation de la stratégie nationale d'exploration et d'exploitation des ressources minérales dans les grands fonds marins, validée lors du Comité interministériel de la mer (CIMer) en janvier 2021, fixe notamment comme priorité de « conduire une action résolue et raisonnée dans la durée d'exploration des grands fonds et d'acquisition de connaissances des ressources minérales sous-marines [...] tant dans notre ZEE que dans La Zone »⁴⁶. Alors que la consommation de matières premières est en hausse continue sous le double effet de l'industrialisation et de la croissance démographique, le libre accès aux ressources minérales des grands fonds marins devient un enjeu stratégique.

1.4.2 La liberté d'action de nos forces pourrait être compromise

Le développement d'activités tant étatiques que privées sur le fond des mers, combiné à une intrication marquée entre logiques de puissance, politiques du fait accompli et une certaine forme d'hybridité inhérente aux caractéristiques physiques des grands fonds marins, pourrait - à terme - être de nature à contraindre notre liberté d'action.

1.4.2.1 Dans nos approches maritimes

L'interdiction navale, dont la mine navale constitue le principal effecteur, n'a pas perdu de sa pertinence, au regard notamment, des atouts offerts par ce moyen en termes d'hybridité, d'asymétrie et de *ratio* coût/efficacité. De même, le déploiement par un compétiteur stratégique de systèmes fixes ou semi-fixes de surveillance disposés sur le fond des mers pourrait constituer un mode d'action séduisant afin de limiter la liberté d'action de nos forces dans nos approches maritimes.

La prolifération des systèmes sous-marins - combinée aux développements conduits en matière d'autonomie décisionnelle, d'intelligence artificielle, de performances des senseurs et d'endurance des vecteurs en mesure d'opérer depuis ou sur les fonds marins - constitue à cet égard un point d'attention pour le libre accès à nos approches maritimes. Les conséquences qu'un déploiement de dispositifs offensifs et/ou de surveillance aurait sur la sûreté de nos approches et la liberté d'action de nos forces, commandent de maîtriser cette menace.

⁴⁴ La France importe une part significative des matières premières fossiles depuis le nord de l'Europe et la Russie : près de 60% du gaz importé et 15% du pétrole nécessaire à notre consommation transite par des canalisations posées sur le fond de la mer. Aujourd'hui, les conséquences potentielles sur l'environnement d'un incident technique survenant sur ces infrastructures, déterminent le dispositif de surveillance et de maîtrise des risques mis en place. Demain, la part de ces infrastructures dans l'approvisionnement énergétique de la France peut constituer une vulnérabilité préoccupante si celles-ci ne sont pas protégées.

⁴⁵ Dans le cadre de la transition énergétique entamée en France, les projets de parcs éoliens en mer se multiplient. D'ici 2026, 45 éoliennes devraient produire en mer du Nord et au large de Dunkerque.

⁴⁶ « Stratégie nationale d'exploration et d'exploitation des ressources minérales dans les grands fonds marins : bilan et orientations, pour une nouvelle dynamique » – M. Jean-Louis Levet – Janvier 2021.

1.4.2.2 Dans nos espaces de déploiement

Les stratégies de défense de zone et d'interdiction d'accès étant susceptibles de s'appuyer sur des dispositifs immergés, fixes ou mobiles, de surveillance et d'interdiction, de tels systèmes pourraient faire peser sur nos forces une menace croissante de nature à engager la crédibilité de la fonction stratégique « Intervention ». A titre d'exemple, le projet chinois de défense des approches maritimes⁴⁷ face aux menaces de surface et sous-marines, combine systèmes de surveillance sous-marine⁴⁸ et armements sophistiqués⁴⁹.

Il importe donc de comprendre la réalité des stratégies de surveillance et d'interdiction sous-marine afin de contenir la menace à un niveau acceptable pour notre manœuvre militaire et d'ajuster notre effort au juste besoin.

1.4.3 La protection des intérêts industriels et militaires pourrait être remise en question

Le développement par les grands compétiteurs étatiques mais également privés, de moyens d'intervention sous-marine par grands fonds, ouvre désormais la voie à l'investigation voire la récupération d'informations ou d'objets sensibles situés à de très grandes profondeurs. Longtemps l'apanage de quelques nations, cette capacité met au défi la protection de nos intérêts industriels et militaires concernant des objets ou équipements stratégiquement sensibles et reposant au fond des mers. La performance accrue des capteurs autonomes de recherche, notamment en termes d'endurance et de performance de senseurs, combinée à une capacité d'intervention précise, permet désormais la recherche puis la remontée d'objets de petite taille depuis les grands fonds marins. A mesure que la compétition stratégique investit les espaces maritimes, les rapports de force s'y jouent ainsi avec une fréquence et une intensité croissantes.

1.5 L'avenir des fonds marins, entre compétition et contestation

Lieux d'une compétition déjà engagée, de confrontation probable, les fonds marins s'affirment déjà comme un espace de conflictualité dans un futur proche. Quatre enjeux se dessinent : ceux liés à la mondialisation notamment dans ses aspects économiques ; ceux en rapport avec les ressources énergétiques et minières ; l'interrogation sur la dimension écologique et la protection d'un espace fragile ; enfin, les enjeux sécuritaires et militaires.

De ce constat, trois tendances majeures se font jour : la première fait le pari d'une exploitation économique accrue des ressources, tirée par les acteurs privés et/ou publics. La deuxième verrait les États s'impliquer plus directement, en sécurisant par exemple les ressources, voire en menant des actions de plus en plus agressives, prédatrices. Enfin, la dernière tendance souligne le pari perdu d'une gouvernance mondiale, où faute d'accords multilatéraux respectés, la situation pourrait déboucher sur la seule loi du plus fort.

Tendance 1 : La montée en puissance d'une exploitation/exploration rampante des fonds marins par les États et les entreprises privées

L'accélération des activités humaines, dont on observe déjà les prémices, pourrait conduire à une compétition accrue pour les ressources. Poussée, permise et accélérée par les innovations technologiques, la mise en exploitation de ces fonds pourrait alors se déployer dans de multiples champs : les questions énergétiques (forage), les ressources minières ou minérales, la pose et le contrôle des communications au

⁴⁷ « A2/AD, déni d'accès et interdiction de zone – réalité opérationnelle et limites du concept » - Etienne Daum et Bertrand Slaski – Les notes stratégiques – CEIS septembre 2018.

⁴⁸ <http://www.matthewaid.com/post/83707009184/china-building-an-underwater-surveillance-system>.

⁴⁹ <http://janes.com/article/65016/poly-technologies-integrates-coastal-defence-systems>.



travers des câbles sous-marins (déjà existants ou futurs), la mise en place de flottes sous-marines automatisées, jusqu'à l'exploitation du potentiel touristique des grands fonds.

Les États pourraient poursuivre quatre types de stratégies quant à l'exploitation et l'exploration des fonds marins⁵⁰ :

- sécuriser leurs approvisionnements ;
- garantir l'approvisionnement de l'industrie en métaux rares ;
- développer leur économie ;
- favoriser un savoir scientifique.

Sous l'impulsion d'un secteur privé guidé par la rentabilité (GAFAM et BATXH mais aussi acteurs privés du secteur énergétique et minier), on pourrait ainsi assister à une multiplication des activités humaines dans les fonds marins, jusqu'à l'émergence possible de cités sous-marines et de « resorts » touristiques. Pour accéder à ces lieux, une prolifération des submersibles et un phénomène de démocratisation permettant au plus grand nombre de visiter les grands fonds pourraient ainsi se développer, avec une démarche qui n'irait pas sans entraîner des difficultés en termes de sécurité des personnes et des biens, avec la nécessité de devoir potentiellement assurer la sécurité nautique dans des espaces difficiles d'accès et par grandes profondeurs.

Tendance 2 : Un lieu de compétition militaire accrue

Le contrôle des fonds marins pourrait s'accélérer en passant de l'exploration à l'exploitation et de la surveillance à la sécurisation. La protection d'infrastructures, puis de zones entières, motiverait alors l'affirmation de politiques nationales fortes.

D'abord défensive et appuyée sur des moyens de déni d'accès, cette compétition deviendrait alors contestation avec une territorialisation accrue des fonds marins. Le déploiement de moyens militaires de plus en plus nombreux, aux capacités de plus en plus agressives, risquerait alors de créer une véritable course aux armements sous-marins, susceptible de déployer des moyens nouveaux et discriminants, comme des bases permanentes s'inscrivant dans une logique de déni d'accès/interdiction.

Tendance 3 : L'impossible statu quo d'une gouvernance multilatérale des océans

Malgré les discours et les tentatives de faire des fonds marins un bien commun mondial, où les États parties accepteraient de déclarer leurs actions et de limiter leur emprise, les infractions et les contournements pourraient encore se multiplier.

Sous la pression de leur opinion publique, certains États pourraient afficher une politique déclaratoire visant à limiter les effets de l'empreinte humaine et économique sur les fonds marins (réduction de l'exploitation énergétique et minière sous-marine, fin de l'enfouissement de déchets polluants, destruction ou récupération de déchets y compris munitions...) mais sans pour autant y affecter des moyens.

Derrière les efforts de l'ONU pour revitaliser l'AIFM afin qu'elle réponde à sa mission première⁵¹, et malgré des déclarations d'intention, les effets pourraient être limités, avec des acteurs étatiques qui pourraient être tentés d'user de l'arme du droit pour mieux avancer leurs revendications. Une compétition pourrait alors s'engager sur les normes à appliquer, avec une explosion du nombre de contentieux devant des cours internationales embouteillées, combinée à une pratique accrue et désinhibée du fait accompli.

⁵⁰ Ces éléments étaient en partie relevés dans la Stratégie nationale d'exploration et d'exploitation des ressources minérales dans les grands fonds marins (Rapport de Jean-Louis Levet au Secrétariat général de la Mer, juillet 2020).

⁵¹ Pour mémoire : « Promouvoir la gestion et la mise en valeur méthodique, sûres et responsables des ressources de la Zone dans l'intérêt de l'humanité tout entière, y compris en protégeant efficacement le milieu marin et en contribuant aux objectifs et principes convenus au plan international, notamment aux objectifs de développement durable. »

Entre compétition effrénée et contestation affirmée, les fonds marins pourraient alors devenir une sorte d'« *Undersea Far West* » et le lieu de l'expression d'une nouvelle forme de « piraterie stratégique ».

Au bilan, dans un contexte marqué par une intrication de plus en plus poussée entre logique de puissance, politiques du fait accompli et volonté de captation des ressources, les fonds marins apparaissent comme un espace de compétition stratégique, dont la maîtrise appelle l'affirmation d'une ambition renouvelée.

2 UNE AMBITION DE MAÎTRISE DES FONDS MARINS POUR PROTÉGER NOS INTÉRÊTS STRATÉGIQUES

La France a affirmé à plusieurs reprises son engagement dans la sécurisation des espaces maritimes, qu'il s'agisse de la liberté d'action qu'ils permettent, des ressources qu'ils recèlent ou des infrastructures qu'ils accueillent. Aujourd'hui, l'ambition française est portée par :

- la stratégie nationale de sûreté des espaces maritimes de 2015, réactualisée en 2019⁵² ;
- la stratégie nationale d'exploration et d'exploitation des ressources minérales dans les grands fonds marins, établie en 2015, revue en 2020⁵³ et validée lors du Comité interministériel de la mer (CIMer) du 22 janvier 2021 ;
- le plan d'investissements France 2030, présenté en octobre 2021 par le Président de la République, via l'objectif N°10 « investir dans les fonds marins ».

Pleinement intégrée à cette dynamique interministérielle, la stratégie de maîtrise des fonds marins du ministère des Armées doit permettre de préserver notre capacité d'anticipation et notre liberté d'action dans les espaces sous-marins, contribuant *de facto* à notre résilience nationale. A cet effet, il s'agit :

- **de garantir la liberté d'action de nos forces dans le milieu aéro-maritime ;**
- **de contribuer à la protection de nos infrastructures sous-marines (parmi lesquelles les câbles sous-marins de communication) ;**
- **de garantir les intérêts de la France relatifs à l'exploration et l'exploitation des ressources minérales et énergétiques, en particulier dans les espaces sous juridiction nationale ;**
- **tout en étant capable de faire peser une menace crédible sur les intérêts ou les forces d'un adversaire potentiel qui serait tenté de s'en prendre aux intérêts de la France ou de ses partenaires stratégiques.**

Alors que les fonds marins apparaissent désormais comme le théâtre d'une compétition stratégique avérée, la maîtrise de cet espace de conflictualité potentielle est consubstantielle d'une ambition nationale forte visant à garantir notre liberté d'action et à renforcer notre autonomie stratégique en tirant parti des opportunités technologiques, industrielles et des coopérations afférentes.

2.1 Étendre la maîtrise des espaces maritimes à celle des fonds marins pour garantir la liberté de nos forces

Face à des modes d'actions divers, évolutifs et possiblement duaux, intégrer la maîtrise des fonds marins dans celle plus globale des espaces maritimes passe par l'affichage de notre détermination à :

- connaître le fond des mers, par la mesure de grandeurs physiques caractéristiques ;
- surveiller les fonds marins et l'espace océanique ;
- agir sur, depuis, et vers les fonds marins.

⁵² https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2019/12/snsem_2019_finale.pdf

⁵³ « Stratégie nationale d'exploration et d'exploitation des ressources minérales dans les grands fonds marins : bilan et orientations pour une nouvelle dynamique » – M. Jean-Louis Levet – Juillet 2020.

Compte-tenu des caractéristiques physiques de l'espace sous-marin - milieu par nature opaque, difficile d'accès, étendu et encore méconnu, la réponse à ces trois exigences opérationnelles doit s'envisager dans un cadre spatial défini, qui soit en pleine cohérence avec la menace potentielle et les performances et capacités de nos moyens.

Les zones pour lesquelles la maîtrise des fonds marins sera recherchée comprendront donc en priorité :

- la mer territoriale, la ZEE française ;
- toute zone présentant un intérêt opérationnel pour la liberté d'action de nos forces et la protection de nos intérêts nationaux.

2.1.1 Connaître le fond des mers

L'acquisition d'une connaissance fine des fonds marins et de leur environnement immédiat est le préalable indispensable à la conduite, en sécurité, autonomie et avec efficacité, de l'action dans le domaine maritime.

Outre le soutien à la posture de dissuasion nucléaire à la mer⁵⁴, cette nécessaire appréhension de l'environnement s'inscrit dans le cadre plus global de la préparation de l'action à des fins d'appréciation de la menace, d'établissement des modes d'action et d'optimisation de la performance des senseurs.

A cet effet, connaître les fonds marins impose de développer notre capacité à mesurer, caractériser et analyser les grandeurs physiques des fonds marins et du milieu océanique environnant.

2.1.1.1 Améliorer notre connaissance de la bathymétrie et de la gravimétrie

Le double impératif de sécurité nautique des vecteurs sous-marins et d'autonomie stratégique dans la mise en œuvre des moyens, passe par le développement de l'usage de la navigation inertielle afin de renforcer la capacité de nos unités à naviguer avec précision et à mettre en œuvre des systèmes d'information et d'action, sans devoir systématiquement reposer sur des moyens de positionnement externes (GPS, GALILÉO).

Cette ambition opérationnelle nécessite d'améliorer la précision et la connaissance de la bathymétrie⁵⁵ et de la gravimétrie des grands fonds, les relevés bathymétriques et gravimétriques permettant un positionnement précis, par recalage de navigation inertielle sur une référence connue.

Il est à cet effet indispensable que l'innovation, en matière d'imagerie acoustique comme optique, puisse irriguer l'amélioration des capacités de représentation de nos outils militaires de connaissance, de collectes de données, de surveillance et d'investigation.

R2-1 Soutenir l'innovation en matière de développement des capteurs embarqués sur les drones et les ROV profonds.

⁵⁴ Patrouilles conduites par les SNLE de la Force Océanique Stratégique.

⁵⁵ Science de la mesure des profondeurs et du relief, la bathymétrie permet de déterminer la topographie du fond de la mer. Elle fait appel aujourd'hui aux technologies de l'imagerie acoustique (sonar) et optique (laser).



De même, la connaissance des fonds marins repose sur la capacité à détecter finement toute anomalie magnétique ou électromagnétique située dans, et sur les fonds marins.

Les méthodes de détection magnétique ou électromagnétique, fondées sur l'exploitation des contrastes magnétiques et de résistivité électrique, sont prometteuses et devront être développées dans la perspective d'une définition pertinente des capteurs embarqués. L'amélioration des méthodes de cartographie magnétique et de détection d'objets anthropiques constitue à ce titre l'une des ambitions du projet de technologie de défense APOGé (Applications Opérationnelles Géophysique) du SHOM, qu'il conviendra d'accélérer.

R2-2 Accélérer les études sur les grandeurs physiques permettant de détecter des installations sous-marines.

2.1.1.2 Mieux caractériser la réponse du milieu

Les développements capacitaires en matière de détection sous-marine, avec notamment la recherche d'une extension des capacités de détection vers les fréquences ultra basses (UBF), imposent une maîtrise de plus en plus fine des paramètres d'environnement susceptibles d'influer sur les conditions de propagation acoustique dans ces gammes de fréquences.

La connaissance du bruit ambiant aux très basses fréquences - élément indispensable à l'anticipation et à l'optimisation des performances de nos sonars - passe notamment par la pratique de relevés réguliers et spécifiques, destinés à en établir une cartographie avec une couverture et une résolution adaptées.

De même, la nature du fond déterminant la réponse acoustique du plancher océanique, la connaissance fine des sédiments devra faire l'objet d'une attention soutenue afin de poursuivre l'amélioration et la précision de nos modèles de propagation acoustique.

R2-3 Préciser les modes particuliers de propagation acoustique ultra basse fréquence.

Alors que la nécessité d'élargir les capacités hydro-océanographiques multi capteurs se confirme – y compris au-delà du seul domaine militaire⁵⁶ – la phase de préparation du programme CHOF (Capacité Hydrographique et Océanographique Future) de modernisation des moyens du SHOM devra faire l'objet d'une recherche de synergies avec la démarche plus globale de maîtrise des fonds marins. La fonction « connaissance » pourrait donc notamment nécessiter de mettre en œuvre des systèmes sous-marins mobiles pouvant opérer jusqu'à 6000 m, en pleine cohérence avec les exigences de précision des mesures et les profils bathymétriques rencontrés dans les zones d'intérêt précédemment mentionnées.

⁵⁶ L'actualisation 2021 de la stratégie nationale d'exploration et d'exploitation des ressources minérales prévoit notamment d'explorer les grands fonds marins afin d'augmenter notre connaissance des écosystèmes et des ressources minérales sous-marines. De même, le plan France 2030 fait de l'exploration des fonds marins une des priorités affichées.

2.1.2 Surveiller le fond des mers et l'espace sous-marin

2.1.2.1 Surveiller les fonds marins et les infrastructures sous-marines sensibles

La préservation de la liberté d'action de nos forces et des intérêts de la France, ce qui comprend notamment la contribution à la protection de nos infrastructures sous-marines critiques, passe par la capacité - dès le temps de paix - à détecter et à caractériser de façon autonome toute activité, sous-marine d'origine humaine, en particulier sur le plancher océanique.

A cet effet, il conviendra de développer une capacité à surveiller, détecter et rechercher – avec une précision de détection cohérente de la taille des objets – toute menace potentielle disposée sur les fonds marins (mines, charges de sabotage, réseaux fixes ou semi-fixes de dispositifs d'écoute, etc.) et susceptible d'entraver la liberté d'action de nos forces ou d'attenter à l'intégrité des infrastructures sous-marines.

Pour être efficiente, crédible et pleinement cohérente avec notre ambition nationale, cette capacité à surveiller les fonds marins doit être étroitement liée à nos intérêts nationaux (cf. para 2.1)

Élargir notre capacité à surveiller nos zones d'intérêt

Devant pouvoir être conduites sur un vaste gradient bathymétrique s'étendant des faibles fonds aux grands fonds océaniques, les opérations de surveillance des fonds marins reposeront sur la mise en œuvre de moyens complémentaires (sonars de coque ou remorqués, drones sous-marins et de surface, bouées acoustiques) pouvant être déployés depuis des plates-formes navales et aéromaritimes dédiées ou de circonstance.

Eu égard à la bathymétrie rencontrée dans les zones d'intérêt précédemment mentionnées, la capacité à pouvoir opérer à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 6000 m constitue une ambition cohérente de notre détermination à préserver la liberté d'action de nos forces et à contribuer efficacement à la surveillance et à la protection des infrastructures sous-marines et de nos intérêts nationaux. La détection et la classification d'un objet de faibles dimensions situé par grands fonds (engin offensif, dispositif d'écoute, capteur déporté) nécessite en effet une précision de la mesure qui ne peut être obtenue que par un moyen sous-marin (AUV, ROV) évoluant à proximité immédiate du fond de la mer, et doté de capteurs complémentaires et performants.

R2-4 Accroître nos capacités de recherche, de surveillance et d'intervention sous la mer pour répondre aux exigences liées à la préservation de la liberté d'action de nos forces, dans des zones pouvant aller jusqu'à 6000 m.

Par ailleurs, ces moyens de surveillance des fonds marins devront pouvoir être déployés sur des théâtres maritimes ou dans une zone d'intérêt afin de soutenir et sécuriser le dispositif militaire engagé. Le caractère aérotransportable de ces moyens de surveillance, leur compatibilité avec les plateformes de la marine ou éventuellement civiles, l'existence d'une ressource humaine immédiatement disponible et capable de durer, sont donc indispensables.

Par leur conception (dispositif de levage et large plage arrière type Supply, tenue de position non redondée), les différents Bâtiments de Soutien et d'Assistance – Métropolitains (BSAM), Outre-Mer (BSAOM) et Affrétés (BSAA) – ne permettent à ce jour qu'une mise en œuvre dans des conditions clémentes, en environnement permissif et sans véritable possibilité de dissimuler leur charge utile.

L'ambition sera donc de disposer à terme de plateformes de mise en œuvre d'engins autonomes ou télé-opérés, pouvant conduire des missions de recherche dans des conditions d'emploi élargies aux opérations discrètes, en environnement semi-permissif ou non permissif.



R2-5 Poursuivre l'analyse des moyens de déploiement des véhicules sous-marins de surveillance afin d'élargir l'éventail des options militaires : aéro-transportabilité, bâtiments de combat, sous-marins, etc.

2.1.2.2 Surveiller l'espace océanique depuis les fonds marins

La surveillance du volume sous-marin par un réseau de détection situé sur le fond des mers peut avoir plusieurs rôles : protection des approches, soutien à une opération de projection de forces ou de découpage d'un adversaire potentiel.

Une telle capacité peut s'appuyer sur une combinaison de dispositifs fixes, semi-fixes ou mobiles (antennes disposées sur le fond – dédiées ou non – moyens d'écoute déployés, drones sous-marins, *gliders* etc.), avec une répartition et une disposition variables suivant le rôle envisagé, l'environnement rencontré et la nature de la menace.

Garantir la sûreté de nos approches maritimes

Notre capacité à déployer des forces aéromaritimes loin de leurs bases commence par la garantie que leur liberté d'action reste assurée dans nos approches nationales, cet impératif concernant en tout premier lieu les unités navales participant directement à la dissuasion : SNLE à partir de la base opérationnelle de l'Île Longue et porte-avions *Charles de Gaulle* à partir de Toulon.

L'étude de la pertinence d'un système de surveillance sous-marine situé dans nos approches maritimes et mettant en œuvre - en complément des moyens de lutte sous la mer (sous-marins nucléaires d'attaque, bâtiments de surface à capacité anti-sous-marine, moyens de lutte contre les mines, avions et hélicoptères de lutte anti-sous-marine) - des moyens de détection sous-marine fixes, semi-fixes ou mobiles, interagissant depuis les fonds marins, apparaît comme consubstantielle de notre volonté à garantir la sûreté de nos approches maritimes.

Dans un contexte marqué par une prolifération de la menace sous-marine, de tels systèmes de surveillance fixes ou semi-fixes auraient vocation à agir en réseau afin de permettre une complémentarité et une rationalisation des senseurs – optimisant d'autant les processus de détection, de classification et de report de la menace – avec une architecture dont la nature et l'évolutivité dépendront du degré de maturité atteint par certaines technologies actuellement développées (intelligence artificielle, traitement de l'information de masse, navigation autonome, stockage d'énergie, miniaturisation des charges utiles, communications optiques sous-marines etc.).

La décision de se doter d'un outil militaire de ce niveau d'ambition devra donc être éclairée par une étape préalable comprenant des études technico-opérationnelles et d'expérimentations, destinées à maîtriser les technologies et à évaluer leurs performances en termes de détection acoustique.

Au-delà de la seule sûreté anti sous-marine, une telle capacité pourrait s'inscrire dans le cadre plus large de la protection de nos espaces et de la contribution à la résilience nationale, à travers la capacité à surveiller les espaces océaniques et à détecter d'éventuelles menaces vis-à-vis de nos infrastructures sous-marines.

Surveiller les théâtres d'opérations ou des zones d'intérêt

Afin d'appuyer le déploiement d'une force navale ou de contester des espaces maritimes à des compétiteurs, il importe d'être en mesure d'apprécier les activités sous-marines pouvant y être conduites.

La projection et le déploiement de systèmes de surveillance océanique mobiles ou semi-fixes, seuls ou en compléments d'unités anti-sous-marines et de lutte contre les mines, peut à cet effet contribuer à la manœuvre aéromaritime en fournissant des informations de présence, de localisation ou de classification d'unités habitées ou autonome opérant dans le volume d'eau surveillé. Déployés en anticipation ou de manière réactive, de tels systèmes de surveillance doivent pouvoir s'intégrer aux senseurs de la force navale, dans une logique de maîtrise de l'information et de combat collaboratif.

2.1.3 Agir sur, depuis et vers les fonds marins

Dans la continuité des fonctions « connaissance » et « surveillance », la consolidation, de notre capacité à agir sur, vers et depuis les fonds marins – selon un domaine d'action étendu et cohérent de notre appréciation de la menace – constitue une ambition renouvelée.

Il s'agit en effet, dans le cadre de la préservation de la liberté d'action de nos forces et de nos intérêts nationaux, de pouvoir intervenir dans les grandes profondeurs, en réaction ou en anticipation, ouvertement ou en discrétion, selon un large spectre d'actions allant de l'investigation ciblée à l'intervention à des fins de neutralisation, en passant par la destruction, la récupération d'objets sensibles, la restauration ou le sauvetage d'une infrastructure ou d'un mobile sous-marin.

En adéquation avec notre ambition nationale en matière de surveillance des espaces sous-marins, cette capacité à agir sur, depuis et vers les fonds marins se focalisera en priorité sur la mer territoriale, la ZEE française et de manière occasionnelle, sur toute zone présentant un intérêt opérationnel pour la liberté d'action de nos forces et la protection de nos intérêts nationaux.

2.1.3.1 Élargir notre capacité à intervenir sous la mer

En cohérence avec le développement de nos moyens de surveillance, la capacité à pouvoir intervenir à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 6000 m⁵⁷, répond à l'exigence de maîtrise des espaces maritimes préalablement mentionnés. A cet égard, l'accessibilité du plancher océanique à un nombre croissant d'acteurs, à des immersions de plus en plus importantes, doit nous conduire à envisager un emploi plus profond de nos capacités d'intervention sous la mer⁵⁸.

Nos capacités d'intervention sous-marine profonde doivent tenir compte de cette réalité, avec notamment pour ambition la capacité à intervenir ponctuellement sur le fond de la mer, au-delà de ce que le système de lutte anti-mines du futur (SLAMF) permettra de faire, sans remettre en cause les efforts déjà engagés dans ce nouveau programme.

R2-6 Faire de la CEPHISMER un pôle de compétences apte à mettre en œuvre une capacité militaire complémentaire de SLAMF pour les profondeurs supérieures à 300 m.

⁵⁷ Avec des moyens d'intervention limités à 3000 m, seuls 24% des fonds marins sont accessibles. En repoussant ce seuil à 6000 m, ce sont 97% des fonds marins qui le deviennent.

⁵⁸ Les moyens français actuels d'intervention sous la mer sont inadaptés : les capacités d'intervention sous-marine de la CEPHISMER ne dépassent pas 2000 m, sont difficilement projetables et insuffisamment équipées ; le SHOM ne dispose pas de capacité d'intervention ; seul l'IFREMER possède des moyens d'intervention pouvant opérer jusqu'à 6000 m, mais en nombre limité. Il s'agit d'un Remotely Operated underwater Vehicle (ROV), Victor 6000, et d'un sous-marin habité, le Nautille, opérationnel jusqu'en 2025 ; les moyens propres des opérateurs parapétroliers ou de télécommunications français (Orange Marine, Bourbon, ...), sont limités à 4000 m.



A l'instar des moyens de surveillance et de recherche, les moyens d'intervention devront pouvoir être déployés sur les théâtres maritimes ou dans une zone d'intérêt afin de soutenir et de sécuriser le dispositif militaire engagé. Leur caractère aérotransportable, leur compatibilité avec les plateformes de la marine ou éventuellement civiles en dehors de métropole, l'existence d'une ressource humaine immédiatement disponible et capable de durer, sont donc indispensables.

2.1.3.2 Développer nos capacités d'action en milieu contesté

La multiplication d'espaces sous-marins contestés nécessitera un recours accru à des modes particuliers d'action subaquatiques, avec des impératifs renforcés tant en termes d'élongation que de discrétion des vecteurs.

Notre faculté à pénétrer « horizontalement » des espaces complexes et contestés pour conduire sur, depuis et vers le fond de la mer des opérations spéciales subaquatiques devra ainsi être maintenue à son plus haut niveau, ce qui passe par des exigences en termes d'élongation, de furtivité et d'endurance des vecteurs.

2.1.4 Exploiter davantage les opportunités contenues dans le cadre juridique actuel

Il s'agit de consolider notre stratégie par une posture juridique soucieuse du respect du droit international par les puissances maritimes.

2.1.4.1 Soutenir la CNUDM face aux tentatives d'instrumentalisation

La CNUDM concilie les prérogatives des États côtiers et celles des États tiers en garantissant aux puissances maritimes des règles d'usage favorables à la mobilité stratégique de leurs forces. La défense de cet ordre juridique (liberté des mers, droit de passage inoffensif, règles de délimitation des espaces maritimes et non appropriation des espaces internationaux) participe ainsi directement de la préservation de la liberté d'action de nos forces vis-à-vis des fonds marins. La plupart des stipulations de la CNUDM ayant été reconnues par la Cour internationale de justice comme relevant du droit international coutumier, c'est-à-dire applicable même aux États qui ne l'ont pas ratifiée, la CNUDM constitue le cadre pertinent et cohérent pour répondre aux différents enjeux liés à la maîtrise des fonds marins.

Attachée à cet équilibre, la France refuse toute revendication d'un État instrumentalisant le droit de la mer en vigueur en vue d'accroître son contrôle ou son exploitation de certaines zones maritimes. Cela se traduit par une orientation stratégique consistant à veiller au maintien d'une liberté de navigation effective sur l'ensemble des océans, garante de notre liberté de manœuvre et de notre libre accès aux ressources et par le partage de nos positions à toutes les instances intéressées, telles que l'UN-DOALOS. A ce titre, une attention particulière est portée aux négociations relatives au projet d'accord international sur la « conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine dans les zones situées au-delà des juridictions nationales » afin de préserver la liberté d'action des forces navales en haute mer.

Ainsi, dans les espaces maritimes contestés (mer de Chine méridionale, Méditerranée orientale, etc.), les unités de la Marine nationale poursuivront leurs activités pour faire valoir la conception internationalement reconnue de la liberté de navigation.

La réaffirmation de la primauté des principes et règles du droit international de la mer existant s'inscrit également dans une dimension européenne. Ainsi, la France porte la thématique transverse de la liberté d'accès de l'Europe aux espaces communs stratégiques (cyber, espace, espace maritime) au sein des travaux relatifs à la « Boussole stratégique » dont l'adoption du texte est prévue en mars 2022.

2.1.4.2 Adapter le cadre juridique national à nos ambitions

En droit interne, l'élaboration d'une réglementation nationale moins permissive permettant d'éviter les pratiques de contournement du droit et d'améliorer la connaissance des activités maritimes est en cours d'élaboration. En effet, certains États peuvent être tentés d'utiliser l'obsolescence progressive de certaines normes juridiques sous l'effet des évolutions technologiques⁵⁹.

Dans cet objectif, le décret 2013-611 fait actuellement l'objet d'un processus de révision mené sous la coordination du SG Mer afin d'imposer aux opérateurs la notification préalable du tracé de l'ensemble des câbles posés dans la ZEE française et sur notre plateau continental. La définition d'un cadre juridique relatif aux études préalables à la pose de câbles est également recherchée avec la mise en place d'un régime d'autorisation dans les eaux territoriales et d'un régime de notification dans la ZEE et sur le plateau continental.

R2-7 Faire aboutir le projet de révision de la réglementation nationale relative à la pose des câbles sous-marins (régimes d'autorisation dans la mer territoriale et de notification dans la ZEE).

Par ailleurs, l'ordonnance n°2021-1330 du 13 octobre 2021 relative aux conditions de navigation des navires autonomes et des drones maritimes donne désormais un cadre juridique aux représentants de l'État en mer pour prendre les mesures de police adaptées. La navigation en plongée des drones sous-marins dans nos eaux territoriales sera désormais soumise à leur autorisation préalable.

R2-8 Intégrer le volet lié à l'encadrement des activités des « navires autonomes / drones maritimes » dans les réglementations des représentants de l'État en mer.

S'agissant de la surveillance des activités conduites dans nos espaces maritimes, le décret n° 2017-956 du 10 mai 2017 prévoit la possibilité de créer « des zones relevant de la protection des intérêts de la défense nationale » définies par arrêté du Premier ministre dans lesquelles les activités de RSM sont soumises à autorisation du ministère des Armées et à des règles particulières de publication des données recueillies. Un arrêté sera proposé par le ministère des Armées au cours de l'année 2022 afin de donner un cadre protecteur aux secteurs identifiés par la Marine nationale et la Direction générale de l'armement.

R2-9 Définir par arrêté du Premier ministre les zones relevant de la protection des intérêts de la défense nationale au titre de la recherche scientifique marine.

Enfin, toujours dans le cadre de la RSM, l'article 249 de la CNUDM permet à un État côtier de demander l'embarquement d'un observateur à bord des navires scientifiques étrangers opérant dans sa ZEE. La France se réserve le droit de pouvoir recourir si nécessaire à cette demande.

⁵⁹ Cela est particulièrement le cas pour la convention de 1884 sur les câbles sous-marins, celle-ci ne prenant pas en compte les capacités de recueil de données acoustiques, sismiques ou magnétiques de la dernière génération de câbles et qui permettent de détecter des événements naturels (séismes, tsunamis).



2.2 Saisir les opportunités permettant de consolider notre autonomie stratégique

2.2.1 Tirer parti des ruptures technologiques et d'usage

Les technologies développées pour l'accès aux grands fonds marins et pour l'exploitation des systèmes qui pourraient y être positionnés font l'objet d'une dynamique forte en termes d'innovation et de recherche. A cet égard, afin de maîtriser les fonds marins et répondre aux enjeux de défense afférents, il conviendra de tirer parti des ruptures technologiques et d'usage attendues en termes d'endurance des vecteurs, d'autonomie décisionnelle, de miniaturisation des senseurs, de traitement des données, de communications sous-marines, de robotique.

Dans le domaine des véhicules sous-marins autonomes

Énergie : les avancées réalisées en matière de batteries pour les véhicules électriques permettront d'augmenter l'endurance des drones sous-marins. De même, les travaux de recherche conduits dans le domaine du rechargement par induction pourront permettre d'envisager le développement de stations de *docking* situées sur le fond des mers où des drones pourront se recharger régulièrement, ces stations sous-marines de stockage et de distribution d'énergie pouvant également assurer la fonction de relais de communication entre le drone et son système de contrôle. Les progrès conduits en termes de composants à faible consommation énergétique permettront par ailleurs de favoriser l'endurance des systèmes.

Navigation : la miniaturisation des composants et l'amélioration des capacités de traitement rendent dès à présent possible l'intégration sur drones sous-marins de centrales inertielles performantes. Les développements conduits dans les domaines de la gravimétrie (gravimètres à atomes froids sur puce, corrélation numérique de terrain) et du recalage par visée stellaire permettront aux systèmes sous-marins de gagner en autonomie et en précision de navigation, facteurs clés pour la conduite de missions de longue durée et en environnement complexe.

Détection : l'augmentation des capacités de traitement et le recours à l'intelligence artificielle (IA) permettent désormais aux drones sous-marins de bénéficier de senseurs de détection adaptés, performants et complémentaires, tant pour la recherche sur de grandes étendues que pour la classification voire l'identification d'objets situés sur les fonds marins (détection « champ large » par l'utilisation de sonars multifaisceaux avec des progrès constants en termes de résolution et de largeur des « fauchées » ; classification/identification par sonars à antenne synthétique, caméra optique haute résolution, photogrammétrie voire imagerie laser dans le futur ; utilisation de l'IA pour le renforcement des capacités de traitement etc.). De même, les développements technologiques en matière de détection magnétique (détecteurs magnétiques à pompage optique, à centres colorés) laissent entrevoir une amélioration constante des performances dans ce domaine, notamment pour la détection et la surveillance d'objets sensibles tels que les câbles sous-marins.

Communications : l'amélioration des communications sous-marines, tant en termes de débit, de portée que de sécurité des données, participe directement de la capacité des drones sous-marins à conduire des missions complexes, seuls ou en réseau. Reposant majoritairement sur des technologies acoustiques, les communications sous-marines font l'objet de recherches diverses (techniques de codage et de corrections d'erreur, réseau de communication utilisant des relais [drones, bouées, infrastructures fixes], communications laser, etc.)⁶⁰.

⁶⁰ Les communications sous la mer ont bénéficié des recherches faites dans le cadre du spatial, illustrant une fois de plus la symétrie des problématiques entre ces deux milieux. En 2017, la NASA et le Lincoln Laboratory ont prouvé la capacité d'un laser à transmettre de la donnée à haut débit à très longue distance. A plus de 385 000 km, le satellite a émis un trafic avec un débit de 622 mégabits par seconde, lors de l'essai Lunar Laser Communication Demonstration (LLCD). Cette technologie de transfert de données, transposée avec succès dans le milieu sous-marin, permet d'espérer des gains opérationnels significatifs, notamment une meilleure coordination des moyens aéromaritimes dans le cadre de la lutte anti sous-marine de théâtre.

Dans le domaine des Robots télé-opérés (ROV)

En complément des technologies mentionnées *supra*, les avancées techniques liées au domaine de la robotique permettent d'envisager des performances accrues pour les systèmes sous-marins télé-opérés, tant en termes d'endurance, de précision que de diversité des missions :

- commandes de prise en main simplifiées (*joystick*) pour les opérateurs, permettant une plus grande précision des gestes techniques ;
- interfaces délivrant de meilleures informations à l'opérateur (informations tactiles, à retour d'effort, vision en relief...);
- bras manipulateurs disposant d'un nombre élevé de degrés de libertés avec des interfaces de commande adaptées ;
- architectures (motorisation, commandes) permettant une grande précision de déplacement et de positionnement ;
- emport de batteries performantes permettant de se passer du câble d'énergie pour faciliter certaines missions.

De même, les améliorations attendues en termes de stabilisation des bâtiments de mise en œuvre (formes de carène, ailerons de stabilisation, systèmes de commande, capteurs d'observation permettant la prédiction des mouvements de plate-forme, avec logiciels de traitement temps-réel, etc.) devront permettre la mise en œuvre de ces systèmes autonomes ou télé-opérés dans des conditions météorologiques élargies.

2.2.2 Faire de la maîtrise des fonds marins un domaine d'excellence pour la France

2.2.2.1 Développer les compétences de la BITD

Les industriels français disposent à ce jour d'un certain nombre de compétences et de savoir-faire indispensables à la maîtrise des fonds marins notamment en matière de travaux sous-marins, de porteurs, de senseurs et de systèmes de communication. Cependant l'expérience des grands fonds (> 3000 m) est peu répandue. Les travaux et produits réalisés ces dernières années pour les fonds compris entre 3000 et 6000 m ont été portés principalement par la recherche scientifique et océanographique.

En conséquence, peu de systèmes (ROV/AUV) « grands fonds » pour surveiller ou intervenir jusqu'à 6000 mètres de profondeur ont été, jusqu'à présent, développés et réalisés par l'industrie nationale.

Seul l'IFREMER dispose et met en œuvre un ensemble cohérent de capacités permettant de connaître et surveiller jusqu'à 3000 m de profondeur, et d'agir jusqu'à 6000 m.

La France dispose par ailleurs de capacités de recherche et d'essais capables de soutenir la montée en puissance d'une filière nationale (Ecole Centrale Nantes, ENSTA Bretagne, IFREMER, DGA Technique Hydrodynamique et Technique Navale notamment).

La BITD devrait être à même de proposer certaines capacités stratégiques permettant :

La connaissance de la colonne d'eau : l'enjeu sera de développer le champ des mesures et leur domaine d'emploi pour répondre pleinement aux besoins de connaissance de la colonne d'eau jusqu'à de très grandes profondeurs.



La connaissance et la surveillance des fonds marins : la maîtrise de nombreuses briques technologiques est à cet égard indispensable pour disposer d'une capacité fiable et performante (imagerie des fonds marins par forte pression, géolocalisation et relocalisation, communication sous-marine, navigation sous-marine autonome, autonomie décisionnelle pour permettre l'adaptation à toute interférence environnementale, autonomie énergétique).

La maîtrise de l'architecture d'ensemble intégrant toutes ces technologies est également indispensable.

L'intervention au niveau des fonds marins : la capacité d'agir à proximité ou directement sur le fond marin par grande profondeur est offerte à ce jour par deux familles d'objets : le sous-marin habité et le véhicule sous-marin télé-opéré (ROV). En effet la complexité des opérations à conduire nécessite aujourd'hui l'intervention directe de l'homme ; ce dernier étant présent ou à distance relié au ROV par un câble électromécanique.

Plusieurs sociétés françaises ont une compétence en matière de ROV à capacité moyenne ou grande profondeur mais aucune d'entre elles ne propose de ROV sur étagère. L'IFREMER opère également depuis 1999 le ROV Victor 6000 développé avec le concours de nombreux partenaires industriels. L'expérience de la conception de ce ROV qui a maintenant plus de 20 ans montre que le développement et la réalisation d'une telle capacité nécessite la maîtrise de très nombreuses briques technologiques telles que l'éclairage et l'imagerie électro-optique par forte pression, le positionnement, la propulsion, la robotique pour les bras articulés, les câbles électro-opto-porteurs.

L'IFREMER dispose enfin d'une compétence et d'un savoir-faire quant à la conception et à l'opération de ces deux véhicules : petit sous-marin habité⁶¹ et véhicule sous-marin télé-opéré.

A ce stade, l'industrie française ne couvre donc qu'une partie des briques technologiques indispensables au développement d'un ROV de nouvelle génération.

Une attention particulière doit donc être apportée pour veiller à disposer d'une BITD qui réponde aux intérêts essentiels de sécurité de l'État en prenant en considération des enjeux complémentaires de souveraineté sur certaines capacités sensibles.

Les synergies avec les projets d'investissement sur les fonds marins portés par le plan d'investissement France 2030 (objectif n°10) seront recherchées, en particulier, en regard des projets d'acquisition France 2030 de capacités ROV/AUV grands fonds à partir desquels la capacité ROV/AUV grands fonds de la présente stratégie sera construite, sous réserve de leur confirmation.

R2-10 Accompagner le développement de la BITD sur la maîtrise des capacités sensibles, en tirant tout le bénéfice des solutions développées pour les besoins civils et en cohérence avec le plan France 2030.

⁶¹ L'IFREMER opère depuis 1984 le Nautille déployable actuellement depuis les navires « Atalante » et « Pourquoi-Pas ». Doté de deux demi-sphères forgées en Titane, assurant une parfaite étanchéité par simple compression métal contre métal, le Nautille est l'une des rares capacités au niveau mondial permettant à trois passagers d'opérer par 6000 mètres de fond. Sa conception simple et robuste le rend fortement adaptable à de nouvelles charges utiles. Les composants irremplaçables tels que les deux demi-sphères en Titane, n'étant pas sujet à la fatigue, le Nautille n'a - théoriquement - pas de durée de vie définie.

2.2.2.2 Développer des partenariats avec des opérateurs civils

La maîtrise des fonds marins et ses applications associées, tant en termes de plongée profonde, de navigation sous-marine autonome, de recherche scientifique marine, de stockage d'énergie, de miniaturisation des charges utiles, de résistance aux très fortes pressions et d'utilisation de la fibre optique à des fins de surveillance des infrastructures sensibles – domaines présentant des synergies entre activités industrielles et celles du ministère des Armées en raison de leur dualité potentielle – militent pour le développement de partenariats spécifiques avec certains opérateurs civils, avec des contreparties dont il conviendra de définir la nature.

2.2.3 Développer nos partenariats avec l'étranger

2.2.3.1 Les coopérations existantes

Les coopérations, déjà engagées avec certains de nos partenaires étrangers en matière de maîtrise des fonds marins, s'inscrivent principalement dans la tenue d'échanges bilatéraux ou multilatéraux, ou au sein d'un dialogue stratégique et/ou de sécurité maritime entre États.

En Europe, nos principaux partenaires comprennent la Belgique, l'Espagne, la Grèce, l'Italie et le Royaume-Uni dans le domaine de la guerre des mines et/ou du sauvetage sous-marin ; la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni pour l'Hydrographie – Océanographie – Météorologie (HOM). Hors Europe, des échanges ont également lieu avec les États-Unis, l'Inde, Israël, le Liban, des pays du Golfe et du Maghreb, dans le domaine de la guerre des mines, et avec les États-Unis, l'Australie, l'Inde, l'Indonésie, et des pays du Maghreb sur le volet HOM.

2.2.3.2 Les coopérations envisageables

Les coopérations internationales envisageables dans le domaine de la maîtrise des fonds marins devront pouvoir répondre à des enjeux divers, liés à l'exercice de notre souveraineté sur nos espaces sous juridiction nationale, ainsi qu'à la préservation de nos intérêts stratégiques et économiques. Il s'agira à cet égard de :

Garantir l'exercice de notre souveraineté et notre liberté d'action : la France disposant du deuxième espace maritime mondial, notamment grâce à ses territoires d'outre-mer, l'exercice de notre souveraineté doit pouvoir s'exercer sur de vastes espaces, s'étendant des zones d'approches métropolitaines aux zones économiques exclusives de l'Océan indien ou du Pacifique. Nos moyens étant contraints, le développement de partenariats – en priorité dans les zones que nous ne pourrions pas entièrement couvrir – doit nous permettre de répondre à deux enjeux majeurs :

- garantir la liberté de manœuvre de nos forces maritimes, en premier lieu celles de la composante océanique de dissuasion portée par les SNLE, ce qui passe par le maintien d'un haut niveau de connaissance des zones de déploiement potentiel ;
- contribuer à la protection de nos infrastructures sous-marines et des ressources situées dans nos espaces sous juridiction nationale. Nos territoires ultra-marins constituent à cet égard un atout, l'empreinte géographique de ces territoires légitimant nos démarches vers nos partenaires en matière de partage de renseignements sur les activités sous-marines.

Préserver nos intérêts stratégiques et économiques : au-delà de ces enjeux de souveraineté, il s'agira pour la France de rechercher dans ses partenariats une position d'équilibre préservant ses avantages stratégiques et économiques (soutien aux opérateurs nationaux et développement de la BITD).

Même si la question de la maîtrise des fonds marins présente un intérêt de plus en plus partagé, le niveau de connaissance et d'investissement tant sur les plans politique, économique, technique et militaire, diffère fortement d'un pays à l'autre. Au-delà des situations actuelles, les ambitions sont également différentes. Le bénéfice des partenariats envisagés devra donc être évalué à l'aune des efforts conduits par nos partenaires et de leur ambition affichée.

3 FEUILLE DE ROUTE

3.1 Intégrer la maîtrise des fonds marins dans notre stratégie de défense

3.1.1 Les opérations militaires de maîtrise des fonds marins

Pouvoir garantir la capacité de la France à répondre à l'ambition définie en matière de maîtrise des fonds marins nécessite pour les armées de fixer le cadre d'emploi et la typologie des opérations de maîtrise des fonds marins (OMFM). Celles-ci recouvrent l'ensemble des activités conduites par le ministère des Armées ou à son profit, depuis, vers et sur les fonds des mers et océans.

3.1.1.1 Définition

Concourant à la liberté d'information, d'accès et d'action de nos forces et à la protection de nos intérêts stratégiques, les OMFM comprennent la mise en œuvre, le déploiement, et l'exploitation de capacités sous-marines fixes, semi-fixes ou mobiles, pouvant opérer vers, depuis et sur les fonds marins, de manière indépendante ou en réseau.

Ces opérations contribuent à la liberté d'action de nos forces, à la protection de nos infrastructures sous-marines (parmi lesquelles les câbles sous-marins de communication) et de nos intérêts nationaux relatifs à l'exploration et l'exploitation des ressources minérales et énergétiques, tout en étant capable de faire peser une menace crédible sur les intérêts ou les forces d'un adversaire potentiel qui serait tenté de s'en prendre à nos intérêts nationaux.

3.1.1.2 Cadre d'emploi

Face à des modes d'action divers, évolutifs et possiblement duaux dans le domaine de l'action sous la mer, les OMFM s'inscrivent dans le cadre plus global de la maîtrise des espaces maritimes et sont consubstantielles d'une ambition nationale forte visant à préserver nos capacités d'anticipation et d'action et à contribuer à notre résilience nationale.

Les OMFM s'organisent autour de trois grandes fonctions :

- connaître les fonds marins ;
- surveiller les fonds marins et l'espace océanique ;
- agir sur, depuis et vers les fonds marins.

3.1.1.3 Connaître les fonds marins

Cette fonction doit permettre de mesurer, caractériser et analyser les grandeurs physiques des fonds marins et du milieu océanique, à des fins de connaissance et d'anticipation. Elle repose sur :

- des missions à caractère hydro-océanographique, qui comprennent le relevé, l'analyse puis le stockage des données recueillies : relevés bathymétriques et mesures gravimétriques - paramètres indispensables pour la sécurité nautique des vecteurs sous-marins et la capacité de nos forces à agir de façon autonome ; mesures magnétométriques afin de caractériser les anomalies magnétiques, nature des fonds pour la maîtrise de la performance des senseurs acoustiques, notamment dans le domaine des ultra et très basses fréquences ; paramètres divers tels que les profils de célérité, relevés de bruit ambiant, transparence du milieu ; cartographie des câbles sous-marins dans nos approches (P1) et dans certains points de passage (P2), etc. Ces opérations,

selon leur degré de confidentialité ou la permissivité du milieu de recueil des données, peuvent être réalisées par des moyens militaires souverains, via des échanges avec certains de nos alliés, ou par l'intermédiaire de partenaires de confiance⁶² ;

- des missions de collecte de données, destinées à conserver une connaissance exhaustive des fonds marins en rapport avec nos voies de communication stratégiques et routes de sortie de certains bâtiments d'intérêt stratégique. Ces missions opérationnelles garantissent l'efficacité des moyens de guerre des mines déployés en tant de paix comme en temps de crise, au profit du soutien à la dissuasion, de la protection des PIV et de l'intervention d'une force aéromaritime projetée ;
- des actions spéciales d'évaluation rapide de l'environnement (REA⁶³) en zone contestée, qui visent à pénétrer discrètement, par voie subaquatique et dans la profondeur du dispositif adverse, pour collecter les informations GHOM⁶⁴ nécessaires à la préparation d'une action spéciale navale ou d'une opération amphibie, dans un port ou une zone d'intérêt stratégique. Il s'agit d'appréhender finement et en milieu non-permissif des données d'environnement liées au volume sous-marin et à la zone littorale (bathymétrie fine des approches littorales, conditions de turbidité ou de bioluminescence du volume sous-marin, encombrement et nature des fonds, etc.).

Qu'elle soit réalisée en milieu permissif ou non-permissif, la conduite de ces opérations de connaissance des fonds marins et de l'environnement associé se fonde sur la mise en œuvre de capacités multi-capteurs, fondées sur la complémentarité des senseurs et effecteurs afin d'optimiser la recherche et d'en limiter les contraintes.

3.1.1.4 Surveiller les fonds marins et l'espace océanique

Les OMFM associées à cette fonction comprennent :

- la surveillance des fonds marins et des infrastructures sous-marines critiques, dans nos approches maritimes (mer territoriale et ZEE), ainsi que dans une zone d'intérêt ou sur un théâtre d'opérations ;
- la surveillance du volume sous-marin, depuis le fond de la mer, par le déploiement et l'exploitation de réseaux de détection immergés, en protection de nos approches, en soutien à des opérations de projection de forces et de puissance.

3.1.1.5 Agir sur, depuis et vers les fonds marins.

La typologie des opérations associées à la fonction « agir » comprend :

- les opérations de recherche et d'investigation, entreprises pour lever un doute potentiel, caractériser la menace et si besoin, préparer l'intervention sous-marine. En appui des opérations de surveillance, il s'agit d'être en mesure, à partir d'une détection initiale ou d'un indice de menace, de conduire une investigation ciblée, préalablement à une éventuelle opération de neutralisation, de destruction, de récupération ou de sauvetage ;
- l'intervention, à des fins de neutralisation, de destruction ou de récupération d'engins susceptibles de faire peser une menace sur la liberté d'action de nos forces ou sur des infrastructures critiques ;

⁶² La convention d'exploitation MN Ifremer Shom permet d'employer durant 130 jours par an les moyens navals et télé-opérés de la Flotte Océanique Française (FOF).

⁶³ *Rapid Environmental Assessment*.

⁶⁴ Géographie, Hydrographie, Océanographie, et Météorologie.

- la restauration ou le sauvetage d'un objet sous-marin ayant fait l'objet d'une atteinte physique à son intégrité et/ou à sa sécurité ;
- la recherche et la récupération d'objets sensibles ou présentant des informations à caractère sensible (débris de missiles, boîte noire, etc.).

3.1.2 Préciser la doctrine

3.1.2.1 La spécificité des fonds marins

Alors que la problématique des fonds marins prend de l'ampleur, la question de son positionnement au sein de l'environnement multi-milieux, multi-champs (M2MC) peut se poser.

Si les fonds marins ne constituent pas un milieu ou un champ à part entière, ils représentent néanmoins un nouvel espace de conflictualité, exigeant un suivi attentif et la rédaction d'un *corpus* doctrinal spécifique.

3.1.2.2 Rédaction du corpus doctrinal

L'intégration de la problématique des fonds marins dans la stratégie maritime d'ensemble ne peut se limiter à l'identification et à l'explicitation des opérations précédemment évoquées. Il conviendra de construire un *corpus* doctrinal propre à cet enjeu, qui détaille le cadre, l'organisation, les principes et les outils nécessaires à la conduite de l'action militaire.

Pour demeurer pertinente, cette doctrine devra accompagner les avancées technologiques sur des sujets aussi fondamentaux que les communications sous-marines, l'emploi des engins sous-marins ou le traitement des données de masse. Elle sera élaborée en tenant compte des préoccupations de nos partenaires européens et au sein de l'Alliance atlantique, sans transiger sur ce qui apparaît comme une volonté ou un besoin spécifiquement national.

Enfin, une fois le périmètre des missions, moyens et opérations clairement défini, il conviendra de l'intégrer sous forme de contrats opérationnels, puis de l'entretenir lors des mises à jour annuelles de la PIA 0.1 – contrats opérationnels de disponibilité des capacités opérationnelles – aux chapitres de la marine et des contrôleurs opérationnels disposant des capacités.

R3-1 Poursuivre le processus d'intégration de la maîtrise des fonds marins dans le *corpus* doctrinal.

3.1.3 Anticiper et analyser la menace

La maîtrise des fonds marins nécessite de caractériser les menaces actuelles et futures susceptibles de porter atteinte aux intérêts nationaux et à la liberté d'action de nos forces.

En conduite, les capacités de renseignement du ministère des Armées contribueront aux trois étapes de détection/identification des actions potentiellement hostiles, de compréhension/caractérisation de l'intention de nos compétiteurs et adversaires potentiels, et d'attribution de ces actions.

3.2 Définir la gouvernance de la réponse

3.2.1 Établir au sein du ministère des Armées une gouvernance transverse pour la maîtrise des fonds marins, garantissant visibilité et cohérence

Une structure permanente, dédiée au suivi de la thématique de maîtrise des fonds marins, sera placée sous la direction d'une autorité de coordination située au sein de l'État-major de la Marine. Cette structure permettra de répondre au double objectif de visibilité et de cohérence en matière de doctrine, d'organisation, d'équipements et de ressources humaines consacrés à ce domaine.

Elle visera notamment à :

- coordonner sous un label commun les différents domaines d'expertise concourant à la maîtrise des fonds marins (hydrographie-océanographie, guerre des mines, intervention sous la mer, plongée humaine, survie/sauvetage sous-marin, renseignement d'origine acoustique) et confiés à des entités appartenant à des autorités organiques différentes ;
- contribuer à l'expression et au réexamen régulier du besoin opérationnel en rapport avec la démarche capacitaire adoptée ;
- identifier les problématiques communes permettant d'optimiser les stratégies. La génération de compétences, l'acquisition de matériels ou la construction d'infrastructures, en font partie.

Cette autorité de coordination s'appuiera sur l'expertise des autorités organiques et de l'ensemble des bureaux de l'État-major de la Marine et de la Direction du personnel militaire de la marine.

3.2.2 Assurer le suivi du domaine par une coordination efficace et inclusive

Le processus de coordination mis en œuvre traduira une triple finalité :

- imprimer une dynamique visant la cohérence et la performance opérationnelle, et favoriser - à cette fin - la connaissance mutuelle des acteurs concourant à la maîtrise des fonds marins ;
- satisfaire le besoin opérationnel et accroître l'efficacité des forces dans l'exécution de leurs missions en assurant une coordination étroite entre les différents acteurs et en fédérant les travaux des différents états-majors ;
- orienter annuellement le sujet de la maîtrise des fonds marins en apportant les corrections et ajustements requis pour garantir la cohérence des différents volets constitutifs des capacités, se fondant sur le RETEX et une vision prospective ;

In fine, le pilotage de la MFM doit aussi permettre d'identifier les forces et les faiblesses des capacités opérationnelles. Ce processus permettra, le cas échéant, de proposer au CEMA et au niveau ministériel des priorisations.

Le pilotage sera suivi par le groupe de travail créé à l'occasion de la rédaction de cette stratégie ministérielle. Organisé autour des grands acteurs du sujet que sont l'EMA, EMM, DGRIS, DGA, DAJ, AID, DPID, le SHOM et les services de renseignement, ce comité, sous pilotage EMA, pourra animer plusieurs sous-groupes de travail orientés sur les six piliers de la DORESE⁶⁵. Afin d'assurer une cohérence et une coordi-

⁶⁵ Doctrine, Organisation, Ressources humaines, Equipements, Soutien, Entraînement.



nation la plus large possible, des entités et organismes relevant d'autres ministères y seront associés selon les sujets du moment comme le SGMer pour les thématiques de l'exploration et exploitation des fonds marins.

Le groupe de travail présentera en fin d'année, ou selon les besoins, les résultats de ses travaux au niveau ministériel.

R3-2 Maintenir le groupe de travail ministériel créé à l'occasion de la rédaction de cette stratégie en l'ouvrant, selon les besoins, aux autres organismes et ministères participant à la maîtrise des fonds marins. Il aura vocation à s'assurer du bon suivi du domaine sous le spectre DORESE, selon une logique de visibilité, d'efficacité et de cohérence globale. Il rendra compte annuellement au niveau ministériel.

3.3 Préparer les capacités nécessaires à notre ambition

3.3.1 Cohérence avec les programmes existants

Plusieurs opérations d'armement existantes ou en devenir sont déjà parties prenantes de la maîtrise des fonds marins :

- le programme CHOF (Capacité Hydrographique et Océanographique Future) concourt à la maîtrise des fonds marins dans son volet « connaître » ;
- le programme SLAMF (Système de Lutte Anti-mines du futur) concourt à la maîtrise des fonds marins sur l'ensemble des volets « connaître », « surveiller » et « agir » mais uniquement pour ses missions spécifiques.

La pertinence de doter les systèmes développés dans le cadre des programmes CHOF et SLAMF de la capacité de mettre à l'eau et récupérer des drones de surfaces et des drones sous-marins et donc capables de pouvoir accueillir tout ou partie des nouvelles capacités de maîtrise des fonds marins, sera étudiée. Les potentielles synergies entre ces programmes et un potentiel programme « maîtrise des fonds marins » complémentaire continueront à être recherchées.

De même, d'un point de vue technologique, certaines briques en termes de senseurs, d'effecteurs ou de plateformes pourront être partagées entre ces programmes. L'effort de cohérence sera poursuivi.

3.3.1.1 CHOF

Le programme CHOF a pour objectif de renouveler la capacité hydrographique et océanographique de la Marine nationale par un socle capacitaire faisant appel à des technologies de rupture (drones de surface et sous-marins, et intelligence artificielle notamment), assurant la continuité du besoin et une capacité de relevé réactive et discrète. Le programme sera complété d'incrémentes pour atteindre progressivement la capacité optimale répondant au besoin accru de relevés.

La phase de préparation en cours vise à définir l'architecture des bâtiments hydrographiques de nouvelle génération (BHNG) et évaluer les différents choix possibles de charges utiles (drones) à même de répondre au besoin croissant en hydrographie (doublement de la capacité de relevés, +10% de la surface à couvrir, amélioration des relevés réactifs et discrets).

Dans ce cadre, des drones de surface (DRIX), des AUV moyens fonds (AUV « Gavia » de l'industriel Teledyne, AUV A18D de ECA) et un AUV grands fonds (Hugin 6000 – Kongsberg) ont été expérimentés en 2020 et 2021.

Cette composante apportera une capacité de déploiement de drones de surface, aérien et sous-marin.

3.3.1.2 SLAMF

L'opération système de lutte anti-mines navales futur (SLAMF) vise à assurer de manière incrémentale le renouvellement de la capacité française de lutte contre les mines navales. Le programme doit permettre d'étendre et de moderniser cette capacité en introduisant des solutions robotisées, en comblant des lacunes capacitaires, en éloignant l'homme de la menace et en améliorant la discrétion en opérations extérieures.

L'étape 1 de l'opération SLAMF lancée en réalisation en octobre 2020 vise à assurer le soutien à la dissuasion en complément des CMT (chasseurs de mines tripartites) déjà existants, avec principalement l'acquisition des quatre premiers modules de lutte contre les mines. Un module de lutte contre les mines peut mettre en œuvre les éléments suivants : un drone de surface doté d'un sonar remorqué ; un drone de surface doté d'un robot téléopéré permettant de relocaliser la mine, de l'identifier et de la neutraliser ; deux drones sous-marins dotés de sonar capables en autonomie de mener la séquence de détection, classification, localisation.

Les étapes ultérieures, dont le lancement en réalisation est prévu début 2023, apporteront la composante hauturière : le bâtiment de guerre des mines (BGDM), la pleine capacité avec l'acquisition de MLCM et de drones sous-marins complémentaires ainsi que le bâtiment base pour plongeurs démineurs.

Cette composante apporte une capacité de déploiement de drones de surface, aérien et sous-marin.

3.3.2 Développement de capacités nouvelles

3.3.2.1 Lancement d'une démarche capacitaire

En lien avec l'EMM et l'EMA, une double démarche a été lancée par la DGA pour répondre au besoin de maîtrise des fonds marins pour les parties non traitées par les programmes et opérations mentionnés *supra* :

- une démarche accélérée d'expérimentation et d'exploration capacitaire ;
- une démarche de construction capacitaire sur le long terme.

Démarche accélérée : une première capacité exploratoire

Une démarche accélérée d'expérimentation et d'exploration capacitaire a été lancée en avril 2021. Elle vise à évaluer une première capacité de surveillance et d'intervention sur grands fonds marins

(jusqu'à 6 000 m) composée d'équipements déjà éprouvés par l'industrie *Oil & Gas* ou la recherche scientifique et disponibles sur étagère, de préférence en national. Elle permettra, d'une part, de disposer d'une première capacité exploratoire dédiée à la maîtrise des fonds marins et, d'autre part, de poursuivre les travaux capacitaires et d'affiner le concept d'emploi de certaines capacités.

Cette première capacité sera composée des deux équipements suivants :

- un AUV grands fonds pour remplir les fonctions connaissance et surveillance ;



- un ROV grands fonds pour remplir la fonction action.

Le calendrier d'ensemble de la démarche accélérée est le suivant :

- octobre 2021 : expérimentation AUV grands fonds dans le cadre de CHOF ;
- 2022-2024 : expérimentations puis mise en œuvre AUV et ROV.

Démarche de construction capacitaire

Une démarche de construction capacitaire a été lancée au premier semestre 2021 afin de définir le besoin d'ensemble de la capacité de maîtrise des fonds marins. Un travail d'analyse fonctionnelle détaillée est actuellement mené, portant sur le périmètre de la capacité de maîtrise des fonds marins non encore couvert par les programmes existants, à savoir la capacité à pouvoir connaître, surveiller et agir à des profondeurs allant jusqu'à 6000 m. L'analyse fonctionnelle sera suivie des travaux d'étude qui seront jugés nécessaires en termes d'analyse opérationnelle et technico-opérationnelle (EOTO), d'études technologique de défense (PTD) permettant les montées de TRL visées, et d'analyse de faisabilité qui permettront de définir et dimensionner correctement un programme. L'ensemble de cette analyse capacitaire pourra être matérialisée par un dossier d'orientation capacitaire étendu (DOR étendu), permettant de s'assurer de la cohérence globale, y compris dans la durée, des éléments constitutifs de cette capacité.

Sous réserve de confirmation par le travail capacitaire, et **à titre illustratif**, une montée en puissance pourrait s'articuler comme suit :

- un premier incrément capacitaire à l'horizon 2025 nécessitant la mise en place d'un financement à très court terme constitué par :
 - o un AUV 6000 et un ROV 6000 pour constituer une première capacité « grands fonds 6000 » ;
 - o un AUV 3000 et un ROV 3000 pour constituer une première capacité « moyens fonds 3000 » ;
 - o des actions de maturation de la BITD pourront également être lancées pour préparer l'incrément capacitaire suivant ;
 - o utilisation de navires d'opportunité.
- acquisition d'un complément constituant l'incrément 2 de la capacité à l'horizon 2028 nécessitant la mise en place d'un financement à court terme, offrant une capacité permanente d'alerte sur les deux façades (Atlantique et Méditerranée) ainsi qu'une capacité spécifique pour une projection en opération extérieure (OPEX) constituant au total une capacité de :
 - o deux AUV 6000 et deux ROV 6000 ;
 - o deux AUV 3000 et deux ROV 3000 ;

Le travail capacitaire pourrait justifier d'un troisième incrément permettant de mieux dimensionner les capacités face aux enjeux :

- o AUV 6000 complémentaires pour répondre à un niveau d'urgence en matière de relocalisation ;
- o plateforme dédiée.

3.4 Consolider l'expertise en matière de maîtrise des fonds marins

La prise en compte de la maîtrise des fonds marins dans notre stratégie de défense devra s'appuyer sur

un volet « ressources humaines » garantissant l'atteinte de l'ambition affichée. Il s'agira à cet effet :

- d'identifier les besoins nécessaires au renfort des capacités existantes et à la mise en œuvre de nouvelles capacités ;
- de définir les besoins de formation afférents ;
- de générer une ouverture fructueuse vers les mondes de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'industrie, selon une logique de fertilisation croisée des expertises.

3.4.1 Honorer le besoin

Les ambitions affichées en matière d'intervention sous la mer et d'exploitation de systèmes fixes ou semi-fixes de surveillance sous-marine, nécessiteront des besoins RH nouveaux, tant en compétences qu'en effectifs.

Une réorganisation et un renforcement de la cellule de plongée humaine et d'intervention sous la mer de la Marine (CEPHISMER) devra ainsi être conduite afin de garantir sa capacité à honorer un contrat opérationnel élargi dans les domaines de la recherche et de l'intervention sous la mer.

La composante RH devra être adaptée en qualité et en nombre pour l'acquisition et le traitement des données massives sur les nouveaux systèmes mis en œuvre.

Par ailleurs, l'exploitation de dispositifs de surveillance océanique fixes ou semi-fixes constituera un besoin nouveau, recouvrant des fonctions de veille, d'analyse, de corrélation et d'interprétation en temps réel de données issues de différents capteurs sous-marins. Les expérimentations conduites en matière de détection sous-marine à partir de systèmes fixes permettront notamment d'affiner la formulation du besoin RH.

R3-3 Définir le format en ressources humaines nécessaire aux ambitions proposées à court et moyen terme en matière de recherche et d'intervention sous la mer.

3.4.2 Générer la compétence

La formation devra évoluer afin de générer une ressource humaine en mesure de mener ces nouvelles missions.

A cet égard, la formation de certaines spécialités au sein des armées devra être élargie afin d'intégrer l'exploitation de matériels nouveaux tels que les engins sous-marins, télé-opérés ou autonomes. Cette ouverture, qui pourra comprendre le recours à l'externalisation pour certaines formations spécifiques, constituera une opportunité d'échanges et une fertilisation croisée avec les mondes de la recherche et de l'industrie développant ou mettant en œuvre des capacités similaires.

Il conviendra ensuite de statuer sur la nécessité opérationnelle de faire appel à des savoir-faire spécifiques, comme celui de la plongée à saturation. Le cas échéant, la Marine devra se doter des outils de formation nécessaires au maintien ou au développement de telles compétences.



Enfin, des *cursus* résolument nouveaux seront bâtis pour répondre à des besoins qui le sont tout autant. L'exploitation de systèmes fixes de surveillance acoustique exigera ainsi la définition de parcours nouveaux, combinant des savoir-faire en matière de détection acoustique et dans la gamme des ultra basses fréquences, d'exploitation et de traitement des données de masse, voire d'interprétation opérationnelle des propriétés physiques de la fibre optique.

R3-4 Etablir un bilan précis des compétences existantes, identifier les voies de recrutement et de formation possibles afin de définir les parcours professionnels adaptés à la mise en œuvre des capacités nouvelles appelées par la maîtrise des fonds marins : mise en œuvre et maintenance des engins sous-marins autonomes et télé-opérés, plongée à saturation, connaissance fine de l'environnement sous-marin, détection sous-marine dans la gamme des ultra basses fréquences, gestion et traitement des données de masse.

3.4.3 Susciter l'émulation grâce à des partenariats

La recherche de l'excellence dans le domaine de la maîtrise des fonds marins devra conduire le ministère des Armées à nouer des partenariats avec l'enseignement supérieur, la recherche et l'industrie, selon une logique de fertilisation croisée des expertises et des savoir-faire, dans un domaine dual et propice à l'innovation de rupture.

La France bénéficie d'atouts certains, avec des compétences avérées et un écosystème reposant sur une grande diversité des acteurs (acteurs étatiques et institutionnels, instituts de recherche, groupes industriels, PME/ETI, etc.) Ces acteurs se situent principalement en Bretagne, en région PACA et, dans une moindre mesure, en région parisienne. Compte tenu de cette dispersion, il sera nécessaire de fédérer les compétences et les acteurs concernés afin de contribuer à développer une expertise et une filière au niveau national.

A l'instar de l'exemple du domaine cyber⁶⁶, la constitution d'un pôle d'excellence ayant pour mission de stimuler le développement de l'offre de formation, la recherche académique et la base industrielle et technologique, pourrait contribuer à cette indispensable fédération des acteurs. Il conviendra à cet effet de s'appuyer sur des partenaires motivés afin d'initier cette construction et lui donner un rôle réellement national. La région Bretagne, qui possède déjà l'expérience de la constitution du pôle d'excellence cyber et qui regroupe une part significative d'acteurs académiques (universités, écoles, instituts de recherche), pourrait être le lieu adéquat pour la création de ce pôle d'excellence.

R3-5 Identifier et sélectionner dans les domaines de la recherche, de l'enseignement, et de l'industrie les partenaires volontaires pour la constitution d'un pôle d'excellence « grands fonds marins » de portée nationale, et instruire sa mise en place.

⁶⁶ Le pôle d'excellence cyber a été initié en 2014 sous forme d'une association loi 1901 par le ministère des Armées et la région Bretagne. Il compte aujourd'hui une quarantaine de membres actifs. Il a une vocation nationale et internationale. Une équipe permanente d'une dizaine de personnes assure l'animation du pôle et des groupes de travaux thématiques, la recherche de financements et le montage de projets. Le pôle dispose d'un conseil d'administration où siègent les représentants des principales entités impliquées (MINARM, ANSSI, Région Bretagne).

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 - LISTE DES ENTRETIENS ET VISITES

ANNEXE 2 – GLOSSAIRE



ANNEXE 1 – LISTE DES ENTRETIENS ET VISITES

État-major particulier	Marine
CV Lambropoulos, Adjoint Mer	M. Geoffroy de Dinechin, V.P Engineering and Expertises, Orange Marine
SGDSN	
CV de Jaurias, Secrétariat général CDSN	M. Kamil Beffa, Directeur général, Louis-Dreyfus Armateurs
SGMer	
CRG2 de la Burgade, SGMer adjoint	M. Olivier Le Nagard, Directeur général, LDA TravOcéan
M. Jean-Louis Levet, Conseiller spécial pour la stratégie nationale des grands fonds marins	M. Jérémie Maillet, VP Marine Operations, ASN Marine Managing Director
CRC2 Jean-Baptiste Gongora, Chargé de mission	M. Michel Colinet, Directeur associé, ABYSSA
MINARM	M. Philippe Novelli, Directeur général, ECA
COL Quentin Bourgeois, Sous-directeur doctrine CICDE	M. Joseph Leroy, Directeur technique, SUBSEA SEVEN
MEAE	Ecosystème maritime
M. Jérôme Douaud, Direction des affaires stratégiques	M. Francis Valat, président d'honneur du Cluster Maritime Français
M. Pierre Bianconni, Sous-direction du droit de la mer	M. Frédéric Moncany de Saint-Aignan, président du Cluster Maritime Français
IFREMER	Experts :
M. François Houllier, PDG d'IFREMER	M Nicolas Mazzucchi, FRS
Monsieur Olivier Lefort, Directeur de la Flotte océanographique française	
Industrie	
M. Jean-Luc Vuillemin, Directeur général Orange IONS	
M. Didier Dillard, Directeur général Orange	

ANNEXE 2 – GLOSSAIRE

AUV	Autonomous Underwater Vehicle
ROV	Remotely Operated Underwater Vehicle
BGDM	Bâtiment de guerre des mines
CHOF	Capacité Hydrographique et Océanographique Future
CEPHISMER	Cellule de plongée humaine et d'intervention sous la mer de la Marine
CMT	Chasseur de mines tripartite
CNUDM	Conventions des Nations unies sur le droit de la mer
FOST	Force océanique stratégique
GAN	Groupe aéronaval
IFREMER	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
MLCM	Module de lutte contre les mines
SLAMF	Système de Lutte Anti-mines du Futur
ZEE	Zone économique exclusive

