

— ÉTUDES MARINES —

# ABYSES

---

N°8 – Juin 2015  
Centre d'études stratégiques de la Marine



— ÉTUDES MARINES —

*Les opinions émises dans les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.*

**Directeur de la publication**

Contre-amiral Thierry Rousseau

**Rédacteurs en chef**

Cyrille P. Coutansais

Capitaine de corvette Stéphanie Payraudeau

Avec la précieuse collaboration du CPGP pour les infographies

Centre d'études stratégiques de la Marine (CESM)  
Case 08 – 1, place Joffre – 75700 Paris SP 07  
01 44 42 82 13 – cesm.editions.fct@intradef.gouv.fr

— ÉTUDES MARINES —

# ABYSES

---

**N°8 – Juin 2015**  
Centre d'études stratégiques de la Marine

# SOMMAIRE

---

## PRÉFACE

Contre-amiral Thierry Rousseau

6

## Si le fond des mers m'était conté...

Alexia Pognonec

10

## L'Homme au miroir des abysses

Claire de Marignan

18

*Explorer, l'aventure des sous-marins civils*

Alexandra Babin

28

## L'art de la guerre navale à la conquête des abysses

Capitaine de vaisseau (H) Laurent Letot

Capitaine de frégate Franck Maire

32

## Céphismes : explorer et intervenir

Entretien avec le capitaine de frégate Hubert Vatbois

42

## La conquête, exploitation des abysses

Claire de Marignan

50

*Les tables de la loi, législation des grands fonds*

Alexia Pognonec

64

## La ruée vers l'or? Course aux ressources minérales marines

Adrien Ansart

68

---

<b>La vie abyssale, un nouveau monde?</b>	
Adrien Ansart	78
<b>Géopolitique des abysses</b>	
Cyrille P. Coutansais	92
<b>Les épaves des grands fonds, sanctuaire de la mémoire des hommes</b>	
Alexia Pognonec	102
<b>POSTFACE</b>	
Entretien avec Christophe Bec	112

# PRÉFACE

Contre-amiral Thierry ROUSSEAU  
*Directeur du Centre d'études stratégiques de la Marine*

**E**xpliquez la mer a toujours été difficile, sauf à ceux, encore trop peu nombreux, qui la fréquentent ou qu'elle intéresse. Que dire alors quand cette démarche pédagogique concerne les parties les moins connues des océans – ces grandes profondeurs, ces abysses qui n'ont encore, à ce jour, dévoilé que quelques pourcents de leurs caractéristiques et de leur potentiel.

Et pourtant les stratégies de la guerre navale ont vite compris les atouts de ce milieu spécifique, comme l'illustre la montée en puissance des forces sous-marines. Essentielle pour comprendre le monde géopolitique depuis un siècle, elle ne faiblit pas, la dissuasion nucléaire n'en étant qu'un des aspects majeurs.

Autre enjeu souvent méconnu des profondeurs : les câbles sous-marins, devenus indispensables aujourd'hui, avec leur rôle quasi-exclusif dans les communications entre les continents.

Et plus encore, quand la partie terrestre de notre monde trouve ses limites, il est nécessaire d'envisager le potentiel des ressources de la mer et son sous-sol comme un nouvel espace stratégique, que ces ressources concernent l'énergie, les minéraux ou la biodiversité en général.

Cette prise de conscience émerge dans les esprits : même la bande dessinée y vient comme vous le découvrirez dans ces pages.

Pour savoir, il faut d'abord connaître, et ensuite réfléchir pour enfin décider.

Là est l'objectif de ces « études » du CESM : aider à la prise de conscience de l'importance, pour tous, du monde maritime.

Merci en particulier aux jeunes de l'équipe du pôle Études pour leur participation massive à cette étude, incitant le lecteur à rêver et même à penser, et bravo pour le résultat.



Au cœur de l'archipel japonais d'Ogasawara : apparue en novembre 2013, l'île volcanique Niijima est toujours en éruption et englobe aujourd'hui l'île plus ancienne, Nishino-Shima. © NASA.



# Si le fond des mers m'était conté...

Alexia POGNONEC  
*Chargée de recherches au CESM*

**C**hâtiment divin ou œuvre de créatures légendaires, l'assourdissant grondement émanant des entrailles de la Terre, les secousses et la montée subite des eaux qui l'accompagnent ont nourri de nombreux mythes à travers les âges et les cultures. Chez les Grecs anciens, c'est Poséidon, dieu des mers, des tempêtes et des tremblements de terre qui ébranle le fond des mers et fait bouillonner ses eaux. Au Japon, c'est le *Namuzu*, poisson-chat à l'envergure titanique sur l'échine duquel repose l'archipel, qui provoque séismes et montée consécutive des eaux par ses mouvements. De part et d'autre du globe, nombreuses sont les populations à avoir ainsi établi le lien entre phénomènes géologiques sous-marins et leurs conséquences à terre, « *la terre ne trembl[ant] jamais lorsque la mer est assoupie*<sup>1</sup> ».

Plusieurs épisodes dans l'histoire de l'humanité illustrent d'ailleurs la force de ces événements et les effets qu'ils ont pu avoir sur la survie de certaines civilisations. Qu'elles soient légendaires, à l'instar de l'Atlantide et de la ville d'*Ys*<sup>2</sup>, ou qu'elles aient réellement existé, certaines îles, cités et peuples ont disparu à la suite de phénomènes naturels de très grande ampleur.

En Grèce, Hélice, cité portuaire bordant le golfe de Corinthe, a été submergée par les flots en 373 avant notre ère à la suite d'un important tremblement de terre. Mentionnée dans l'Iliade et célèbre pour son temple érigé à la gloire de Poséidon, elle gît désormais à une quarantaine de mètres de profondeur. Plus au nord, Hathabu, grand port danois du VII<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ s'est aussi effondré et repose à une dizaine de mètres de fond dans la Baltique. En Jamaïque, c'est la cité de Port Royal, alors florissant repaire de pirates, qui s'est affaissée le 7 juin 1692. Le séisme et le raz de marée qui l'a suivi ont englouti la plus grande partie de la ville et bon nombre de ses habitants, sonnant le glas de la période de faste et de luxure que la cité connaissait. Peut-être plus impressionnant encore, l'éruption puis l'affaissement de l'île volcanique de Santorin semblent avoir largement contribué à la disparition de la civilisation minoenne à la fin du II<sup>e</sup> millénaire avant notre ère.

En effet, loin de n'être qu'une calme et immense étendue sableuse ondulant au gré des courants, le fond des mers se meut, évolue et se déforme sous la puissance de forces telluriques.

---

1. Pline l'Ancien, *Livre II, relatif au monde et aux éléments*, LXXXI. Des tremblements de terre.

2. Selon la légende bretonne, la merveilleuse cité d'*Ys*, construite par le roi Gradlon le Grand pour sa fille Dahut dans la baie de Douarnenez, aurait été engloutie pour punir la princesse et ses habitants de leur vie de débauche.

## **La topographie des abysses**

Les abysses, dont il n'existe pas de définition scientifique ou juridique, désignent généralement les espaces océaniques situés au-delà de 200 mètres sous la surface. À peine perceptible à cette profondeur, la lumière ne filtre quasiment plus, absorbée par la masse d'eau surjacente. Les 1 000 mètres dépassés, la pénombre cède finalement sa place à la noirceur la plus totale, uniquement ponctuée de la lueur éphémère produite par quelques espèces marines des grands fonds.

Si les plateaux continentaux – prolongements naturels des continents sous la mer – offrent une géographie similaire à celle des terres émergées, les profondeurs abyssales tranchent par leurs reliefs extrêmes. Tantôt escarpé, vallonné, plat, volcanique, montagneux ou ponctué d'immenses crevasses, le fin fond des abysses compte d'innombrables gorges, rifts, failles et autres canyons bien plus abrupts et massifs que ce que l'on peut trouver sur terre. Cette démesure se retrouve dans la topographie générale des abîmes : alors que les terres émergées surplombent le niveau de la mer à 700 mètres d'altitude en moyenne, la profondeur moyenne des océans dépasse les 3 800 mètres. C'est aussi dans les océans que se trouvent les fosses les plus profondes du monde : dans le Pacifique, celle des Mariannes plonge à près de 11 000 mètres sous la surface.

L'extraordinaire morphologie des abysses est longtemps restée inconnue et insoupçonnée. Selon une croyance populaire du Moyen Âge, la mer n'était qu'une vaste et sinistre étendue d'eau sans fond, peuplée de créatures terrifiantes. Cette vision, déjà partagée par certains auteurs du premier siècle de notre ère, a par la suite évolué pour céder place à une représentation à peine plus flatteuse. Imaginés à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle comme les confins sans vie ni lumière des océans, jonchés de sédiments, de débris et de carcasses animales, les fonds marins n'inspiraient alors guère de tableaux plus chatoyants. Il faut attendre la pose des premiers câbles sous-marins à la moitié du siècle suivant pour que le mystère commence à se dissiper.

## **Géologie sous-marine**

C'est dans les années 1960 que la connaissance de la géologie sous-marine est révolutionnée avec la consécration de la théorie de la tectonique des plaques<sup>3</sup>. Cette

---

3. En 1962 notamment, le géologue Harry Hess propose la théorie de l'expansion océanique selon laquelle le plancher océanique se renouvelle au niveau des dorsales. En parallèle, l'excédent de croûte plonge et disparaît dans les fosses océaniques.

hypothèse, dont les prémisses remontent au début du XX<sup>e</sup> siècle avec Alfred Wegener<sup>4</sup>, n'a pu définitivement se vérifier qu'avec le développement de l'océanographie et la découverte progressive des grands fonds marins. Étape fondamentale dans l'apprehension de la géologie des abysses, elle l'est aussi pour la géologie dans son ensemble. Elle a permis de confirmer que les plaques tectoniques, aussi qualifiées de lithosphériques, forment la couche superficielle de la Terre et entraînent, par leurs déplacements, la dérive des continents.

Lorsque les plaques convergent l'une vers l'autre, se rapprochent, l'une des deux glisse sous l'autre par «subduction» au niveau de la fosse océanique avant d'être recyclée dans le manteau terrestre. À l'inverse, lorsque deux plaques s'éloignent l'une de l'autre, l'espace libéré par cette divergence est comblé par du magma, qui crée une nouvelle couche de croûte océanique en se solidifiant.

Les géologues constatent ainsi que le fond des océans est en perpétuel mouvement et qu'il se renouvelle sans cesse. Le mouvement des plaques tectoniques engendre chaque année la création de plusieurs kilomètres carrés de nouveaux fonds marins et la disparition d'autant, engloutis dans les fosses océaniques. Les géologues considèrent qu'il faut moins de 90 millions d'années pour qu'une surface équivalente à l'intégralité du sol sous-marin soit renouvelée. Ceci explique pourquoi les fonds marins sont si jeunes à l'échelle de la planète (moins de 2% de l'âge de la Terre) et des continents (âgés en moyenne de 2 milliards d'années).

Qu'elles se rapprochent ou s'éloignent l'une de l'autre, c'est à la limite de ces plaques que se forment les dorsales océaniques et que se produisent frictions et tremblements de terre. Ces séismes sous-marins, éruptions ou glissements des fonds abyssaux peuvent ensuite déplacer de colossales masses d'eau qui se propagent à grande vitesse à travers les océans. À l'approche des terres émergées, avec la réduction des profondeurs, cette immense quantité d'eau s'agglomère pour former une vague gigantesque, les fameux tsunamis.

## Apparition et disparition d'îles volcaniques

Les conséquences des mouvements géologiques sous-marins à la surface ne se limitent pas à des manifestations aussi éphémères que les tsunamis : certaines apparitions sont

4. Météorologue allemand, Alfred Wegener formule la théorie de la dérive des continents en 1912. Il publie un ouvrage à ce sujet en 1915: *Génèse des océans et des continents : théories des translations continentales*. Au XVI<sup>e</sup> siècle déjà, le cartographe néerlandais Abraham Ortelius avait constaté que les côtes atlantiques semblaient s'emboîter, et émis l'hypothèse que les deux continents avaient été réunis auparavant.

bien plus durables, notamment lorsqu'une éruption volcanique donne naissance à une nouvelle île.

Le fond de l'océan Pacifique par exemple, regorge de volcans sur une surface plus étendue que le continent européen. Certains d'entre eux sont si hauts qu'ils émergent à la surface (les îles Hawaï ou l'île de Pâques en sont des illustrations). Cette zone particulièrement active est propice à la naissance et à la disparition d'îles. Le 21 janvier 2015 par exemple, une éruption volcanique a provoqué l'émergence d'un nouvel îlot au large du Royaume des Tonga. Il n'est pas surprenant que ces phénomènes aient nourri l'imaginaire et inspiré nombre de mythes et légendes. Mu, vaste continent où vivait une puissante civilisation très avancée aurait ainsi été submergé en l'espace d'une seule nuit à la suite d'un gigantesque cataclysme. Les seuls vestiges encore visibles de ce vaste territoire seraient les îles Fidji, Hawaï ou encore l'île de Pâques.

Au Japon, c'est «l'île mystérieuse d'Ogasawara» qui suscite actuellement l'intérêt. Apparue en novembre 2013 à la suite d'une éruption, elle ne cesse depuis lors de grandir. On ne lui avait pourtant prédit qu'une très courte durée de vie avant de retourner sous les flots. Ces îles volcaniques sont en effet progressivement submergées, parfois plusieurs millions d'années après leur apparition, avec le refroidissement et la rétractation de la croûte océanique sur laquelle elles se situent.

Le phénomène n'est pas propre au Pacifique. Ainsi, en Méditerranée, l'île Julia, localisée par le commandant Cousteau durant l'été 1995 à 25 mètres sous la surface des eaux turquoises du sud de la Sicile, alterne périodes d'apparition et d'immersion depuis l'Antiquité, au gré des poussées sismiques. Parfois visible quelques heures, parfois quelques mois, seuls quelques remous et cheminées de vapeur signalent son apparition.

### **L'influence de la géologie sous-marine sur le niveau des océans**

Tsunamis, raz de marée, éruptions volcaniques, naissances ou submersions d'îles sont les conséquences les plus visibles de mouvements géologiques sous-marins. Ces derniers jouent pourtant un rôle majeur, bien que méconnu, dans les fluctuations du niveau de la mer.

On attribue le plus souvent ces variations aux changements climatiques, les évolutions les plus évidentes du niveau des mers étant fonction des périodes de glaciation : lorsque les calottes polaires gagnent du terrain, la mer baisse. Inversement, lorsque la glace fond, le niveau des eaux monte. Hors périodes de glaciation, le niveau des eaux varie

surtout en raison de la chaleur accumulée par les océans. La mer, dont le potentiel thermique est colossal, absorbe la chaleur terrestre<sup>5</sup>. Les océans se réchauffent jusqu'à une certaine profondeur, ce qui provoque une dilatation calorifique des molécules d'eau. Moins denses, elles entraînent alors inévitablement l'augmentation du volume de la mer. En parallèle, le réchauffement de la planète entraîne la fonte des glaciers terrestres, ce qui accroît d'autant la montée du niveau des eaux.

Si les changements climatiques sont souvent ceux mis en exergue pour expliquer les fluctuations du niveau des mers et des océans, ils ne doivent pas faire négliger le facteur géologique. Le niveau global des mers dépend en effet de la morphologie et de la capacité du gigantesque « récipient » océanique. Or, celles-ci évoluent en fonction de processus géologiques qui modulent la cartographie des grands fonds marins ainsi que leur profondeur. Si la masse d'eau demeure inchangée, la modification de son contenu engendre nécessairement des fluctuations du niveau de la mer<sup>6</sup>.

Le niveau des océans, à l'image du mythe du Déluge, a largement varié au cours de l'histoire de la planète. Ces évolutions expliquent les surprenantes découvertes de fossiles d'animaux marins dans les montagnes, de plages surplombant l'eau de plusieurs dizaines de mètres ou de traces de la vie de communautés humaines sous l'actuel niveau de la mer. La grotte de Cosquer, située dans les Calanques entre Marseille et Cassis, en est un précieux témoignage. Plongée à 37 mètres sous la surface, l'entrée vers cette cavité mène à une salle partiellement immergée dont les parois sont entièrement recouvertes de peintures et de gravures tracées de la main de l'homme préhistorique. Et si l'accès à cette grotte se situe sous les flots, il était, à l'époque où elle était fréquentée par nos lointains ancêtres, située à plus de 120 mètres au-dessus du niveau de la mer et à environ 6 kilomètres du rivage.

Loin d'être figé, le paysage que nous connaissons sera probablement largement métamorphosé d'ici quelques dizaines, centaines, milliers voire millions d'années. L'inexorable mouvement des plaques tectoniques provoquera la disparition de certaines mers, l'élargissement d'autres océans, la séparation de continents ou leur rapprochement, ainsi que la formation d'immenses chaînes montagneuses. S'il est difficile de prédire ces évolutions, une certitude demeure : les phénomènes géologiques sous-marins n'ont pas fini de remodeler le visage de la planète.

---

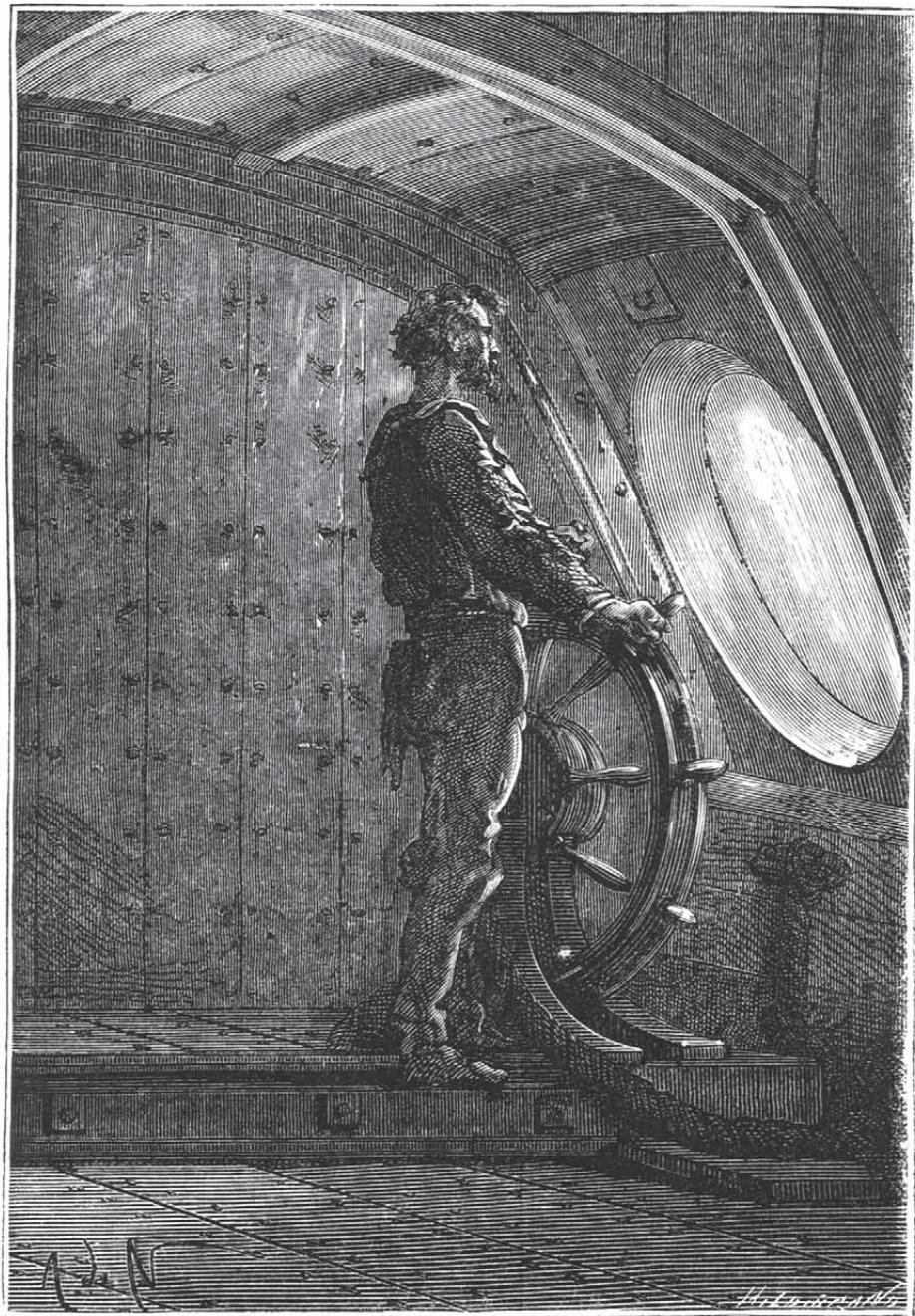
5. Le réchauffement des eaux expliquerait 25 % de la montée des eaux... (CNRS, « La montée du niveau des mers ». Extrait de la *Lettre du Changement global n°19* – Programme International Géosphère Biosphère (IGBP) – Programme Mondial de Recherches sur le Climat (WCRP) – Programme International « Dimensions Humaines » (IHDP) – Diversitas – *Earth System Science Partnership* (ESSP)).

6. Laurent Labeyrie, *Submersion, comment gérer la montée du niveau des mers*, Éditions Odile Jacob, Paris, mars 2015.

Alphonse de Neuville (1835-1885) «Le capitaine Nemo prit la barre»,  
illustration in Jules Verne, *Vingt mille lieues sous les mers*, Paris, Hetzel & Cie, 1871.  
Collection particulière. © Musée national de la Marine / A. Fux.

VINGT MILLE LIEUES SOUS LES MERS.

---



Le capitaine Nemo prit la barre (p. 254).

# L'Homme au miroir des abysses

Claire de MARIGNAN  
*Chargée d'études au CESM*

**L**e 23 février 2013, à 00h49, un navire apparaît sur les écrans radar de la *National Geospatial-Intelligence Agency*. Une balise de détresse vient de se déclencher permettant de retrouver un vieux navire de croisière russe, le *Lyubov Orlova*, disparu un mois plus tôt au large de Terre-Neuve : remorqué vers Saint-Domingue où il devait être démantelé, le navire avait rompu son câble pour partir à la dérive dans une mer démontée. Grâce à sa balise, on parvient à suivre sa trace durant seulement trois jours. Il réapparaît quelques semaines plus tard, dérivant au beau milieu de l'Atlantique nord, beaucoup plus lentement, ce qui annonce un naufrage imminent. Puis, plus rien...

A-t-il coulé ? Dérive-t-il toujours ? Le mystère alimente les rumeurs. Les médias s'en mêlent et la toile se déchaîne. Un blog, une page Facebook, un compte Twitter sont créés avec comme mot d'ordre « *Where is Lyubov Orlova ?* » Le bâtiment russe, au rythme de l'imagination enfiévrée des réseaux sociaux, prend les atours d'un navire fantôme infesté de rats cannibales hantant les eaux de l'Atlantique nord.

Fin de l'histoire ? Pas tout à fait : un an plus tard, en janvier 2014, le *Lyubov Orlova* refait surface. Une rumeur lancée par le *Sun* laisse entendre que le navire se trouverait non loin des côtes britanniques. La presse anglo-saxonne s'affole ! On craint qu'il ne déverse sa cargaison de rongeurs affamés dans les rues de Londres... Pour d'autres, le navire aurait coulé depuis longtemps. Mais aucune épave, ni signe de naufrage n'ayant été découvert, le mystère perdure et entretient le mythe du vaisseau fantôme, véritable *Hollandais Volant*<sup>7</sup>, maudit et condamné à hanter les mers pour l'éternité.

L'aventure du *Lyubov Orlova* est la preuve qu'aujourd'hui encore, la mer surprise, trouble, intrigue, fascine... Sa surface semble pourtant connue, auscultée en permanence par une armée de satellites, de scientifiques, de navires divers et variés. Mais les histoires vécues se brodent au fil des siècles, et les légendes qui en découlent sont souvent déformées par l'imagination et la verve du conteur. Elles traversent les âges, s'étoffent et renaissent. Ces histoires de monstres marins semblent alors avoir été écrites hier.

Si la surface des océans est propice à tant de fantasmes, d'imagination, que dire des abysses... Les mythes et légendes sont innombrables, foisonnantes, riches de monstres, sirènes et autre Léviathan. La cité prospère engloutie sous les flots voisine avec les coffres de pirates recelant des trésors inimaginables ou les épaves de navires perdus à jamais dans les fosses abyssales... Ce monde hostile et dangereux éveille depuis

7. Célèbre vaisseau fantôme, dont l'équipage est condamné par la justice divine, pour sa cruauté, à errer sur les océans jusqu'à la fin des temps. Sa rencontre serait un funeste présage.

toujours la curiosité et la fascination de l'homme. Et si ces mythes troublent encore le genre humain, c'est qu'ils mêlent témoignages plus ou moins déformés d'un passé perdu et fictions sorties de l'imaginaire collectif, pour nourrir de mystères un espace encore si peu connu.

Car ces profondeurs abyssales, effraient, inspirent, galvanisent l'homme qui peut y projeter à loisir son besoin de transcendance, de mythes, mais tout autant, sa soif de domination. Ainsi, divinisés, sacralisés par la peur qu'ils provoquent, les abysses constituent aussi un espace de rêves et de fascinations que l'homme s'imagine pouvoir dompter, assujettir. Si les abysses ont beaucoup de choses à révéler d'eux-mêmes, ils nous disent aussi beaucoup sur l'esprit humain, à qui ils tendent un véritable miroir. Puisse l'homme ne pas oublier de le scruter à la veille de se lancer dans l'exploitation de ces fonds marins.

## Abysses divinisés

Les navigateurs, explorateurs et marins européens ont longtemps vu la mer comme une simple étendue liquide, surface tantôt étale, tantôt déchaînée... jusqu'à l'horizon. Et au bout de ce monde plat, la chute vers le néant. On craint ainsi de s'aventurer sur des eaux remplies de créatures mythologiques prêtes à surgir des abîmes. Puis le monde finit par s'arrondir, et vient le temps des Grandes Découvertes où il faut s'approprier les océans et ce qui se trouve au bout. On tente d'apprivoiser tant bien que mal cet espace si peu connu, associant les flots à notre histoire, et liant de ce fait la vie sur terre aux bienfaits de la mer.

Les mythes qui évoquent les débuts de l'univers sont pour la plupart abordés avec la même antienne que la science aujourd'hui confirme: «*au commencement était un océan*»... Et c'est au fond de cet océan que les dieux ou autres personnages légendaires vont chercher la terre glaise, à l'origine du monde et de l'humanité. La mer devient alors source de la vie, créatrice du monde, fondement de la terre. Ainsi, pour de nombreuses cultures antiques, les abysses auraient abrité les premiers grands royaumes, empires d'illustres ascendants. On raconte même qu'il fut un temps où tout le monde vivait sous les eaux. Puis un jour, certains partirent peupler la terre, abandonnant les fonds marins. La tradition indienne admet d'ailleurs cette théorie, suggérant que des peuples immémoriaux vivent dans les abysses sans la moindre connaissance d'une vie sur la terre. Toutes les légendes s'accordent sur un point, les royaumes sous les mers surpassent les nôtres par leur richesse, leur magnificence, leur splendeur, leur force...

Mais les océans ne recèlent pas uniquement des fastueux empires, cités fabuleuses de rois sous les mers. Ils regorgent aussi de monstres terrifiants, de créatures vengeresses qui servent la colère de l'Éternel. Serpent biblique «fuyard» et «tortueux», monstre du chaos primitif issu de la mythologie phénicienne, le Léviathan est annonciateur du cataclysme qui anéantira le monde. Représenté au Moyen Âge sous la forme d'une gueule avalant les âmes, allégorie de l'entrée de l'Enfer, son corps sinueux serait à l'origine des vagues et des tempêtes, précipitant dans les abysses ceux qui osent s'aventurer en mer. Cet être monstrueux et indestructible, intimement lié à la Bête de l'Apocalypse décrite par Saint Jean, est devenu l'incarnation même de la fin du monde. Sinistre allégorie qui rappelle à l'homme sa condition d'être mortel, éphémère...

Les marins ne le savent que trop bien, lorsqu'ils partent en mer, la mort est leur compagne. Seules quelques épaisseurs de bois les séparent de celle-ci. Et s'ils trépassent durant la traversée, ils connaissent leur destin: ils seront alors engloutis, happés par les flots, entraînés définitivement dans les tréfonds des océans. Or, dans des temps où religion et spiritualité étaient ancrées dans les moeurs et constituaient l'armature d'une civilisation, une telle mort impliquait absence de sépulture. Les noyés n'obtenaient ni repos du corps dans un cimetière, ni repos de l'âme par les derniers sacrements et encore moins la promesse de la vie éternelle. Périr en mer, c'était alors être oublié, perdu dans les bas-fonds abyssaux, contraint d'errer sans but pour l'éternité, à quelques encablures seulement de l'enfer... Cruel destin que d'avoir pour tombeau l'immensité liquide, sombre, froide, infinie...

Et cet imaginaire spirituel n'est pas propre aux religions judéo-chrétiennes. Dans l'hindouisme, le *Samudrâyana*, péché de la «traversée des mers», interdit le voyage sur les océans. Ceux qui s'en affranchissent sont mis au ban de la société, rejetés de leur caste; les flots étant, à cause de leur couleur sombre, un vecteur d'impuretés. Certains historiens ont même souligné le rôle de cet interdit dans la révolte des Cipayes – soulèvement populaire contre la Compagnie anglaise des Indes orientales en 1857 –, les Britanniques ayant décidé de les envoyer combattre dans d'autres contrées, par la mer...

Mais là où la surface semble terrifiante, les abysses peuvent s'avérer rédempteurs. Ainsi Jonas, rétif aux commandements de Dieu, est jeté à la mer et avalé par un énorme poisson. Piégé dans les entrailles du monstre marin durant trois jours et trois nuits, cerné par les abîmes, il finit par se soumettre et est alors recraché sur le rivage pour accomplir sa mission. Le ventre du poisson représente ainsi un espace de méditation, d'ascète, propice à la rédemption. De la même façon, dans le livre de la Genèse, le Déluge n'a-t-il pas pour but de purger le mal par les flots, pour que seul

le bien émerge et triomphe? L'engloutissement peut donc représenter l'image d'un départ vers une nouvelle vie, conforme aux prescriptions divines... Une sorte de renouveau, de baptême... Cette image des abysses salvateurs n'est pas, là non plus, uniquement présente dans la culture judéo-chrétienne. On la retrouve à l'identique chez les Mésoaméricains avec Quetzalcóatl, «le serpent à plumes». Aztèques, Toltèques et autres Mayas vénéraient cette divinité qui apporte prospérité et sagesse et dont la légende veut qu'il ait quitté le monde par la mer et revienne par cette même voie pour la gloire et le salut des siens. La mer est ici porteuse d'espérance, source d'un paradis sur Terre: c'est par les flots que l'homme est épargné du mal et définitivement sauvé.

## Abysses apprivoisés

Tenter d'aborder l'inexplicable à l'aide de mythes et de légendes est un moyen pour l'homme d'apprivoiser ce qu'il craint et d'interpréter à sa manière des phénomènes hors du commun. Ces événements finissent par donner naissance à des légendes autour d'anciennes civilisations autrefois rayonnantes, aujourd'hui oubliées. L'explosion de l'île de Santorin, à l'origine d'un gigantesque tsunami qui balaye la Méditerranée orientale, provoque ainsi l'effondrement de toute une civilisation. Les palais de Cnossos sont depuis longtemps tombés dans l'oubli quand Solon, sage parmi les sages de l'Athènes du V<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ, rapporte à Platon une légende ancienne qui rappelle étrangement le destin funeste de cette civilisation engloutie. Le philosophe lui donnera le nom d'Atlantide, le mythe devenant, dans ses dialogues de *Critias* et *Timée*, un apologue au service de la vertu et du bon sens. Ces récits tiennent en effet essentiellement du conte moral: les Atlantes «avaient des façons de penser pleines de vérité et grandioses à tous égards, ils se comportaient avec une mansuétude accompagnée d'intelligence [...]»<sup>8</sup>, mais la sagesse laisse place à l'arrogance. Les dieux punirent l'hybris de l'homme en déchaînant les éléments qui entraînèrent en une journée et une nuit la disparition de cette civilisation si influente. Platon façonne un mythe qui, avec le temps, devient légende. Au fil des années, philosophes, écrivains, marins ou chercheurs enrichissent les contours de cette cité utopique, devenue le berceau d'une humanité suprême. L'imaginaire collectif s'est emparé du sujet, faisant couler l'encre et courir les plumes des écrivains. Jules Verne notamment, nous transmet, à travers les yeux du héros de *Vingt mille lieues sous les mers*, sa propre vision de l'Atlantide. Ruines d'une ville antique détruite par les eaux, comme Pompéi le fut par la lave, elles gardent cependant les dimensions majestueuses d'un empire prospère et puissant, à l'image de ses fastes d'antan. Si l'écrivain nantais la situe en Atlantique, Pierre Benoit

---

8. Platon, *Critias*, traduction Léon Robin, Pléiade, nrf.

fait dans l'exotique en la localisant au cœur du Sahara; Edgar P. Jacobs, plus sobre, envoie Blake et Mortimer aux Açores... Rien n'est élucidé. Le mystère reste entier et le mythe, errant au gré de l'imaginaire collectif, se développe, s'accroît, s'amplifie...

Car loin d'être propre à l'Atlantique, il irrigue de la même manière le Pacifique. Ainsi, lorsque dans les années 1980, on découvre une pyramide massive et singulière immergée depuis des millénaires, au large de l'île japonaise de Yonaguni, on pense immédiatement à une autre cité engloutie : Mu. Popularisée par les textes de James Churchward, et plus récemment par les aventures de Corto Maltese, cette terre aurait abrité les ancêtres des différents peuples bâtisseurs de pyramides : Égyptiens, Mayas, Babyloniens... Comme pour l'Atlantide, le mythe veut que l'orgueil de ce peuple ait eu raison de son empire, qui fut lui aussi englouti sous les flots après plusieurs séismes. Et là encore, l'histoire des civilisations se lie avec le fond des océans pour témoigner d'un passé perdu et lui offrir une nouvelle vie.

Mais les mythes n'ont pas pour unique but d'interpréter les cataclysmes, ils cherchent aussi à expliquer le quotidien, les faits qui nous semblent obscurs. Les croyances en l'existence des monstres marins découlent notamment du fait que l'homme cherche à donner un visage, plus ou moins réaliste, à ce qu'il ne maîtrise ou ne matérialise pas encore. Ainsi, lorsqu'un bâtiment sombre en mer, les survivants cherchent un responsable ou une cause, souvent puisés dans les mythes locaux. Voulant se dédouaner de toute erreur de navigation, l'équipage invoque des forces surnaturelles et obscures pour expliquer le naufrage. C'est ainsi que le Kraken voit le jour. On raconte que ce monstre marin aux allures de poulpe ou de calmar géant, issu des légendes scandinaves médiévales, s'attaque aux navires, enroule ses longs et puissants tentacules autour de la coque pour les faire chavirer et dévorer leur équipage. Mais ce que craignent véritablement les marins, plus que la bête elle-même, c'est le tourbillon qu'elle provoquerait en replongeant dans l'océan. Cette légende a probablement pour origine l'observation de véritables calmars géants qui en remontant à la surface et, bien qu'inoffensifs, auraient surpris des baleiniers norvégiens ou suédois, voire des navigateurs. Et c'est ainsi que le mythe se matérialise, s'amplifie et continue de fasciner aujourd'hui encore écrivains, peintres, scénaristes...

On le sait, les océans sont dangereux ; tempêtes, écueils et maelströms sont monnaie courante en mer. Le détroit de Messine aujourd'hui encore demeure une passe où les récifs affleurent à peine et les courants qui s'y rejoignent provoquent de formidables tourbillons. Homère s'en est probablement inspiré pour retracer le périple d'Ulysse dans son *Odyssée*, brodant autour de faits réels un contexte inspiré des mythes et légendes de son époque. Ainsi, pour avoir rendu aveugle le cyclope Polyphème, fils

de Poséidon, le héros s'attire les foudres du dieu des océans, et se retrouve condamné à errer dix ans en mer, à braver tempêtes et créatures marines, avant de retrouver femme, enfant et foyer. Dans le chant XII de l'*Odyssée*, il se retrouve face à deux monstres marins prêts à engloutir les téméraires navires qui chercheraient à traverser le détroit de Messine. Ces êtres fantastiques, représentations imagées des menaçants écueils et tourbillons du chenal, auraient été autrefois de belles jeunes femmes victimes de sortilèges divins. D'un côté Scylla, dotée de douze pieds et six longs cous au bout desquels des gueules possédant une triple rangée de dents attrapent et dévorent les malheureux qui s'aventurent devant elle. De l'autre, Charybde, véritable gouffre marin, avale puis vomit trois fois par jour eau, poissons et navires qui se trouvent à sa portée. Ulysse choisit de passer près de Scylla, préférant le sacrifice de six hommes, à la perte totale du navire et de ses occupants. Le mythe a traversé les siècles, finissant par se fondre dans le langage courant : Jean de la Fontaine le premier popularisa l'expression « *tomber de Charybde en Scylla* ».

Mais peut-on seulement parler d'Ulysse sans faire allusion aux sirènes ? Homère n'a pas oublié d'évoquer ces êtres aussi terrifiants que mystérieux dans l'un des passages les plus célèbres de son *Odyssée*, peut-être pour donner une explication aux noyades ou aux disparitions de navires... La mythologie grecque a voulu qu'elles soient des monstres hybrides, tête de femme au corps d'oiseau. Mais bien vite les légendes scandinaves en firent les femmes-poissons que nous connaissons aujourd'hui. À l'instar des nombreuses légendes qui entourent les monstres marins, il se peut que celle des sirènes se soit développée au gré des récits de certains navigateurs, qui les auraient confondues avec des animaux rares, probablement des lamantins. Et puis le public est avide de faits merveilleux sortant de l'ordinaire : les navigateurs, retrouvant la terre ferme, ont ainsi pu être tentés d'enjoliver une réalité trop monotone et d'ajouter un peu de piment dans le récit de leurs expéditions. Et c'est ainsi que le simple mammifère marin aperçu au loin devient pour la foule une sirène, mystérieuse, monstrueuse mais si attirante. On laisse le doute planer... Vivant au fond des océans, elles traînent derrière elles une réputation de croqueuses d'hommes. Créatures tentatrices, parées de la beauté du diable, elles attirent leurs victimes par des chants mélodieux, puis les entraînent dans les profondeurs des océans pour les dévorer. Une figure qui n'est pas sans rappeler le péché originel : Ève incitant Adam à goûter au fruit défendu. Pourtant, en 1837, tout change. La créature fourbe et cruelle devient, sous la plume de Hans Christian Andersen, *La Petite Sirène*, être doté de sentiments humbles et purs, avide de se rapprocher du monde extérieur. L'épouvantable monstre marin tant décrié depuis des siècles se meut curieusement en une charmante jeune fille en quête d'amour. La raison ? L'homme ne craint plus les abysses, il les voit désormais comme le théâtre de sa toute puissance, un espace modelé à l'image de la Petite Sirène, asservi à son bon vouloir, son désir, à sa merci.

## Abysses dominés

Avec la révolution industrielle, le mythe s'efface devant la science, la supposition devant la connaissance. Par un savoir logique et rationnel, on cherche à élucider le moindre mystère, la moindre énigme. L'homme se pense tout puissant et s'imagine défier le tumulte des flots.

C'est un temps où l'on conçoit des vaisseaux de plus en plus imposants, prétendument indestructibles, monstres au milieu des mers. Mais les technologies mises en œuvre ont aussi leurs fragilités, faisant renaitre de vieilles craintes de transgression des préceptes naturels. Et quel meilleur exemple que celui du *Titanic*? On croit le paquebot insubmersible, et pourtant, il n'achève même pas sa traversée inaugurale, sombrant dans les flots pour l'éternité, faute de vigilance... et de modération. Car l'homme s'est voulu Poséidon, surmontant les contraintes technologiques de l'époque et défiant les records de vitesse afin que le navire accoste à New York avec près d'un jour d'avance sur l'horaire prévu... Mais c'est au large de Terre-Neuve, contre un iceberg, que le *Titanic* finit sa course... L'océan a finalement eu raison de ce monstre des mers. Le bilan est lourd: 1 500 morts pour 2 200 passagers; une véritable hécatombe. L'épave repose désormais à plus de 3 800 mètres de profondeur, dans un mausolée abyssal semblant nous rappeler à l'humilité. Car ce défi lancé à la mer s'est transformé une fois encore en élucubration puis en légende, avant peut-être de devenir mythique.

Mais connaître et dominer la surface de la mer ne suffisent plus à l'homme. Il lui faut à présent dompter les abîmes, ces fonds marins que l'on commence à peine à apprivoiser... Les navigateurs s'amusent désormais de ces créatures abyssales qui tenteraient de remettre en cause leur emprise sur les mers. Le cas de l'*Essex* qui, en 1820, subit les assauts d'une baleine géante, probablement un cachalot, avant de sombrer corps et biens dans les abîmes, nourri par le récit de l'un des trois seuls survivants, inspire trente ans plus tard le fameux *Moby Dick* d'Herman Melville. Le capitaine Achab, autrefois blessé par un gigantesque cachalot surnommé *Moby Dick*, et loin de se satisfaire du retour dans son pays à l'instar d'Ulysse, s'acharne ainsi à poursuivre la bête mythique aux confins du Pacifique pour la tuer, entraînant l'équipage dans sa folie vengeresse et destructrice. L'homme s'affronte à plus fort que lui. Par sa traque du monstre marin, c'est l'océan entier qu'il cherche à assujettir: il domine déjà la surface à bord de son baleinier, il veut désormais mater l'abîme, dernière parcelle qui ose lui résister. Les abysses divinisés ne sont plus craints, mais défiés. Et en combattant le cachalot blanc, figure emblématique du monstre abyssal, c'est contre sa propre condition d'être faible et soumis aux éléments que le capitaine Achab lutte avec tant d'acharnement. Mais à l'image du jeune héros Ismaël, spectateur de cette sinistre

obsession, on peut davantage rechercher l'harmonie avec les éléments, conscients que nous ne faisons que passer, alors que les abysses, eux, restent éternels...

C'est la voie que choisit le célèbre capitaine Nemo de Jules Verne. Il fait alliance avec les abysses, mais pour mieux fuir le genre humain. Roi en son royaume, hors de l'espace et du temps, l'étrange et mystérieux capitaine abandonne sa condition d'être humain pour devenir un demi-dieu, au-delà de la loi des hommes, ne rendant de comptes qu'à lui-même. « *Il s'était fait indépendant, libre dans la plus rigoureuse acceptation du mot, hors de toute atteinte! Qui donc oserait le poursuivre au fond des mers [...]?*<sup>9</sup> » À bord du *Nautilus*, sous-marin aux allures de narval géant, il voue une haine éternelle à ces hommes qui, on l'apprend plus tard, l'ont un jour dépossédé de ses biens, blessé dans sa chair. Son alliance avec les mers n'a qu'un seul but: assouvir son appétit de vengeance. Vengeance à l'encontre de l'Angleterre, pays à qui il doit tous ses maux. Et cette lutte acharnée contre l'Empire des mers nous éclaire sur le véritable état d'esprit du capitaine: guerrier au service des abîmes, combattant, en leur nom, l'orgueil de l'homme. Le mythe de la créature abyssale renaît d'ailleurs lorsque le *Nautilus*, sous les ordres de son commandant, devient un véritable monstre marin attaquant les navires et provoquant leur naufrage. Nemo divinise les abysses dont il s'est fait maître. Il se pense tout puissant, mais sa liberté n'a d'authentique que sa façade, car le capitaine est en réalité esclave de sa soif de justice... une justice revancharde et vengeresse. Et cet homme démiurge qui cherche à tout maîtriser semble pourtant disparaître dans le tumulte d'un maelström à la fin de *Vingt mille lieues sous les mers*. Châtiment d'un élément qui souhaite reprendre ses droits face à cet homme, génie des mers et cependant transgresseur de l'ordre naturel.

La punition se meut en réalité en rédemption, car Nemo est en quelque sorte la réconciliation de l'homme moderne et technique avec les abîmes. En se faisant maître du monde sous-marin, il divinise, apprivoise les abysses, en fait le lieu sacré de l'exercice de son pouvoir. Gardien de leurs secrets, il dévoile à Aronnax, le narrateur, certains lieux mythiques, tels que l'Atlantide, que l'on pensait oubliés, perdus dans les profondeurs. Il offre ce savoir à ses hôtes, et lorsque, contre toute attente, il les laisse s'enfuir du *Nautilus*, c'est à l'humanité qu'il fait don de cette connaissance. Comme Jonas dans le ventre de la baleine, le solitaire Nemo, reclus dans son gigantesque sous-marin, a pu profiter de la sérénité des abysses pour méditer. L'homme cruel et vengeur se transforme au fil du temps en être compatissant, en quête de rédemption. Ainsi, lorsqu'on le retrouve dans *L'Île mystérieuse*, celui-ci, vivant une retraite paisible, a fini par abandonner ses désirs de vengeance et se réconcilie avec l'humanité.

---

9. Jules Verne, *Vingt mille lieues sous les mers*, Pocket, 2005.

Le terrible justicier reconnaît ses torts passés, confessant même sur son lit de mort : «*Je meurs d'avoir cru que l'on pouvait vivre seul*<sup>10</sup>». Et cette fois ci, avec son *Nautilus* pour cercueil, le capitaine Nemo abandonne définitivement le monde des hommes. Libre enfin. Libre éternellement. Préférant au tumulte de la Terre, la quiétude des profondeurs océanes.

---

10. Jules Verne, *L'Île mystérieuse*, Elcy, 2011.

## ***Explorer, l'aventure des sous-marins civils***

*Alexandra BABIN*

*Chargée de communication au CESM*

Dès l'Antiquité, l'homme a tenté de percer les mystères des profondeurs. Des plongeurs à vocation militaire sont attestés chez les Assyriens, les Égyptiens et l'on connaît la légende d'Alexandre le Grand utilisant une cloche de cristal au siège de Tyr. Si les premières véritables cloches essaient en Occident à compter du XVI<sup>e</sup> siècle, il faut attendre deux siècles supplémentaires pour voir apparaître les prémisses de l'outil d'exploration majeur des grandes profondeurs : le sous-marin. À vocation militaire, le *Turtle* de Bushnell lancé en 1776, le *Nautilus* de Fulton en 1800, tracent le sillage du *Gymnote* en 1888, premier sous-marin réellement opérationnel. L'aventure est lancée.

La quête des grandes profondeurs impose cependant des évolutions à l'image de la « bathysphère », conçue par Otis Barton dans les années 1930, dont la forme sphérique résiste mieux aux pressions. Ce système est perfectionné par le suisse Auguste Piccard : son bathyscaphe *Trieste* établit le 23 janvier 1960 le record de descente à 10 916 mètres. Au-delà de cette course aux abîmes, les sous-marins civils deviennent l'outil indispensable aux explorations. De 1962 à 1974, *l'Archimède*, bathyscaphe français, effectue 208 plongées scientifiques jusqu'à près de 10 000 mètres de profondeur sur les plaines comme les grandes fosses. Mais ces engins sont lourds et coûteux à mettre en œuvre.

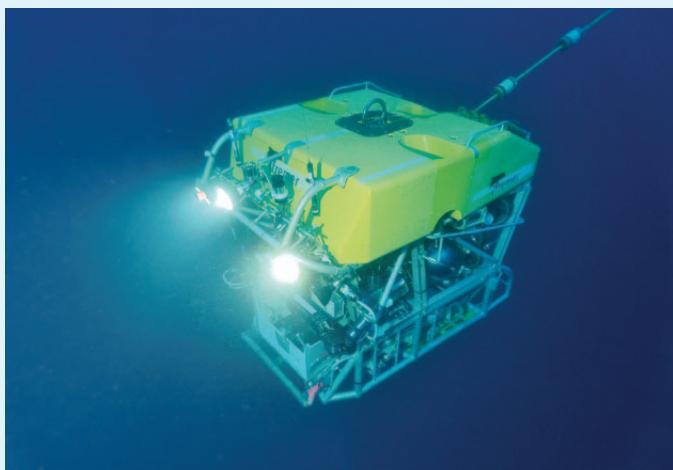
De nouveaux sous-marins de poche les remplacent peu à peu. Construits avec des matériaux légers (titane), ils sont maniables, plus faciles à transporter et permettent de réaliser des prélèvements en profondeur. Place à la polyvalence et à la mobilité ! L'Ifremer lance en 1985 le *Nautile*, sous-marin scientifique d'observation et d'exploration munis de deux bras télémanipulateurs pour la collecte d'échantillons, capable d'embarquer trois hommes et plongeant à 6 000 mètres. Optimisé en permanence, ce célèbre sous-marin jaune participe à de nombreuses campagnes d'exploration françaises et internationales, cartographie les fonds marins, aide à localiser et à fouiller l'épave du *Titanic*, colmate les fuites du pétrolier *Prestige*... Seuls quatre submersibles habités au monde peuvent réaliser les mêmes performances : le japonais *Shinkai 6500*, les russes *Mir* (1 et 2) et le chinois *Jiaolong*.

L'émergence des robots sous-marins dans les années 1980 marque une nouvelle étape. Qu'ils soient reliés par câble au navire (ROV – *remotely operated vehicle*)

ou autonomes (AUVs – *autonomous underwater vehicles*), ils viennent compléter les missions des engins habités en effectuant des travaux routiniers sur de longues durées et en accédant à des zones périlleuses. Alors que le *Nautilus* peut plonger 8 heures et rester seulement 4 heures en eaux profondes, le ROV *Victor 6000* peut être immergé jusqu'à 3 jours à 6 000 mètres de profondeur. Les AUVs, quant à eux, véritables drones sous-marins, sont capables de parcourir de grandes distances sur des terrains accidentés. Ils peuvent ainsi plus rapidement observer voire cartographier les fonds marins.

Au-delà de la recherche scientifique, ces submersibles ont très vite séduit les industriels pour leurs applications dans les domaines de l'exploitation offshore et des câbles sous-marins. Qu'ils soient habités ou téléopérés, ils permettent de réaliser des travaux offshore – inspection, réparation, maintenance des installations –, d'étudier des tracés, de contrôler ou réparer des pipelines ou des câbles...

Les fonds marins attirent aujourd'hui les plus fortunés et voyager dans le tréfonds des océans devient un rêve accessible. Des sous-marins personnels voient le jour. Dotés des toutes dernières technologies, ces engins permettent d'accueillir plusieurs invités et de plonger à 300 mètres de profondeur. À vocation militaire, scientifique, industrielle ou touristique, l'aventure sous-marine n'en est qu'à ses prémices. Affaire à suivre...



Le ROV *Victor 6000* de l'Ifremer.  
© Ifremer / O. Dugornay



Départ d'un sous-marin nucléaire lanceur d'engins pour une patrouille.  
© *Marine nationale / Alain Monot.*



# L'art de la guerre navale à la conquête des abysses

Capitaine de vaisseau (H) Laurent LETOT

Capitaine de frégate Franck MAIRE  
*Chef du pôle Études du CESM*

**D**ans l'art de la guerre, camouflage, discréetion ou furtivité ont toujours été recherchés. Dans le milieu maritime, pouvoir se déplacer de manière quasi-invisible, s'affranchir de la météo, observer l'ennemi en mer ou sur la côte, attaquer des bâtiments de surface, ou transporter matériels et personnels à l'insu de l'adversaire ont longtemps été le rêve du stratège naval. Rêve qui prend corps en septembre 1776 avec le *Turtle* à propulsion humaine de l'ingénieur Bushnell. Passée cette première, il faut attendre le XX<sup>e</sup> siècle pour voir l'arme sous-marine s'imposer comme une composante essentielle de la stratégie navale. La conquête des abysses est lancée, mais la limite des 200 mètres ne sera franchie qu'aux alentours des années 50...

## L'aventure du submersible

L'ère des pionniers de la découverte de la troisième dimension sous la surface s'étend jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle. Jusqu'alors, la propulsion « manuelle » règne et obtient même la première « victoire » d'un submersible lors de la guerre de Sécession – un *David* confédéré coule le sloop *USS Housatonic*. Mais tout cela demeure de l'ordre de l'anecdote, sans influer sur le cours du conflit. Puis les choses s'accélèrent! La propulsion tout électrique pour le *Gymnote* en 1888 puis mixte (vapeur-accumulateurs) et enfin diesel-électrique pour les submersibles de John Philip Holland à partir de 1895 révolutionnent le sous-marin. Et quand, en 1900, le *Narval* à double coque de l'ingénieur français Laubeuf est combiné avec l'utilisation des torpilles automobiles conçues par Robert Whitehead en 1866, le submersible devient réellement une arme offensive. Dès l'ouverture du premier conflit mondial, le 22 septembre 1914, l'*U9* allemand coule trois croiseurs anglais et inaugure une série impressionnante : une centaine de bâtiments de combat et quelques 6 400 navires de commerce alliés et neutres sont coulés sur la durée de la guerre.

La leçon est retenue par les vainqueurs, le traité de Versailles interdisant à l'Allemagne la construction de sous-marins. Malgré le programme de réarmement du début des années trente et l'arrivée de Hitler au pouvoir, Dönitz ne peut aligner, en septembre 1939, que 22 *U-boote* sur 57 en service. Pourtant, en Atlantique, le volume des forces engagées surprendra : au final, 1 162 sous-marins<sup>1</sup> seront lancés par le III<sup>e</sup> Reich, soit trois fois plus de submersibles que lors du premier conflit, pour un tonnage de navires de commerce coulés en hausse de 3 millions de tonnes<sup>2</sup>. Mais pour un même échec dans la tentative d'asphyxier le Royaume-Uni.

---

1. 743 seront perdus.

2. 14 700 000 tonnes contre 11 135 000 tonnes.

La défaite de l'arme sous-marine dans l'Atlantique ne doit pas faire oublier le Pacifique : la guerre sous-marine menée par l'*US Navy*, principalement dirigée contre le trafic commercial japonais, met à genoux l'Empire du soleil levant. Les sous-marins américains<sup>3</sup> coulèrent 240 bâtiments de guerre nippons et 2 200 navires de commerce, soit 5,5 millions de tonnes sur les 6 millions que l'Empire possédait en 1941. La force sous-marine américaine fut le principal artisan de l'étranglement du Japon ; l'arme nucléaire ne fit que précipiter sa reddition tout en annonçant une révolution pour le sous-marin, l'atome.

## La révolution nucléaire

Au lendemain du second conflit mondial, les vecteurs sous-marins, qui avaient davantage progressé en six ans de guerre que lors du demi-siècle précédent, n'évoluent pourtant que par amélioration des modèles déjà lancés. Seules progressions notables : l'immersion et la vitesse liées à la qualité des matériaux. Jusqu'alors, la profondeur de plongée des sous-marins militaires dépassait peu les 100 mètres. L'apparition de nouveaux matériaux et de nouvelles techniques de construction aident à rapidement franchir ce cap. Les aciers à haute limite d'élasticité soudés deviennent la règle et associés à de meilleurs accumulateurs de propulsion et de nouveaux outils de plongée, ils permettent d'atteindre une immersion de 300 mètres. De plus, les sous-marins, depuis le *U-boote* type *XXI* de 1944, sont plus rapides immersés qu'en surface grâce à une hydrodynamique optimisée. Combattre sous les mers prend tout son sens : le sous-marin militaire devient réellement discret, dangereux et plus difficile à couler.

Manque encore une propulsion à la hauteur ! Les Américains se satisfont certes de progrès hydrodynamiques (coques *Guppy*<sup>4</sup> puis *Albacore*<sup>5</sup>) qui améliorent encore les sous-marins conventionnels, mais tournent l'essentiel de leurs efforts vers la conquête de la propulsion nucléaire. Et le 17 janvier 1954, un message émis par l'*USS Nautilus* annonce : « *sous-marin en route sur énergie nucléaire* ». Cette première plongée du *Nautilus* est aussi la concrétisation de 60 ans de recherches pour créer enfin, un vrai sous-marin qui vit dans le milieu, et non un submersible qui survit sous l'eau en apnée : une rupture majeure.

La propulsion est en effet l'élément le plus structurant. Lorsqu'elle est nucléaire, le sous-marin bénéficie d'une totale liberté de déploiement et surtout d'une autonomie

---

3. L'*US Navy* compte au total 106 sous-marins en 1941, 269 en 1945.

4. *Greater underwater propulsion power program*.

5. *USS Albacore* à coque en forme de goutte d'eau. Achevé en 1953, il atteignait plus de 30 nœuds en plongée et 25 en surface.

considérable en plongée. Elle est fondamentale pour les sous-marins stratégiques : sans énergie nucléaire, pas de composante sous-marine de dissuasion crédible. *Last but not least*, le nucléaire confère une forte mobilité tactique aux sous-marins d'attaque et en fait un outil très puissant de maîtrise d'une zone maritime ou de protection d'un groupe naval.

Pas de hasard par conséquent si, un an après le *Nautilus*, le premier sous-marin nucléaire d'attaque soviétique prenait la mer (le type *November* ne sera cependant opérationnel qu'en 1958).

Autre rupture majeure de la période : le développement du missile de croisière puis balistique<sup>6</sup>, et la miniaturisation des charges nucléaires, qui font du sous-marin nucléaire lanceur d'engins (SNLE) le vecteur dissuasif par excellence. Les cinq grandes puissances du Conseil de sécurité des Nations unies se dotent de ce porteur d'arme de destruction massive mobile et discret (avec difficultés pour la Chine) et l'Inde rejoindra bientôt ce club très fermé.

### Aujourd'hui : progrès dans la continuité

Le sous-marin devrait assez peu évoluer du moins dans sa conception globale et ses grands équilibres – coque et propulsion –, ce qui n'exclut pas des progrès dans les autres domaines. La propulsion nucléaire restera incontournable, les axes d'efforts portant sur le rendement, la disponibilité et la sûreté.

S'il y a peu de gains à espérer en matière de puissance des réacteurs en raison d'exigences de plus en plus fortes sur la sûreté nucléaire, les progrès sont déjà tangibles concernant l'augmentation de la durée de vie des coeurs. Éléments essentiels puisque permettant de doubler les délais entre deux périodes d'entretien majeurs, aujourd'hui espacés de 10 ans. A terme, les réacteurs n'auront même plus besoin d'être rechargés au cours de l'existence du navire, ce qui est loin d'être anecdotique...

L'architecture de la propulsion évolue aussi. La vapeur produite par la centrale nucléaire entraîne, soit un turbopropulseur sur les sous-marins stratégiques, soit un turboalternateur alimentant un moteur électrique sur les sous-marins nucléaires d'attaque (SNA). L'innovation vient ici du programme français *Barracuda* avec des sous-marins dotés d'un système hybride : électrique ou turbopropulseur. C'est le

---

6. Le missile intercontinental américain *Polaris* fut lancé par le SNLE *USS George Washington* en 1959. Le premier tir avec explosion de la charge eut lieu en 1962 (tir par l'*USS Ethan Allen*).

meilleur compromis entre les qualités acoustiques de la propulsion électrique jusqu'aux vitesses moyennes et les performances d'un turbopropulseur à pleine vitesse, la turbine étant moins efficace à basse vitesse. Le rendement énergétique global sur un profil de missions s'en trouve ainsi fortement amélioré.

En ce qui concerne les coques, l'avenir des formes classiques paraît bien assuré, du moins pour le renouvellement des sous-marins nucléaires d'attaque (programme français *Barracuda*, britannique *Astute*, américain *Virginia*). Des améliorations sensibles ont été apportées pour la manœuvrabilité à faibles vitesses et dans les eaux resserrées avec des barres en croix de Saint-André qui permettent de pallier le dysfonctionnement de l'un d'eux. Le profil des coques est-il intangible ? Il est possible que de nouvelles capacités de détection des sous-marins par sonar conduisent à remplacer un jour les architectures cylindriques par d'autres formes, par exemple lenticulaires, mais qui compliqueront beaucoup le problème de résistance à la pression d'immersion.

### **Des sous-marins à moindre coût pour des missions ciblées**

Le sous-marin conventionnel connaît lui aussi des progrès. Car l'avènement de la propulsion nucléaire n'a pas détrôné le vénérable diesel-électrique. Ce type de sous-marin constitue en effet une menace sérieuse pour des forces navales d'intervention dans les zones littorales où les conditions de détection sous-marine sont extrêmement difficiles (fonds faibles et masses d'eau très hétérogènes). Plus limité en performances mais beaucoup moins coûteux, ce type de sous-marins fait la joie de puissances aux ambitions régionales, voire locales. Aujourd'hui, une quarantaine de pays possèdent une force sous-marine classique, chiffre relativement constant, certains pays sortant du cercle, d'autres y entrant pour des raisons politiques ou budgétaires.

Possédant les caractéristiques intrinsèques d'un sous-marin, la discréption d'un engin à propulsion diesel-électrique excelle en plongée profonde mais pâtit de l'obligation de recharger ses batteries à l'immersion périscopique. Et la lenteur de son déploiement ajoutée à sa relativement faible vitesse en plongée le pénalisent vis-à-vis du sous-marin nucléaire d'attaque dès qu'il s'agit de déploiements rapides à grande distance, du pistage et de l'attaque d'une force navale ou d'opérations en appui d'un groupe aéronaval ; autant de tâches qui incombent à une marine à vocation hauturière.

Il y a cependant des évolutions significatives pour les diesels qui les équipent : ils consomment de moins en moins, polluent peu et sont devenus assez silencieux. La

nouvelle génération des batteries lithium-ion remplaçant les classiques batteries au plomb permet en outre d'accroître l'endurance en plongée. Les procédés « anaérobies » de fourniture d'énergie (*Stirling, Mesma*, piles à combustibles), qui sont entrés en service depuis quelques années, améliorent aussi significativement la capacité du sous-marin classique à demeurer longtemps en plongée profonde. Mais ces nouveaux systèmes le contraindront toujours à évoluer à faible vitesse.

## Des vigies sous la mer

En dehors de la propulsion, d'autres éléments tout aussi essentiels au sous-marin connaissent des avancées. Ainsi, ses « oreilles » – principalement ses senseurs acoustiques – font et feront encore de grands progrès. Des traitements informatiques très élaborés associés aux antennes de flanc peuvent permettre dans certains cas de s'affranchir de l'antenne linéaire remorquée, atout considérable lorsqu'un sous-marin participe à des opérations internationales ou fait escale dans des ports étrangers. Mais le traitement logiciel n'est pas la panacée et trop de traitements informatiques ne pallient pas le manque de données brutes et, de plus, génèrent du bruit de calcul. C'est pourquoi les progrès *software* sont indissociables du *hardware*. Les antennes conformes épousant la surface d'un sous-marin, comme la proue et les superstructures, augmentent sa discréetion tout en optimisant ses performances sonar.

Le système d'armes s'est aussi progressivement étoffé avec, notamment, l'embarquement du missile de croisière, mais sans délaisser la vénérable torpille. Leurs capacités en haute mer, issues de la guerre froide, sont aujourd'hui étendues aux eaux littorales et leur rapprochement avec les drones sous-marins est en cours. Technologiquement, il y aura bientôt peu de différences techniques avec un UUV<sup>7</sup> transportant une charge explosive, une mine mobile, une torpille ou capable de déployer sur des plages des capteurs dédiés à l'éclairage ou l'identification.

Un dernier point et non des moindres est l'interopérabilité du sous-marin. S'il y a un élément stable dans l'évolution géopolitique à très long terme, c'est la nature des engagements, qui seront pour la plupart interarmées et interalliés. Cette capacité de coopération apparaît donc indispensable. La mise en réseau des systèmes de direction de combat des sous-marins d'attaque avec les autres plates-formes aéronavales (bâtiments de surface, aéronefs, UUV) est déjà bien avancée. L'objectif est de maîtriser, en temps réel, l'image tactique la plus complète possible du théâtre d'opération. Les

---

7. Unmanned underwater vehicle.

sous-marins d'attaque futurs devront donc disposer de télécommunications à haut débit bidirectionnelles assurant la fusion des données avec les autres plates-formes de surface et aériennes. Cette capacité devra être assurée en permanence et dans une large plage d'immersion et de vitesses tout en conservant la discréetion du sous-marin. Elle nécessitera le développement d'antennes, de câbles et des bouées adaptées dont la mise en œuvre et la récupération posent des problèmes technologiques ardu, mais en cours de résolution.

## **Et demain?**

Les grands axes de développement de l'arme sous-marine et des sous-marins s'articulent aujourd'hui autour de progrès dans les domaines de la propulsion anaérobie, de l'hydrodynamisme, de la résistance des matériaux, de la mise en œuvre de drones ou de robots et dans les méthodes de navigation (centrales à inertie, navigation sur lignes de champ magnétique terrestre...).

Autant d'évolutions à risque mesuré, à partir de l'existant, et pour cause: les sous-marins nucléaires sont parmi les objets les plus complexes qui aient jamais été fabriqués sur terre. Un SNLE est un puzzle de plus d'un million de pièces et implique un schéma industriel unique pour assurer les inévitables évolutions opérationnelles tout en maîtrisant l'entretien et l'obsolescence des matériels. Mais cette politique du risque mesuré n'interdit pas le progrès: en comparant le SNA *Rubis* mis en service en 1983 et le SNA *Suffren* qui le sera en 2017, l'amélioration des performances est tout à fait remarquable. Cette démarche s'inscrit en outre dans le temps long: la plupart des sous-marins en cours de conception ou de construction dans le monde seront théoriquement encore en service en 2060.

L'avènement d'un type de sous-marin tout à fait nouveau marquant une rupture est possible, mais la rupture est, par essence même, imprévisible. Il y a ainsi des projets totalement futuristes, voire utopistes, de sous-marins ayant une forme adaptée pour générer la supercavitation. Ce principe consiste à produire une bulle de gaz autour d'un objet en déplacement rapide sous l'eau pour s'affranchir des frottements avec le milieu liquide. Les Chinois ont annoncé, il y a quelque temps, qu'ils se lançaient dans la conception d'un sous-marin hypercavitant qui pourrait, sur le papier, atteindre plus de 5 000 km/h ! Le moteur serait magnétohydrodynamique, procédé étudié sans grand succès depuis trente ans d'autant qu'il est tributaire de progrès encore à venir dans la technologie des supraconducteurs. Autant dire que si ce concept voit le jour, ce ne sera pas au XXI<sup>e</sup> siècle.

Reste que l'emploi de propulseurs à poudre et le recours à l'hypercavitation ont déjà donné naissance à des torpilles-missiles de vitesse supérieure à 100 noeuds, qui sont difficiles à parer. Actuellement seuls les Russes ont eu un programme abouti avec la mise en service de la *Shkval*. Mais nous ne disposons que de très peu d'informations sur ses réelles performances, en particulier le taux de succès des tirs. Ses défauts sont connus : portée réduite, très faible manœuvrabilité et absence de système de guidage, pourtant les possibilités offertes par cette technologie sont suffisamment prometteuses pour que les États-Unis et probablement la Chine investissent dans le domaine.

## Conclusion

Les sous-marins militaires tirent leur avantage du milieu sous-marin qui, au-delà de distances faibles, reste opaque à toute forme d'investigation autre que les ondes sonores. Toutes les études effectuées jusqu'ici montrent qu'ils devraient rester, à terme, les plus discrets des véhicules militaires. Les plus performants atteignant, dans certaines conditions, un niveau de bruit rayonné inférieur au bruit de fond de la mer. Même si les systèmes de détection anti-sous-marine sont susceptibles d'évoluer quelque peu, il est possible d'admettre sans risque que l'opacité de la mer, résultant des lois de la physique, étant vouée à durer, le sous-marin restera pour longtemps un objet très difficile à détecter et par la même une arme redoutable.

Outil puissant et polyvalent, capable d'évoluer en milieu non permisif grâce à sa discréction, le sous-marin moderne est un moyen adapté à la plupart des types de conflit. Excellente plate-forme de renseignement multi-domaines et multi-sources, il exerce un effet dissuasif par sa possible présence dans une zone et ce, dès le temps de paix. Arme de combat par excellence, il est l'instrument privilégié des opérations d'interdiction maritime, contribue à celles de contrôle des mers et fait partie de la panoplie des vecteurs de projection de puissance vers la terre susceptible d'exercer en permanence une menace forte. Enfin, il reste le pilier de la dissuasion nucléaire sous sa forme de sous-marin nucléaire lanceur d'engins.

Il n'en est en somme qu'au début de sa jeune histoire : les abysses n'ont pas fini de compter avec lui.



Plongeurs démineurs équipés du recycleur *Crabe*.  
© Marine nationale / Cephismer.



# Cephismér : explorer et intervenir

Entretien avec le capitaine de frégate Hubert VATBOIS

*Commandant la cellule de plongée humaine et d'intervention sous la mer*

## **Études marines: Quelles sont les missions et le rôle de la cellule de plongée humaine et d'intervention sous la mer (Cephismér) ?**

**CF Hubert Vatbois:** Au quotidien, notre activité est tournée vers la sécurité. Au niveau des procédures et de l'équipement notamment, nous apportons notre expertise aux autorités de la Marine et effectuons des essais de matériels de plongée.

Sur un plan opérationnel, nous déployons les moyens humains et techniques nécessaires au bon déroulement des opérations d'intervention sous la mer telles que la ventilation de sous-marins en détresse, les interventions sur épaves ou encore la récupération d'objets à très grande profondeur (jusqu'à 2 000 mètres).

La Cephismér a aussi en charge, et c'est nouveau, l'élaboration de toute la réglementation liée à la plongée pour l'ensemble des armées et des services, y compris la gendarmerie nationale. Dans le prolongement de cette tâche, nous assumons enfin les audits des unités de plongeurs et le contrôle professionnel des plongeurs de bord<sup>1</sup>, de la Marine (1 500 plongeurs).

## **Quelles sont les zones dans lesquelles la Cephismér agit? Sont-elles cantonnées à la Méditerranée?**

La Cephismér est basée à Toulon. Son travail quotidien est majoritairement cantonné au territoire métropolitain. Les contrôles et audits des unités de la Marine – vérification de la bonne application de la réglementation, de l'entretien des équipements de plongée et de la qualification des plongeurs – s'effectuent tous les trois ans dans l'ensemble des unités et des ports de la Marine, outre-mer compris.

En revanche, pour le volet opérationnel et la partie intervention en eau très profonde, nous sommes déployables dans le monde entier. Nos équipements – ROV (*remotely operated vehicle*), scaphandre *Newtsuit* – sont aérotransportables, ce qui offre une grande mobilité. Nous sommes ainsi intervenus dans les Comores en 2007 pour récupérer les boîtes noires de l'avion de la Yemenia Airways. Nous avons aussi été impliqués dans les recherches des boîtes noires après le crash du vol Rio-Paris.

Une autre partie des équipes de la Cephismér participe au tour d'alerte du système de sauvetage NSRS (*Nato submarine rescue system*), de concert avec les Britanniques et

---

1. Les plongeurs de bord effectuent les travaux d'inspection et d'entretien courant des œuvres vives (coques) des bâtiments de la Marine nationale. Ils assurent également des missions de sauvetage.

les Norvégiens. Alors que d'autres pays – Australie, Chine, Corée du Sud ou encore Singapour – ont fait le choix de louer ces équipements, nous disposons avec nos partenaires d'un système propre – composé d'un sous-marin de sauvetage, de deux caissons de décompression et d'un caisson de transfert – pouvant contenir jusqu'à 90 personnes et descendre à plus de 600 m<sup>2</sup>.

### **La Cephismér entretient-elle des liens avec d'autres structures dans le cadre de missions scientifiques, environnementales ou archéologiques?**

Nous sommes régulièrement sollicités pour des collaborations extérieures. Ces différentes coopérations sont mutuellement avantageuses : elles permettent à nos équipes de s'entraîner et offrent à nos partenaires le bénéfice de notre expertise et de nos technologies.

Grâce à notre scaphandre *Newtsuit*<sup>3</sup>, nous avons ainsi aidé le département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM)<sup>4</sup> à récupérer des vestiges sur l'épave de la *Lune*, vaisseau amiral de la flotte de guerre de Louis XIV qui a fait naufrage au large de Toulon en 1664.

Nous entretenons également des liens avec l'institut national de plongée professionnelle (INPP), qui forme à la plongée par système<sup>5</sup> pour les travaux sous-marins profonds.

### **À l'origine de la Cephismér se place l'épopée des «Mousquemers» (LV Philippe Tailliez, EV1 Jacques-Yves Cousteau et l'ingénieur Frédéric Dumas) qui ont posé les bases de la plongée moderne...**

C'était vraiment le temps des pionniers de la plongée autonome<sup>6</sup>. Ils ont commencé à atteindre des profondeurs de quelques dizaines de mètres en utilisant uniquement de l'air comprimé. Puis, après la seconde guerre mondiale, associés au centre d'expertise de la plongée, ils ont trouvé d'autres solutions, d'autres mélanges gazeux permettant de descendre plus profond, ou de rester plus longtemps en immersion.

---

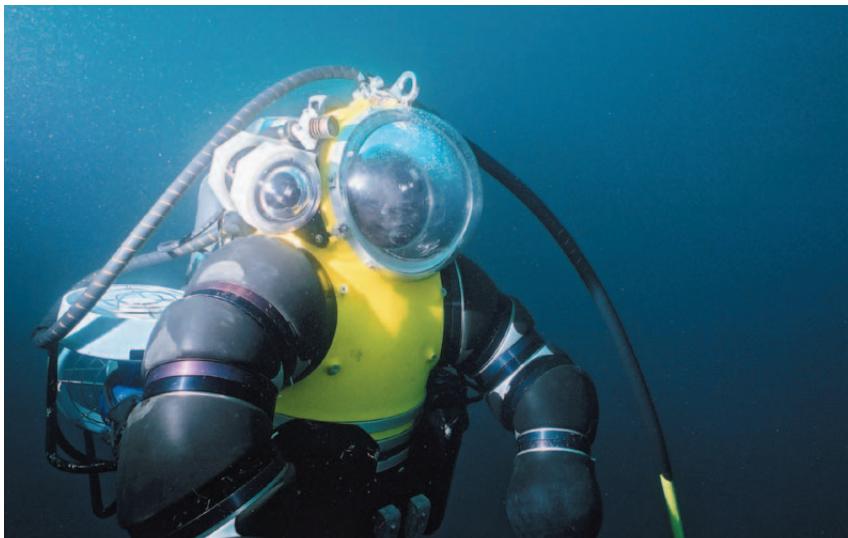
2. L'équipe du NSRS est mobilisable en 24h à travers le monde. Le sous-marin de sauvetage entame ses rotations au plus tard 72h après que l'alerte a été donnée.

3. Il n'existe que 18 exemplaires du *Newtsuit* dans le monde.

4. Pour plus d'informations sur le DRASSM, voir l'article « Les épaves des grands fonds, sanctuaire de la mémoire des hommes », p. 102.

5. Méthode de plongée utilisant du matériel qui permet le transfert sous pression du personnel entre le chantier immergé et une installation hyperbare.

6. On parle de plongée autonome lorsque le plongeur est muni d'un dispositif individuel – bouteilles – lui permettant de respirer et d'évoluer librement sans assistance extérieure.



Scaphandre Newtsuit. © Marine nationale / Cephismar.

Il faut bien comprendre que la France a été précurseur en matière de plongée sous-marine et reste à la pointe de la plongée autonome. D'autres nations ont fait le choix de privilégier la plongée au narguilé, c'est-à-dire au moyen d'un tuyau qui relie les plongeurs à la surface pour leur permettre de respirer. Cette technique permet certes une plus grande endurance, mais la plongée autonome reste le moyen privilégié pour conduire des opérations sous-marines. La France continue donc à développer des équipements de pointe même si la recherche s'oriente de plus en plus vers les ROV et les drones sous-marins du fait des limites physiologiques.

### Quelles sont ces limites ?

Dans le domaine civil, les plongeurs autonomes peuvent atteindre environ 100 mètres de profondeur<sup>7</sup>. Dans l'offshore en particulier, certains plongeurs descendent à 300 mètres dans un caisson (plongée par système). Ils en sortent pour effectuer leur travail, puis subissent une table de décompression qui peut durer plusieurs jours pour revenir à la pression atmosphérique.

7. Le record de profondeur en plongée autonome est détenu par un nageur de combat égyptien, Ahmed Gamal Gabr, qui après une descente de 12 minutes a atteint 332,35 mètres de fond en septembre 2014. Il lui aura ensuite fallu près de 15h de remontée en paliers.

Dans les années 1990, la Marine a abandonné la plongée à grande profondeur parce qu'elle n'en avait plus le besoin opérationnel. Aujourd'hui, les plongeurs de bord qui utilisent de l'air comprimé descendant jusqu'à 50 mètres. Les plongeurs d'armes (plongeurs démineurs et nageurs de combat), qui utilisent des mélanges gazeux comportant de l'hélium, descendent jusqu'à 80 mètres de profondeur, notamment pour traiter des mines. Pour les plongées plus profondes et plus techniques – dans le cadre de la guerre des mines, de l'action de l'État en mer et de l'assistance aux sous-marins en détresse notamment –, la Marine a fait le choix d'envoyer principalement des robots.

### **On s'oriente donc de plus en plus vers l'utilisation d'équipements de plongée, pour atteindre les abysses ?**

Notre scaphandre atmosphérique *Newtsuit* peut atteindre 300 mètres. Tourné vers l'assistance à un sous-marin en détresse, ce type d'équipement permet à l'être humain d'atteindre des profondeurs où la visibilité est très réduite et où la température de l'eau est très basse. *Achille*, un ROV, est quant à lui utilisé jusqu'à 400 mètres de profondeur.

Nous disposons également de deux robots d'intervention, *Ulisse*<sup>8</sup> et *Diomedède*<sup>9</sup>. Le premier permet de descendre à 1 000 mètres de profondeur, le second, reçu l'été dernier, descend jusqu'à 2 000 mètres. Il est encore en période d'évaluation et devrait être opérationnel dans le courant de l'année 2015. Ces deux robots servent au sauvetage de sous-marins et à l'accomplissement de missions de service public, telles que la recherche de boîtes noires d'avions ou la collecte de débris d'engins stratégiques (missiles, torpilles). Dans le milieu civil, certains robots comme ceux de l'Ifremer peuvent atteindre les 6 000 mètres de profondeur.

Propos recueillis par Alexia Pognonec

---

8. Unité lourde d'intervention sous-marine de surveillance et d'expertise.

9. Dispositif d'intervention océanique pour mission d'expertise et d'assistance.





Vue à bord du navire de forage *Discoverer Americas* en Tanzanie (27 septembre 2013).  
Le groupe norvégien Statoil y a découvert un gisement de gaz naturel à plus de 2 200 mètres de profondeur.  
© Paul Joynson-Hicks / AP-Statoil ASA.



# La conquête, exploitation des abysses

Claire de MARIGNAN  
*Chargée d'études au CESM*

**D**’abord cantonné à la surface des océans, l’homme ne s’est aventuré dans les abysses qu’à partir du XIX<sup>e</sup> siècle. Devant s’adapter à un milieu vaste, hostile et qui reste encore très peu connu, il a su développer des outils révolutionnaires afin d’explorer ces espaces et exploiter au mieux les ressources des profondeurs les plus extrêmes. Les abysses deviennent ainsi le théâtre du développement de nouveaux procédés et de nouvelles techniques qui répondent aux ambitions stratégiques et économiques des États... ou des entreprises.

Certaines activités, encore récentes, ne sont qu’à l’état de prototype – comme l’exploitation de l’énergie thermique des mers – quand d’autres – utilisation des ressources sous-marines à des fins biotechnologiques notamment – se développent depuis quelques années à un rythme soutenu et rencontrent un vif succès. Mais les trois principales activités économiques qui s’exercent aujourd’hui dans les abysses sont moins récentes : la pêche bien sûr, mais aussi l’exploitation d’hydrocarbures et l’installation de câbles sous-marins.

L’exploitation des abysses ne cesse donc de se développer, trop souvent au détriment de la biodiversité marine. Mais au fil des années, cette surenchère dans l’exploitation des fonds marins a laissé place à une prise de conscience des enjeux environnementaux. Aujourd’hui, le défi reste donc d’innover, toujours innover, en profondeur, mais tout en respectant les écosystèmes. Un droit de la mer s’est peu à peu développé afin d’accompagner ce dynamisme et d’assurer une maîtrise contrôlée des océans et de leurs abysses. Ainsi, c’est sous le regard bienveillant, ou réprobateur, de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer, que l’homme poursuit son exploration, plus loin, plus profondément dans les abîmes.

## **Un million de kilomètres sous les mers**

*De l’histoire ancienne...*

Autrefois frontière entre l’Angleterre et le continent, la Manche devient au XIX<sup>e</sup> siècle une véritable voie de communication avec la pose, en 1850, du premier câble sous-marin. Napoléon III et Victoria tiennent à ce que la France et l’Angleterre, ennemis jurés de Chesapeake à Trafalgar, ne voient plus les mers comme le théâtre de leurs querelles, mais comme un lien, signe de leur entente... et de leur puissance technologique et économique, en plein cœur de la révolution industrielle. Un câble sous-marin est donc installé entre le cap Gris-Nez et le cap de Southerland. Mais c’est un échec. Le filet d’un chalut sectionne le câble qui n’aura fonctionné que onze

minutes. Une nouvelle tentative l'année suivante est couronnée de succès et ouvre la voie télégraphique entre Douvres et Calais. Une première mondiale.

On ne s'arrête pas là. Un défi encore plus ambitieux est lancé : relier vieux continent et nouveau monde. Mais le franchissement de l'Atlantique est une tâche ardue. Les différentes entreprises chargées de l'opération agissent de façon hâtive, désorganisée et sans la moindre harmonisation des méthodes. Le manque de coordination a ainsi raison d'une première tentative, en 1858. D'autres essais, toujours infructueux, s'ensuivent. Et ce n'est que quelques années plus tard, en 1866, qu'on parvient enfin à réaliser une liaison télégraphique.

La technique enfin acquise, les progrès vont désormais être constants. Les méthodes de pose de câbles se sophistiquent de plus en plus et l'on commence même à développer des navires spécialement conçus pour cette tâche. L'épisode du *Great Eastern*, plus grand paquebot de l'époque, qui fut employé pour déposer les 4 300 kilomètres de câbles au fond de l'Atlantique, semble bien loin. Dans cette dynamique, l'hégémonie est toute britannique. L'Angleterre développe en effet très rapidement un réseau télégraphique intercontinental très complet, reliant dès les années 1870 Londres à l'Inde, puis à la Chine et à l'Australie. La Grande-Bretagne compte en 1877, plus de 103 068 kilomètres de câbles sous-marins, quand le réseau mondial atteint 118 507 kilomètres. Cette domination n'est pas sans conséquences : lors de la guerre du Dahomey, les progrès de l'armée française sont connus par le *Foreign Office* avant le Quai d'Orsay. Signe de l'importance de ce réseau mondial sous-marin, on cherche très rapidement à le protéger. Ainsi, en mars 1884, la Convention de Paris réunit 14 États afin de garantir, et c'est une première, la protection des câbles sous-marins.

En 1876, nouvelle révolution : Graham Bell invente le téléphone. La voix peut à présent être transportée sur des distances de plusieurs kilomètres. Quinze ans plus tard, la France et l'Angleterre innovent à nouveau avec le lancement de la première ligne téléphonique entre Sangatte et Saint Margaret. Mais ce n'est qu'en 1955 que le premier câble téléphonique transatlantique est mis en service... Sonne alors le glas pour les câbles télégraphiques. Premier moyen de communication sous-marin, ils ont su répondre à un besoin pressant de communiquer de plus en plus vite, mais s'avèrent dépassés dès que sont établis des moyens de correspondre en temps quasi-réel, d'un bout à l'autre du monde.

### *Surfer sous les vagues*

Autrefois entièrement métalliques, puis coaxiaux – noyau métallique dans un gainage de plastique rigide –, tous les câbles sous-marins sont, depuis 1988, des câbles en fibre optique. Cette technologie a permis d'augmenter les capacités de transmission pour un moindre coût. Dans un monde où le numérique tient une place fondamentale, ces câbles sous-marins véhiculent plus de 95 % des communications intercontinentales mondiales sur un réseau d'un million de kilomètres.

Reste que la pose du câble est toujours complexe et nécessite une préparation minutieuse. On doit commencer par faire des relevés GPS afin de déterminer le futur emplacement des câbles et des répéteurs – équipements électroniques actifs disposés tous les 50 à 100 kilomètres le long du câble et destinés à amplifier les signaux pour faciliter leur transfert. Il faut également au préalable sonder et cartographier les fonds, les reliefs sous-marins et analyser la nature du sol. Ces études faites, un navire câbler appareille pour la zone définie. Il mouille d'abord non loin de la côte, où une embarcation secondaire tire le câble depuis le bâtiment jusqu'à la station terminale située à terre. La pose classique «grands fonds» s'effectue à l'aide d'une machine linéaire embarquée à bord du navire, qui extrait le câble des cuves de stockage et contrôle la longueur nécessaire pour atteindre le fond en fonction de la vitesse du bâtiment. Le câble est alors déposé à même le sol, sous la mer. Une deuxième technique consiste à ensouiller les câbles, c'est-à-dire, les enterrer dans les fonds marins. Dans les zones sensibles, jusqu'à 1 500 mètres de profondeur, une charrue sous-marine tractée par le navire creuse un sillon. Le câble est ensuite déroulé, à environ trois mètres sous le sol. Le choix d'un tel procédé est dû aux risques qui peuvent peser sur le câble dans certaines zones : pêche par chalutage, fort trafic maritime...

Ainsi les câbles sous-marins ne représentent pas seulement un défi dans la transmission de l'information mais aussi dans leur pose et leur entretien. Domaines dans lesquels la France s'avère être un leader mondial avec des groupes tels qu'Orange Marine ou Alcatel Submarine Networks. Leur expertise est reconnue aussi pour la qualité et la réactivité de leurs interventions en cas de dommage sur le réseau, élément vital, tant nous sommes devenus dépendants des flux d'informations utilisant ces câbles.

### *Sans câble point de salut*

Le 20 novembre 2000, un câble sous-marin se rompt au large de Singapour, isolant l'Australie du reste du monde durant quelques heures. Internet tourne à 30 % de ses capacités, il est difficile voire impossible de se connecter. On dépêche aussitôt un

navire câblier, l'*Asian Restorer*, afin de réparer l'accroc sur le conduit. Le réseau est heureusement vite rétabli, mais il s'en est fallu de peu pour que la panique s'empare de l'île. Un câble qui lâche et un pays entier s'en retrouve affecté. La coupure du câble *Sea-Me-We 3* est révélatrice de la nécessité d'un bon fonctionnement de ces réseaux sous-marins, nombreux aujourd'hui, mais si fragiles.

Protégés par des enveloppes d'aluminium, de cuivre, de polycarbonate et de polyéthylène d'une épaisseur globale de 20 millimètres environ, les fibres optiques qui composent les câbles semblent à l'abri des aléas. Et pourtant... Ils sont parfois endommagés par des éboulements sous-marins, l'usure due au frottement contre les rochers, mais aussi l'attaque de requins qui seraient attirés par les champs électromagnétiques des fibres optiques. Les dommages peuvent également être provoqués par des navires de pêche comme les chalutiers, véritables laboureurs des sols océaniques, ou par des ancrages qui s'accrochent au câble et le sectionnent en remontant. Des plongeurs, lorsque la profondeur n'est pas trop élevée, peuvent aussi chercher à saboter les conduits sous-marins. Mais la gêne n'est dans ce dernier cas que très ponctuelle pour le consommateur car la résilience du réseau reste forte. Et les points réellement stratégiques sont bien protégés. En cas de dommage, les stations à terre sont immédiatement alertées et envoient aussitôt un navire câblier afin de réparer le câble. En moins de 24h, le bâtiment peut appareiller de son port d'attache et se rendre sur zone. À moins de 2 000 mètres de fond, un ROV (*remotely operated vehicle*), robot sous-marin téléguidé, est déployé afin de remonter la partie sectionnée du conduit et le restaurer. Au-delà, un grappin est lancé pour attraper le câble, le remonter et procéder à sa réparation à bord du navire.

Véritable colonne vertébrale du réseau Internet et de l'économie mondiale, ces câbles sous-marins et les océans qu'ils traversent sont aujourd'hui devenus de réels enjeux stratégiques et le théâtre des ambitions étatiques. Aujourd'hui, de grands groupes tels que Google, Facebook, Microsoft ou Amazon s'intéressent particulièrement à l'achat de câbles sous-marins. Pour ces entreprises, l'intérêt est évident : réduction des coûts, augmentation des performances. Sans aucun doute une manière de contrôler la toile. Conscientes des formidables enjeux que représentent la détention de câbles sous-marins, ces entreprises deviennent, au même titre que les États, des acteurs de la cyberguerre sous les mers, lieu où l'homme développe ses capacités de surveillance et de contrôle de l'information, et où il étend sa maîtrise des nouvelles technologies, toujours plus profondément dans les abysses...

## **De l'or noir dans l'or bleu**

### *L'exploitation abyssale: les entreprises innoverent*

Autrefois, un simple coup de pioche dans la terre pouvait faire jaillir le pétrole du sol... Ces puits d'or noir facilement accessibles sous terre sont exploités, puis on s'oriente vers les mers, non loin des côtes, pour faire durer les réserves... Pendant un temps. Mais ces ressources proches finissent par s'épuiser. Les entreprises d'exploitation d'hydrocarbures se lancent alors dans la recherche de nouveaux gisements, plus au large cette fois-ci. La tâche s'annonce ardue. Mais en 1982, le groupe français Total entreprend les premiers essais de forage en Méditerranée, à une profondeur de 1 714 mètres. C'est un véritable succès! La conquête de l'offshore profond est lancée.

Vingt ans plus tard, faisant une nouvelle fois preuve d'innovation, le groupe inaugure le premier champ développé intégralement par grande profondeur: le site *Girassol*, au large de l'Angola. Situé en pleine mer et s'étirant sur plus de 4 000 kilomètres, le *bloc 17*, ou *Golden Block* regroupe aujourd'hui de nombreux sites avec des installations conçues pour être employées à près de 150 kilomètres des côtes et à plus de 1 400 mètres de profondeur. Pour cela, le groupe utilise des unités flottantes de production, de stockage et de déchargement: les FPSO (*floating production storage and offloading*), qui permettent de traiter et de stocker les hydrocarbures avant de les décharger sur des navires-citernes et évitent ainsi l'utilisation de pipelines, trop coûteux dans des régions si éloignées des côtes. Les FPSO opérés dans le golfe de Guinée sont parmi les plus grands du monde; des dimensions record à la mesure du niveau de production qui dépasse aujourd'hui les 880 000 barils par jour. Des entreprises telles que Technip, Saipem ou encore Aker Solutions rivalisent d'ingéniosité pour mettre au point des structures flottantes innovantes destinées à remplacer les plates-formes fixes.

Total est aujourd'hui l'un des pionniers de l'offshore profond et cherche à renforcer son positionnement dans le domaine. Ainsi, le groupe français a développé des installations en mer du Nord, au large des îles Shetland, où des gisements gaziers ont récemment été découverts. Mais Total n'est pas la seule entreprise à exploiter de manière innovante les profondeurs marines: Shell s'est ainsi lancé il y a quelques années dans l'exploitation offshore à près de 2 500 mètres dans le golfe du Mexique.

Si les entreprises innoverent dans l'exploitation en offshore profond, les États ne sont jamais loin. Car l'enjeu pétrolier dépasse la simple concurrence industrielle. Posséder du pétrole est une nécessité stratégique et une richesse dont les États savent profiter car les besoins en hydrocarbures ne cessent d'augmenter. L'enjeu est à la fois économique,

énergétique et technologique. Toutefois, les nombreux problèmes qui résultent de cette exploitation, qu'ils soient politiques (dépendance), financiers (devises) ou environnementaux (pollution) poussent les États à réduire peu à peu leur dépendance au pétrole. Leur but est désormais de limiter une surenchère dans l'utilisation des ressources d'hydrocarbures et de réduire l'impact économique et environnemental de leur exploitation sous-marine.

### *Toujours plus loin, toujours plus profond*

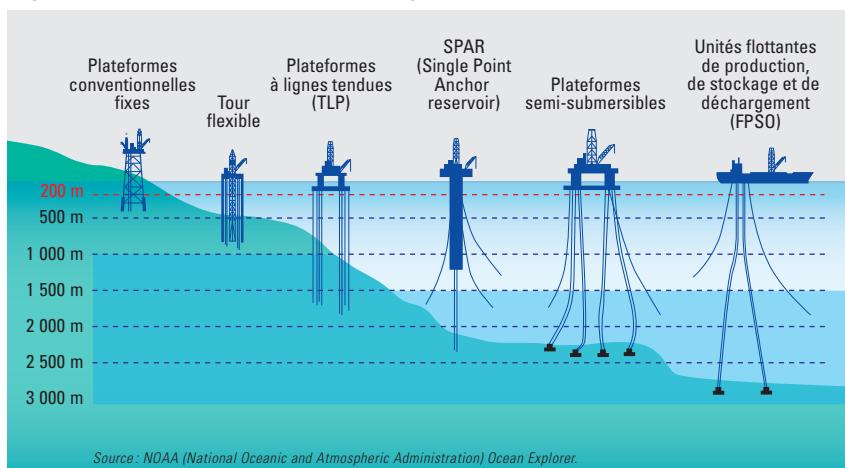
Aujourd'hui, l'exploitation du pétrole en offshore profond représente 10 % de la production mondiale, soit près de 10 millions de barils par jour. Les entreprises d'exploitation d'hydrocarbures ont donc développé techniques et compétences pour relever les nombreux défis que présente l'installation d'équipements industriels sous-marins. En effet, dès 300 mètres de profondeur, les plates-formes fixes doivent être remplacées par des unités mobiles, et en cas d'intervention, l'homme laisse place à des robots sous-marins. Ces véhicules téléguidés, résistant à de fortes pressions, peuvent intervenir jusqu'à 3 000 mètres de fond. Les OBSROV (*observation remotely operated vehicles*) ont pour mission d'observer et vérifier l'état des installations, tandis que les WROV (*workclass remotely operated vehicles*) sont équipés d'outils pour y effectuer des travaux de réparation par exemple.

Des *rigs*, plates-formes semi-sabmersibles qui supportent les *derricks* (tours de forage), sont chargés de forer des puits sous de grandes profondeurs d'eau. Une fois que ces derniers sont creusés, des têtes de puits sont installées pour contrôler le débit d'hydrocarbures. Ces installations sont reliées à la plate-forme mobile (FPSO par exemple) en surface par un réseau de conduites flexibles qui peut s'étendre sur plusieurs dizaines de kilomètres. L'unité flottante récupère et stocke la production avant de la transférer sur des navires de transport d'hydrocarbures. Le grand défi aujourd'hui reste de coordonner la construction des FPSO avec le forage des puits de pétrole et l'installation des équipements sous-marins, afin de perdre le moins de temps possible dans l'exploitation du gisement et de rentabiliser les coûts au maximum. Car l'exploitation d'hydrocarbures en offshore profond reste onéreuse. Les entreprises cherchent donc à limiter le nombre de puits tout en optimisant leur production. Pour cela, elles utilisent la technique de forage horizontal, ou à la rigueur fortement dévié, qui permet d'assurer un drainage optimal des réservoirs. En effet, cette technique augmente la zone de contact, et donc d'échanges, entre le puits et la roche d'où sont issus les hydrocarbures. Une méthode efficace qui permet d'obtenir une productivité de cinq à dix fois supérieure à celle de puits verticaux qui ne permettent qu'un contact limité à l'épaisseur du réservoir, soit quelques dizaines de mètres au plus. Ce procédé

nécessite une grande expertise des géologues et foreurs et implique une connaissance poussée des fonds marins.

Grâce à ces techniques innovantes, l'homme a su trouver une alternative à l'exploitation d'hydrocarbures sur terre : la mer. Mais sous les océans aussi les ressources s'amenuisent et il faut forer dans des conditions de plus en plus extrêmes pour ravitailler une population mondiale en constante expansion et dont les besoins ne cessent d'augmenter. Alors les entreprises cherchent de nouveaux gisements, plus loin, plus profonds, moins accessibles. Et les difficultés sont nombreuses lorsqu'on atteint les recoins les plus reculés des fonds marins : la température n'y excède pas 4°C, ce qui impose l'utilisation de techniques complexes d'isolation et de chauffage. Car les raccordements qui relient les différents gisements en eau très profonde aux flotteurs en surface mesurent parfois plusieurs dizaines de kilomètres. Et à une telle distance, la simple isolation thermique n'est plus suffisante : l'hydrocarbure ne doit pas trop se refroidir. En effet, dans des conduites ordinaires, le pétrole risquerait de perdre en fluidité, le méthane formant des paraffines et des goudrons s'il doit supporter une température inférieure à 40°C – la formation d'huile se situant entre 60 et 150°C. Il faut donc maintenir l'hydrocarbure à une température suffisante tout le long de son transfert à l'aide de câbles électriques directement intégrés dans les conduites. La technologie ECS (*energized composite solutions*), actuellement en phase de tests, permet d'offrir de nouveaux avantages par rapport aux câbles électriques : légèreté, souplesse, faible sensibilité aux endommagements locaux ou encore facilité de réparation...

### Exploitation d'hydrocarbures en offshore profond



Mais la température n'est pas la seule difficulté rencontrée. La pression est très forte dans les profondeurs, augmentant d'un bar tous les dix mètres. Elle peut provoquer l'accumulation de dépôts dans les conduits. Afin de réduire ses effets, les conduites sont recouvertes de mousse syntactique en résine époxy qui peut résister à des pressions de plusieurs centaines de bars. Ce système a également l'avantage de minimiser les échanges thermiques. Les mouvements de masse d'eau, mal connus dans les profondeurs, et l'activité tectonique qui y est parfois importante constituent également des difficultés non négligeables. Autant de facteurs qui, s'ils ne sont pas pris en compte, peuvent coûter chers à la société d'exploitation, tant en termes d'intervention que de remplacement du matériel.

### *Protéger l'écosystème marin: un véritable défi*

Le 21 avril 2010, dans le golfe du Mexique, la plate-forme pétrolière *Deepwater Horizon* du groupe BP explose, pour des raisons aujourd'hui encore inconnues. S'ensuit un gigantesque incendie et une marée noire due à une fuite s'élevant à 70 000 barils par jour plus d'un mois après l'accident. L'état d'urgence est aussitôt déclaré, mais la catastrophe écologique est considérable. Les côtes de la Louisiane, du Mississippi, de l'Alabama et de la Floride sont touchées.

La plate-forme a sombré, mais les fuites persistent plusieurs mois après l'accident. Le pipeline endommagé, arraché aux pompes de surface, continue de perdre chaque jour près de 800 000 litres de pétrole sous pression depuis la nappe souterraine. De nombreux moyens sont mis en œuvre pour colmater la fuite, mais la profondeur (1 500 mètres sous l'eau, puis 4 000 mètres en sous-sol) complique les opérations. Pour atténuer les dégâts, des robots sous-marins sont envoyés afin de répandre des produits dispersants dans le pétrole brut avant qu'il n'atteigne la surface. BP utilise aussi des cloches de confinement: déployées sur le pipeline endommagé, là où la fuite est la plus forte, elles emprisonnent le pétrole brut qui est ensuite pompé jusqu'à la surface. Une plate-forme de secours, *Development Drill III*, est également installée dans le but de forer un puits secondaire, afin d'atténuer la pression interne de la nappe souterraine et stopper ainsi le jaillissement de pétrole du puits endommagé. Ce n'est qu'en septembre 2010, après le déversement de plus de 680 000 tonnes de pétrole dans le golfe du Mexique, que la brèche est définitivement colmatée.

La fuite d'*Elgin*, champ pétrolier et gazier exploité par le groupe Total en mer du Nord, est un autre exemple d'accident, conséquence d'un forage à hauts risques. Ici, ce sont les difficultés techniques développées pour exploiter les hydrocarbures de la zone qui sont mises en cause. Pourtant, l'innovation est de taille: Total a élaboré en

2001 le plus grand champ à haute pression et haute température du monde. Mais le 25 mars 2012, la pression incontrôlable d'un réservoir provoque un *blowout*, soit l'éruption de pétrole brut ou de gaz naturel d'un puits de forage. Les conséquences sont d'abord environnementales, avec la dispersion de plusieurs centaines de milliers de mètres cubes de gaz qui s'échappent chaque jour, et économiques aussi, la perte de la production représentant plus d'un milliard de dollars par jour. Un peu plus d'un mois après, Total parvient à stopper la fuite, mais force est de constater qu'une fois encore, l'ambition technologique trouve ses limites et peut se révéler source de désastre.

Les grandes entreprises cherchent certes à agir pour préserver la biodiversité sous-marine des impacts potentiels de leur activité de production afin de permettre son bon déroulement, mais elles doivent également anticiper le vieillissement des champs d'exploitation, et donc des équipements utilisés, afin de prévenir toute avarie. Les moyens d'inspection et de maintenance (robots sous-marins) sont ainsi de plus en plus perfectionnés afin d'assurer la sécurité et la fiabilité des installations et prévenir tout risque d'endommagement. Dans cette optique, un dispositif récent est désormais capable d'échanger depuis les fonds marins des informations en temps réel avec le FPSO et d'intervenir immédiatement si besoin. Ce système, nommé *Swimmer (subsea works inspection and maintenance with minimum environment)*, est équipé d'un ROV et muni de caméras et de dispositifs de mesure. Doté d'une grande autonomie, il est conçu pour des missions pouvant aller jusqu'à une durée de trois mois sous les mers.

De plus, les sociétés prennent désormais en compte les dangers liés au terrain, qui, jusqu'à présent n'était inspecté que lors de campagnes ponctuelles. Ainsi, depuis fin 2011, une station sous-marine de surveillance en temps réel des aléas géologiques, baptisée *Horus*, a pour mission de contrôler l'évolution géologique des fonds océaniques à proximité de champs offshore et d'alerter en cas de risque pour les installations sous-marines.

La préservation de l'environnement sous-marin est aujourd'hui devenue une priorité pour les entreprises d'exploitation d'hydrocarbures en offshore profond. Le souvenir des marées noires – pendant la guerre du Golfe, *Deepwater Horizon* bien sûr, mais aussi les naufrages de l'*Erika* ou du *Prestige* non loin de nos côtes – et leur impact dans l'opinion publique jouent bien évidemment un rôle. Un compromis entre la volonté de développer les technologies d'exploitation et la prise de conscience de l'importance d'une stabilité pérenne de la biodiversité des profondeurs y trouvera peut-être son équilibre...

## Pêcher en eaux troubles

### *Les techniques*

Toujours plus loin, toujours plus profond. La pêche ne déroge pas à la règle. Les pêcheurs se sont contentés d'abord de prises à proximité des côtes, et s'ils s'aventuraient en haute mer, ils ne ciblaient – faute de technologies adéquates – que les poissons vivant près de la surface. Mais lorsque, dans les années 1980, ce type de spécimen commence à se faire rare, ils commencent à s'aventurer plus loin, en ciblant cette fois-ci les grandes profondeurs.

Aujourd'hui encore, la technique emblématique – et controversée – de la pêche en eau profonde reste le chalut. Il s'agit d'un immense filet en forme d'entonnoir remorqué par un ou deux navires à l'aide de câbles d'acier, les funes. Il existe deux types de chalutage. Tout d'abord, le chalutage de fond qui consiste, comme son nom l'indique, à traîner le filet au fond de la mer, son ouverture étant assurée par deux panneaux latéraux en métal. La taille des mailles du filet diffère selon les espèces que l'on souhaite pêcher. Le chalutage pélagique quant à lui, laisse le filet entre deux eaux. Plus de 70 % des navires de pêche en eau profonde utilisent les techniques de chalutage. Un sondeur bathymétrique, équipé d'un sonar, installé sur la coque du bateau, permet de mesurer la profondeur de l'eau et de repérer les bancs de poissons.

Autres techniques utilisées : la palangre de fond, qui permet de déposer plusieurs milliers d'hameçons au fond des mers. Ce procédé a l'avantage de ne pas dégrader les fonds marins, mais ses appâts attirent malheureusement de nombreuses espèces qui ne sont pas visées : requins profonds mais aussi oiseaux marins qui se prennent dans les hameçons lorsque le navire met la ligne à l'eau. La pêche aux filets maillants enfin, consiste à disposer un filet verticalement dans l'eau. Des flotteurs sont reliés à la partie supérieure du filet alors que la partie inférieure est lestée afin de le maintenir droit. Le maillage est adapté à l'espèce ciblée. Les poissons recherchés se prennent dans les filets, les plus petits passent au travers et les plus gros sont repoussés. Ce procédé permet de sélectionner le type de poissons que l'on souhaite pêcher, sans capturer inutilement d'autres espèces.

La plupart des captures de pêche profonde hauturière provient de l'Atlantique nord. Les lingues bleue et blanche, l'empereur, le grenadier, la dorade rose, le flétan noir ou encore le sabre noir sont les principales espèces ciblées par cette activité. Une activité qui, bien qu'autorisée, reste très décriée...

### *Une remise en question*

Tout d'abord, la pêche profonde entraîne une surexploitation de certaines espèces vulnérables, parfois très anciennes et souvent rares. La faune dont regorgent les abysses est particulière. En effet, le cycle biologique de ces espèces n'est pas ordinaire : elles vivent plus longtemps, parfois jusqu'à 150 ans, se reproduisent tardivement et peu, et leur croissance est lente. Autant de caractéristiques qui en font des espèces vulnérables à la surpêche. On constate d'ailleurs dans certaines zones, notamment au large de l'Irlande, une nette diminution de l'abondance des poissons jusqu'à 2 500 mètres de profondeur depuis la fin des années 1980. Les chaluts ne pouvant atteindre cette profondeur – leurs filets atteignent près de 1 600 mètres au maximum –, cela tend à prouver que les impacts de la pêche en eau profonde vont au-delà des niveaux auxquels elle s'exerce. Le rendement maximal durable (RMD) est révélateur de la surexploitation des espèces des grands fonds. Correspondant au volume optimal de captures que l'on peut prélever chaque année sur un stock de poissons donné sans menacer la ressource, force est de constater qu'il est largement dépassé pour certaines espèces. La mortalité de la lingue bleue excédait déjà en 2001 quatre fois le niveau correspondant à son RMD.

Et les techniques utilisées ne sont pas toujours respectueuses des écosystèmes marins. Les chalutiers par exemple ratissent les sols marins avec leur gigantesque filet, détruisant les habitats des grands fonds et capturant sans distinction tout ce qui se trouve sur leur passage. Les espèces non commercialisables, quant à elles, sont rejetées à la mer, à l'image des alépocéphales, poissons très abondants entre 1 000 et 1 500 mètres de profondeur, dont la chair n'est pas appréciée.

Autant d'impacts qui expliquent que des réglementations aient été mises en place afin de limiter les conséquences de la pêche profonde. Ainsi, depuis 2002, la Commission européenne a instauré son contrôle, par l'enregistrement des navires qui la pratiquent, le suivi par satellite et la présence d'inspecteurs à bord. En juillet 2012, Bruxelles a cherché à aller plus loin en proposant l'interdiction des chaluts de fond et des filets maillants pour l'exploitation des espèces profondes, les palangres seules demeurant autorisées. Un argument s'est ajouté à celui de la protection de l'environnement sous-marin : le gaspillage économique que représente le chalutage. En effet, le coût de la pêche profonde est démesuré par rapport à l'importance commerciale de ce secteur – seulement 1,5 % des captures en Atlantique nord. Mais en décembre 2013, à l'issu d'un vote serré, le Parlement a rejeté la proposition de la Commission, tout en se prononçant pour une limitation de la pêche profonde. La réforme de la politique commune de la pêche, mise en place par l'Union européenne en janvier 2014 affiche à cet effet des objectifs ambitieux. Elle vise à interdire les rejets en mer de manière

progressive et à développer des techniques afin de limiter les prises accessoires pour, à terme, éviter l'épuisement des ressources. Ainsi, pour être efficace, cette interdiction doit aller de pair avec l'élaboration d'engins de pêches plus respectueux de l'environnement et plus sélectifs dans les espèces ciblées ou encore une définition précise de zones où la pêche serait autorisée, restreinte à certains engins ou interdite.

## **Et après...**

La mer recèle des richesses inimaginables. Et l'homme s'efforce depuis peu d'adapter ses technologies à ce milieu de manière à parvenir à une exploitation durable. De nouveaux procédés sont imaginés afin de pallier le coût élevé ou l'impact environnemental néfaste de certaines techniques actuellement employées. Ainsi, depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, l'idée d'une exploitation de l'énergie thermique des mers a émergé dans les esprits. Idée formidable mais complexe à réaliser : elle vise à utiliser la différence de température de l'eau de surface (à 25°C) et de l'eau des fonds marins (à 4°C à 700 mètres de profondeur) dans les océans tropicaux. Plusieurs prototypes ont été testés au large d'Hawaï dans les années 1990, mais la baisse et la stabilisation des prix du pétrole ont eu raison de la rentabilité d'un tel programme. Cependant, depuis la fin des années 2000, avec la nouvelle envolée des prix de l'énergie, cette idée refait peu à peu surface. L'industriel français DCNS a ainsi pour projet l'installation d'une centrale thermique au large de la Martinique. Pour cela, le groupe a mis en place une station à terre, sur l'île de la Réunion, qui simule le fonctionnement d'une centrale marine en utilisant de l'eau douce. Un premier prototype avant d'obtenir les subventions qui permettront de financer l'installation finale aux Antilles.

La présence importante d'hydrates de méthane dans les grands fonds pourrait également présenter un intérêt non négligeable en tant que nouvelle source de combustibles fossiles pour les générations à venir. Mais ce composé glacé est extrêmement instable : inflammable dès qu'il fond et notamment en présence d'oxygène. Son instabilité rend donc son exploitation très délicate. Bien qu'intéressante car elle pourrait à terme palier les besoins croissants en hydrocarbures, l'exploitation d'hydrates de méthane n'est aujourd'hui qu'à l'état de recherches et en phase de projet.

Enfin, un développement récent et plein d'avenir : l'utilisation des ressources sous-marines au profit des biotechnologies. La pêche épuisant de nombreuses ressources, c'est désormais vers les gènes des micro-organismes vivant dans les abysses que l'homme se tourne. Les industriels du XXI<sup>e</sup> siècle, spécialisés dans la biotechnologie, sont à la recherche de composés qui ont la propriété d'être stables dans des conditions

extrêmes. Ainsi, les enzymes ultrathermophiles, employées dans la PCR (*polymerase chain reaction*) – méthode moléculaire d'amplification d'ADN – représentent un formidable potentiel pour la recherche scientifique. Autre exemple : les bactéries polysaccharides, ou « polymères de sucre », ont révélé des propriétés anticoagulantes, antivirales et même anticancéreuses. Les sources hydrothermales – événements sous-marins qui évacuent une partie de la chaleur interne de la Terre – deviennent les fournisseurs privilégiés de ces cellules, bactéries, enzymes et autres molécules dites extrémophiles – donc vivant dans des conditions qui ne seraient pas supportées par la plupart des autres organismes – à des fins médicales, scientifiques, alimentaires, ou même cosmétiques... La faune et la flore qui se développent autour de ces sources abyssales ont un renouvellement particulier car extrêmement lent. Une richesse admirable pour la recherche et l'innovation biologique et scientifique.

L'homme impose aujourd'hui au monde sous-marin une exploitation qui répond au mode de vie et aux besoins de consommation d'une humanité sans cesse en expansion. Déployant des techniques toujours plus évoluées, il exploite les mers, n'épargnant pas les abysses. Mais de nombreux efforts sont depuis quelques années accomplis, et l'activité humaine de plus en plus réglementée afin que l'impact environnemental soit mieux maîtrisé. On favorise désormais une exploitation raisonnable des grands fonds, conscients que c'est sous les mers que se trouvent les grands enjeux actuels et à venir...

## **Les tables de loi, législation des grands fonds**

*Alexia POGNONEC*

*Chargée de recherches au CESM*

Il n'existe pas d'instrument juridique spécifiquement consacré aux abysses, mais une multitude de dispositions sectorielles applicables à telle activité ou espace en particulier. Les cités, épaves et autres vestiges engloutis font ainsi l'objet d'une protection particulière depuis l'adoption en 2001 de la convention de l'UNESCO sur la protection du patrimoine culturel subaquatique<sup>1</sup>. Malgré tout, la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM), véritable « constitution » des océans, chapeaute la plus grande partie des activités qui y sont menées.

Il faut bien distinguer deux espaces maritimes : les zones économiques exclusives (ZEE) qui s'étendent jusqu'à 200 milles des côtes et la haute mer située au-delà de la juridiction des États (à l'exception du plateau continental sur lequel l'État côtier peut disposer de droits souverains dans la limite de 350 milles).

Dans les ZEE, les États côtiers disposent de droits souverains en matière de protection environnementale, d'exploration et d'exploitation des ressources biologiques et minérales. Certains accords internationaux concernent néanmoins ces ressources. La convention sur la diversité biologique, adoptée dans le cadre du Sommet de la Terre de 1992 à Rio de Janeiro, vise ainsi à la protection de la biodiversité. Elle a été complétée en 2010 par le protocole de Nagoya relatif à l'accès aux ressources génétiques et au partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation<sup>2</sup>. Ces deux instruments ne s'appliquent cependant qu'aux ressources situées dans les espaces soumis à la juridiction des États.

Au-delà, la haute mer est un espace de liberté : de navigation mais aussi de survol, de pêche, ou encore de recherche scientifique. Ouverte à tous, la CNUDM prévoit expressément que les États sont libres d'y poser câbles et pipelines sous-marins, de construire îles artificielles, plates-formes pétrolières et autres ouvrages autorisés par le droit international sous réserve toutefois d'obtenir l'accord de l'État côtier lorsque ces installations concernent son plateau continental.

La CNUDM prévoit en outre un régime général de coopération en vue de la préservation de l'environnement marin. Elle appelle les États à prendre toutes les mesures nécessaires pour prévenir ou limiter les pollutions et l'introduction d'espèces invasives ou étrangères. Un outil a d'ailleurs été développé pour assurer la gestion durable des ressources biologiques dans des secteurs déterminés : les

aires marines protégées (AMP). C'est dans le cadre de conventions régionales que les premières AMP en haute mer ont été désignées, en Atlantique nord-est et en Antarctique. Ces préoccupations environnementales touchent aussi le domaine du transport maritime. L'Organisation maritime internationale, agence spécialisée des Nations unies créée dès 1948, a adopté de nombreuses conventions, dont celle de Londres, dite convention Marpol, le 2 novembre 1972. Cette dernière vise à prévenir toute forme de pollution des navires, plates-formes pétrolières et installations flottantes et interdit tout déversement volontaire de substances en mer.

Également espace de liberté de la pêche, la haute mer n'est pas pour autant dépourvue de réglementations en la matière. Les deux principaux, l'accord de 1993 sur la pêche en haute mer<sup>3</sup> et l'accord de 1995 sur les stocks chevauchants<sup>4</sup>, mettent en place un système de coopération internationale et posent un certain nombre d'obligations afin d'assurer l'exploitation raisonnée de ces ressources. Les organisations régionales de gestion des pêches (ORGP) jouent également un rôle important en la matière. Elles sont compétentes pour établir des règles de conservation et de gestion de la pêche en haute mer et constituent le relais principal de coopération entre les États intéressés. Certaines ORGP gèrent des espèces migratoires (le thon notamment), d'autres gèrent une zone géographique déterminée. L'APSOI (accord relatif aux pêches dans le sud de l'océan Indien) est ainsi destiné à gérer la pêche (à l'exclusion des pêches thonières) dans une zone de haute mer de 30 millions de km<sup>2</sup>. L'Australie, la Corée, la France, les îles Cook, l'île Maurice, le Japon, les Seychelles, et l'Union européenne se sont accordés en mars 2015 pour installer le siège d'APSOI à la Réunion – c'est la première fois que le territoire français accueille le siège d'une ORGP.

Enfin, la CNUDM a créé un organe spécifiquement dédié à l'organisation et au contrôle des activités menées dans la zone internationale des fonds marins (la Zone<sup>5</sup>) : l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM). Organisation indépendante œuvrant pour le compte de l'humanité, l'AIFM n'a pour l'instant accordé que des permis d'exploration de ressources minérales. La question de leur renouvellement – les premiers permis accordés arrivant à expiration en 2016 – ou de leur évolution en permis d'exploitation est d'une brûlante actualité.

---

1. Pour plus d'informations au sujet de la convention de l'UNESCO et de la préservation des épaves, voir l'article «Les épaves des grands fonds, sanctuaire de la mémoire des hommes», p. 102.

2. Pour plus d'informations au sujet de la convention sur la diversité biologique et sur son protocole additionnel, voir l'article «La vie abyssale, un nouveau monde?», p. 78.

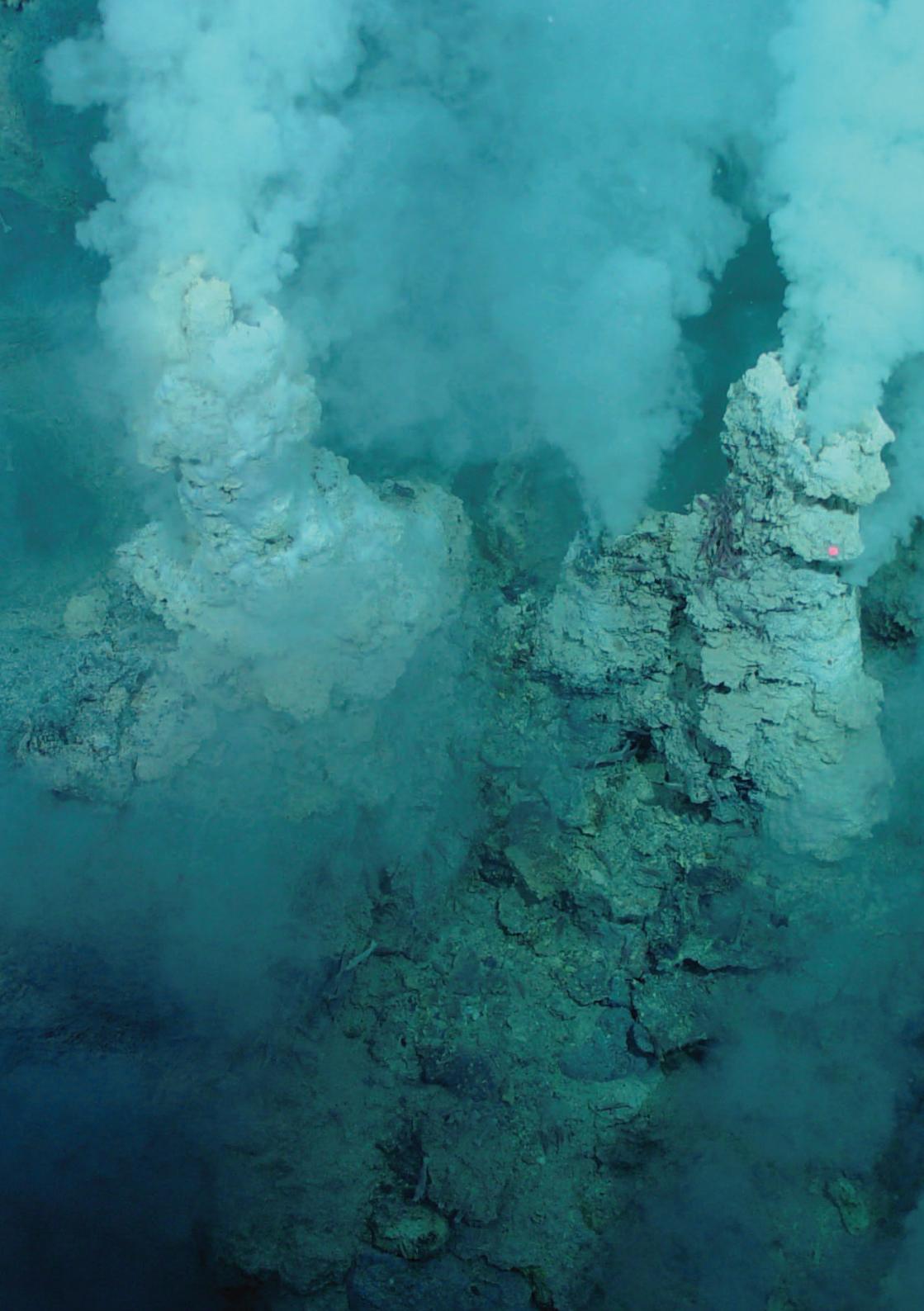
3. Accord visant à favoriser le respect par les navires de pêche en haute mer des mesures internationales de conservation et de gestion, adopté le 24 novembre 1993.

4. Accord portant sur l'application des dispositions de la CNUDM relatives à la conservation et à la gestion des stocks de poissons dont les déplacements s'effectuent tant à l'intérieur qu'au-delà de ZEE (stocks chevauchants) et des stocks de poissons grands migrateurs, adopté le 4 août 1995.

5. La Zone est constituée des sols et des sous-sols marins situés au-delà de la juridiction des États, elle ne comprend pas la colonne d'eau surjacente.

Sources hydrothermales à forte émission de CO<sub>2</sub> sur le mont sous-marin d'Eifuku NO (Nord-Ouest), fosse des Mariannes, Pacifique ouest.

© *Avec l'aimable autorisation de Submarine Ring of Fire 2006 Exploration, NOAA Ocean Exploration Program et NOAA Vents Program.*



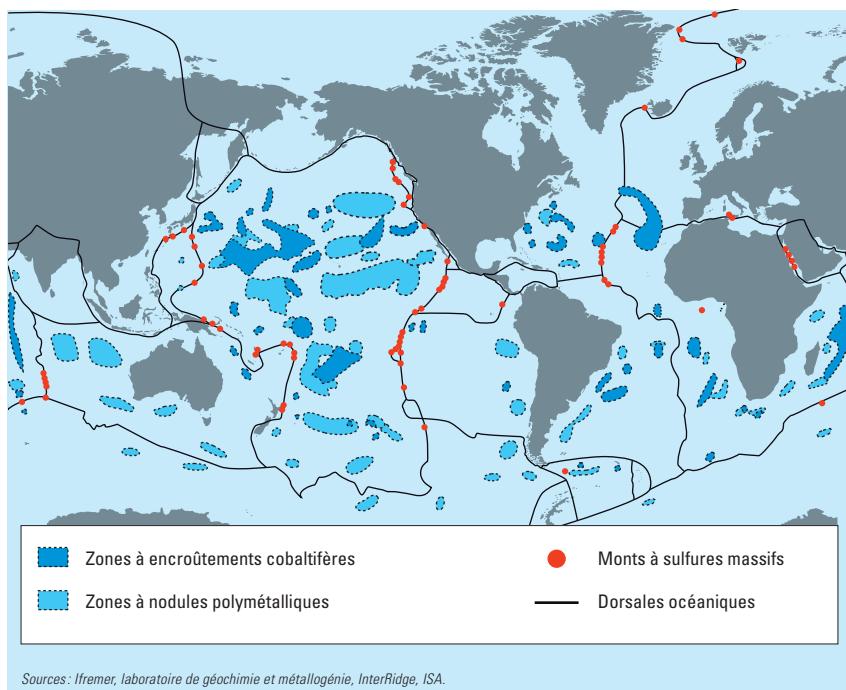
# La nouvelle ruée vers l'or? Course aux ressources minérales marines

Adrien ANSART

*Chargé d'études au CESM*

**L**es ressources minérales marines profondes sont aujourd’hui plus que jamais à l’origine d’une ruée vers l’or. Les nouveaux pionniers de la fin du XX<sup>e</sup> siècle embarquent désormais à bord de submersibles pouvant atteindre jusqu’à 6 000 mètres de fond. Car cette course aux abysses est avant tout technologique : il s’agit de découvrir les gisements, évaluer leur potentiel et, surtout, trouver un moyen rentable de les exploiter dans le respect de la biodiversité et des écosystèmes. De nombreuses ressources minérales se trouvent dans les zones économiques exclusives (ZEE) des États, atout incomparable pour la France. Deuxième espace maritime au monde, la ZEE française dispose d’un potentiel particulièrement intéressant en Polynésie et à Wallis et Futuna. En ce qui concerne les fonds marins au-delà des juridictions nationales, la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM) a donné naissance à une expérience sans précédent en droit international : les ressources de cette zone, dont l’administration est confiée à l’Autorité internationale des fonds marins (AIFM), ont été déclarées patrimoine commun de l’humanité. Tels sont les enjeux de cette ruée vers l’or des abysses.

### Distribution globale des ressources minérales marines



## Quel trésor minéral au fond des abysses ?

Les abysses regorgent de ressources minérales : fer, manganèse, cobalt, cuivre, nickel, zinc, or, argent... Principalement présentes sous trois formes – nodules polymétalliques, encroûtements et amas sulfurés (ou sulfures hydrothermaux) –, des centaines de milliards de tonnes de minerais pourraient ainsi être exploitées. Ces ressources à fort potentiel se distinguent tant par leur composition que par leur environnement géologique. Les techniques d'extraction doivent donc être adaptées à chacune d'entre elles et progressent à des rythmes différents. Aujourd'hui, seuls les sulfures hydrothermaux commencent à faire l'objet de permis d'exploitation.

### *Les nodules polymétalliques*

Les nodules ont été découverts pour la première fois lors de l'expédition du *Challenger*<sup>1</sup>, entre 1873 et 1876 mais leur exploration ne débute véritablement que dans les années 1980. Ils se forment à partir d'un noyau pouvant être microscopique, ou encore une dent de requin, un débris rocheux... Il leur faut plusieurs millions d'années pour croître ne serait-ce que d'un centimètre. On les trouve dans les plaines abyssales et les dorsales océaniques. La zone de Clarion-Clipperton semble être la plus riche : sur une surface de 9 millions de km<sup>2</sup>, leur poids total est estimé à 34 milliards de tonnes. L'exploitation des nodules polymétalliques se fait en pleine mer, c'est-à-dire à des centaines, parfois des milliers de kilomètres d'une possible structure portuaire de traitement des minerais. Elle doit prendre en compte les paramètres météorologiques, l'agressivité du milieu marin (mouvements, corrosion...) et la pression particulièrement forte (500 bars) dans les plaines abyssales. Le système d'exploitation le plus abouti aujourd'hui semble être le ramassage hydraulique. Le principe est simple : un engin, dont la morphologie s'approche de celle d'un bulldozer, collecte les nodules en se déplaçant sur le fond, par un système de dragage ou d'aspiration. Ces derniers sont ensuite remontés à la surface, sur un bateau ou une plate-forme, à l'aide d'un tube rigide. Tout ceci ne reste qu'au stade de l'expérimentation, de nombreux paramètres demeurant incertains avant d'envisager une exploitation industrielle – rentabilité, impact environnemental...

### *Les encroûtements*

Les encroûtements, aussi nommés encroûtements cobaltifères, ont été très étudiés depuis les années 1970. Ils se forment par le dépôt de plusieurs minéraux dont les plus intéressants sont le cobalt et le platine, sur les fonds de nature volcanique ou calcaire.

---

1. Première grande campagne océanographique mondiale, cette expédition scientifique a considérablement fait progresser les connaissances sur les grands fonds marins et sur la vie abyssale.

Leur croissance, extrêmement lente, est de l'ordre de 1 à 6 millimètres par million d'années : certaines croûtes peuvent atteindre les 60 millions d'années ! Ils sont situés sur les monts sous-marins et les alignements volcaniques, entre 400 et 4 000 mètres de profondeur, principalement dans l'océan Pacifique. À ce jour, les encroûtements les plus riches identifiés sont situés dans la zone économique exclusive de Polynésie française. Attachés plus ou moins solidement au substrat, leur extraction est particulièrement difficile sur le plan technologique : il faut parvenir à arracher les croûtes sans enlever la roche, ce qui diluerait la teneur en minerai. L'exploitation est envisagée en cinq étapes : la fragmentation, le broyage, l'enlèvement, le ramassage et la séparation. Pour cela, on utiliserait un véhicule se déplaçant sur le fond et attaché à un navire d'exploitation, avec lequel il se répartirait ces tâches. Mais il reste beaucoup à faire avant d'accorder tout permis d'exploitation des encroûtements : mieux cartographier les fonds marins, évaluer leur potentiel économique...

### *Les sulfures hydrothermaux*

Les amas sulfurés, ou sulfures polymétalliques hydrothermaux, résultent comme leur nom l'indique de l'activité hydrothermale sous-marine. Les métaux trouvés dans ces amas diffèrent selon leur localisation (dorsale, plaine, fosse océanique...), leur composition dépend de la croûte océanique traversée par les eaux avant d'émerger sous forme de sources hydrothermales. En effet, l'eau de mer s'engouffre dans les brèches créées par l'activité volcanique abyssale, avant de remonter à la surface sous l'effet de la chaleur, chargée de métaux. La composition de ces sulfures hydrothermaux – métaux de base et précieux – est particulièrement intéressante d'un point de vue économique. Ils sont de surcroît proches des côtes dans les ZEE, véritable aubaine pour les États. Toutefois, cette exploitation ne pourrait s'envisager que sur des sites inactifs : la température des fluides, pouvant atteindre les 400°, rend difficile l'extraction minière dans les cheminées toujours actives. Un premier permis d'exploitation a été délivré en 2011 par la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Il concerne une zone de grands fonds située dans des eaux territoriales du pays. Attributaire de ce permis, la société canadienne Nautilus Minerals a imaginé comment ces minéraux pourraient être exploités : trois engins miniers sont envoyés sur le fond : un premier tailleur dit « auxiliaire » aplanit le terrain pour le tailleur principal. Ce dernier fragmente la roche qu'il laisse sur son passage pour l'engin de ramassage, avant que les minerais soient pompés sous forme de boue vers un navire minier.

## Le premier volet d'une compétition internationale

L'exploitation de ces ressources n'est pour l'heure pas encore rentable. Deux leviers peuvent toutefois changer la donne : les progrès technologiques permettront de réduire les coûts d'extraction de ces minéraux quand l'épuisement des ressources terrestres conduira nécessairement les exploitants à se tourner vers les abysses. Un phénomène accéléré par l'explosion de la demande en minéraux des nations émergentes, qui se traduit par une flambée des prix : un rapport du PNUE<sup>2</sup> publié en mai 2014 évoquait une augmentation de 176 % des prix des métaux depuis 2000. Cette pénurie à venir fait d'ailleurs de la course aux abysses un enjeu géopolitique et économique majeur. Les métaux et terres rares sont particulièrement stratégiques, et nombreux sont les États – industrialisés comme émergents – à se lancer dans cette aventure, explorant les potentiels des fonds marins. La Chine fait partie des pays les plus impliqués, avec la France, les États-Unis, la Corée du Sud, la Russie, le Japon, l'Allemagne, l'Inde ou encore le Royaume-Uni... En mettant au point un submersible habité parmi les plus avancés technologiquement, le *Jiaolong*, l'empire du Milieu rejoint le club de la poignée de pays capables d'explorer les abysses dans les années 2000.

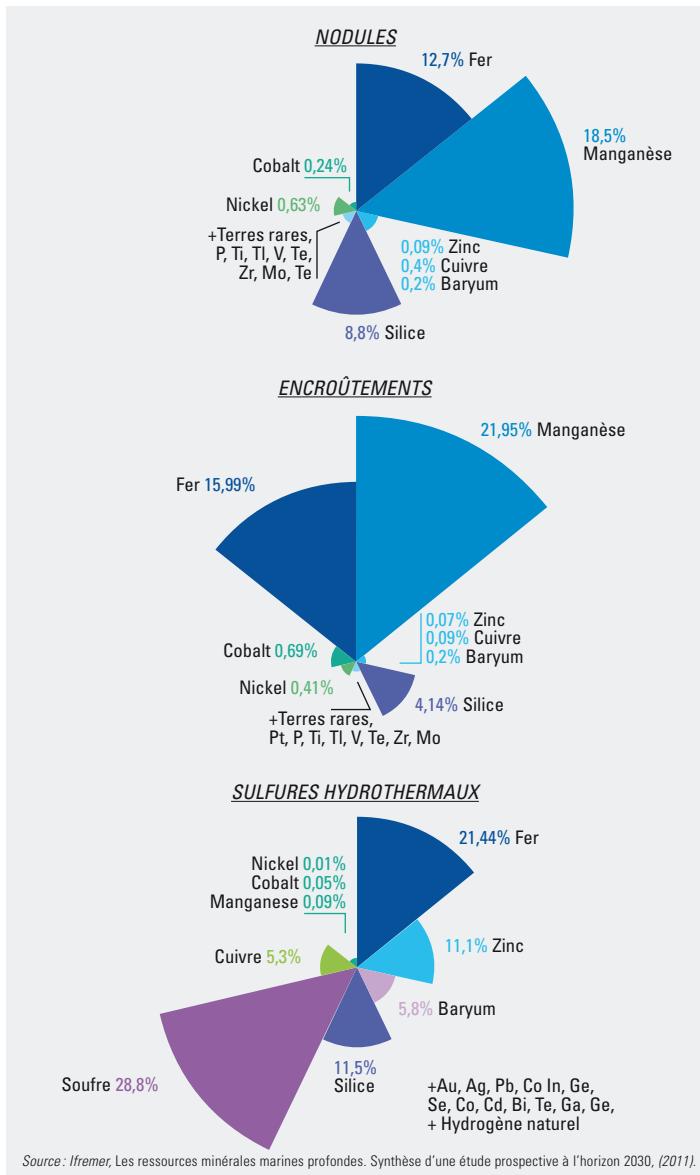
La France n'est pas en reste, loin de là. L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) dispose d'une expertise scientifique mondialement reconnue et de moyens technologiques de pointe. La campagne de Wallis et Futuna en 2010, fruit d'un partenariat regroupant le ministère de l'Écologie, l'Ifremer et des entreprises industrielles intéressées aux projets miniers en mer profonde (Areva, Eramet, Technip), a permis de découvrir une nouvelle dorsale active, de mener des études détaillées sur les roches et les ressources minérales de la zone. Forte de ces résultats, la France poursuit les travaux entrepris avec deux autres campagnes en 2011 et 2012 afin d'approfondir la recherche, de préciser la localisation et la nature des minéralisations hydrothermales, et surtout de paver la voie à une ultime campagne qui consistera à évaluer le possible impact d'un projet minier sur les écosystèmes et une biodiversité particulièrement riche. Le CNRS et l'Ifremer ont à ce sujet publié en juin 2014 un rapport sur les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes, l'état des connaissances du milieu et les moyens d'exploitation<sup>3</sup>. Les travaux scientifiques menés ont été ponctués par un engouement national pour les ressources minérales qui s'est manifesté à de nombreuses occasions : Grenelle de la mer de 2009 à 2012, création du Comité des métaux stratégiques

---

2. Programme des Nations unies pour l'Environnement.

3. J. Dymont, F. Lallier, N. Le Bris, O. Rouxel, P.-M. Sarradin, S. Lamare, C. Coumet, M. Morineaux, J. Tourolle (coord.), 2014. *Les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport*, CNRS – Ifremer, 930 pages environ.

## Composition des minéralisations des grands fonds océaniques (% en poids)



(COMES) et prospective Remima<sup>4</sup> en 2011, avec, pour apothéose, la décision par le Comité interministériel de la mer de mettre en place une stratégie nationale sur les ressources minérales profondes en mer.

Les atouts français entrent cependant en compétition avec le volontarisme de nombreux États, les contraintes environnementales ainsi qu'avec le droit légitime des États moins avancés technologiquement, garanti par la CNUDM, de bénéficier de ces ressources. C'est là toute l'importance du rôle de l'Autorité internationale des fonds marins : arbitrer et réguler cette nouvelle course aux abysses en haute mer.

### L'AIFM, shérif des abysses ?

Mise en place par la CNUDM, cette autorité indépendante se veut innovante par sa mission et ses compétences. Agissant pour le compte de l'humanité, elle organise et contrôle les activités d'exploration et d'exploitation des ressources minérales menées dans les fonds marins de la Zone (espace maritime situé au-delà des juridictions nationales). C'est donc un indivis qu'elle a la lourde charge d'administrer. Pour ce faire, son architecture institutionnelle se décline en trois entités : une assemblée – organe plénier –, un conseil restreint composé de 36 membres élus par l'assemblée – organe exécutif – et un secrétariat qui l'assiste. Tous les États signataires de la CNUDM en sont membres de fait et disposent d'une égale souveraineté. Plus de 150 nations ainsi que l'Union européenne en font aujourd'hui partie, et ce nombre croît, alimentant l'espoir d'une participation universelle. Reste à convaincre les autres États, comme la Turquie par exemple, ou les États-Unis dont la ratification est bloquée par le Sénat.

L'AIFM délivre les permis d'exploration, et, à long terme, d'exploitation, de parcelles dans un espace qui s'étend sur près de 260 millions de km<sup>2</sup>. L'accord de 1994 relatif à l'application de la partie XI de la CNUDM comporte un élément essentiel : la réservation de secteurs. Cela signifie que tout État ou entreprise a la possibilité de réserver un site dont la superficie est limitée à 150 000 km<sup>2</sup> à des fins d'exploration. C'est le cas dans la zone de fracture Clarion-Clipperton, qui ne compte pas moins de neuf contractants, dont la France, la Chine, la Corée du Sud, la Russie, l'Allemagne, mais aussi des acteurs comme *Tonga Offshore Mining* ou *Interoceanental Joint Organisation*... Pour donner vie au principe de partage des ressources situées en haute mer, patrimoine commun de l'humanité, l'AIFM est chargée de collecter les contributions des États exploitant les ressources situées dans la Zone et dans les

---

4. Véritable travail de réflexion prospective à l'horizon 2030 dirigé par l'Ifremer, cette synthèse sur les ressources minérales marines (Remima) a réuni plus d'une vingtaine de partenaires français, représentant les principaux acteurs du secteur.

plateaux continentaux au-delà de 200 milles marins (art. 82). Elle n'est, *a contrario*, pas compétente pour réguler les activités d'exploitation dans les zones relevant de la juridiction des États – ZEE notamment –, où pourtant les risques environnementaux sont inquiétants. Le prélèvement des nodules peut entraîner une perturbation de la biodiversité abritée dans les sédiments, ou encore la création d'un nuage diffus, pouvant fragiliser les écosystèmes à des centaines de kilomètres. Le rejet de l'eau de fond en surface peut augmenter la concentration en métaux lourds dans l'eau, ayant pour conséquence une réduction de la lumière affectant les taux de production des phytoplanctons et la survie des larves de poissons. Ces risques, dont la liste est loin d'être exhaustive, sont aussi prégnants dans le cadre de l'exploitation de sulfures hydrothermaux et des encroûtements cobaltifères.

Malgré ces inquiétudes, l'aventure est sur le point de commencer : le groupe canadien Nautilus Minerals prévoit d'affréter le premier navire d'extraction minière profond dès 2017 et pourra exploiter des ressources minérales à 1 600 mètres de fond dans sa concession de Papouasie-Nouvelle-Guinée. Il semblerait donc que, paradoxalement, les prés carrés des pays côtiers soient moins bien régulés que cet espace de liberté, souvent présenté comme anarchique, qu'est la haute mer.

## Conclusion

À l'aube de cette grande aventure mondiale, deux obstacles doivent donc encore être surmontés : trouver des réponses technologiques permettant d'extraire ces ressources à un coût de rentabilité convenable, tout en appréhendant au mieux les impacts environnementaux. Face à ces défis, les industriels semblent pour l'heure préférer les ressources situées dans les ZEE des États à celles de la haute mer, plus facilement exploitables.

L'enjeu stratégique de l'accès à ces ressources, dans la perspective d'un épuisement plus ou moins proche des sources de minéraux terrestres, est considérable et pourrait modifier, à terme, l'équilibre des relations internationales. Cependant la cartographie actuelle des ressources abyssales ne permet pas de garantir une abondance comparable à celle que nous avons pu connaître sur terre.

«*Beroe cucumis*», Cténophore, au large de la base Dumont d'Urville, Terre Adélie, Antarctique.  
© CNRS Photothèque – AMICE Erwan.



# La vie abyssale, un nouveau monde ?

Adrien ANSART

*Chargé d'études au CESM*

**O**n a longtemps cru les abysses sans vie. Et pourtant, dès 1810, le niçois Antoine Risso parvient, après avoir effectué des dragages, à décrire plusieurs types d'espèces provenant de profondeurs comprises entre 800 et 1200 mètres. John Ross le conforte en 1819 en découvrant une ophiure, espèce voisine de l'étoile de mer, lors d'un sondage en mer de Baffin. Plus tard encore, en 1843, le physicien français Georges Aimé remonte des méduses de 1800 mètres de profondeur. Ces pionniers furent nombreux mais leurs découvertes ont été ignorées ou contestées par la science officielle. Edward Forbes, naturaliste anglais, joue un rôle majeur dans la cécité de la communauté scientifique, soutenant la théorie d'une profondeur limite pour la vie dans les océans. Se basant sur des dragages à profondeurs croissantes, il en déduit un plancher maximal de 1 800 pieds (550 mètres) sans savoir que son champ d'expérimentation, la mer Égée, est un cas particulier, singulièrement pauvre en vie.

Il faudra attendre la première expédition océanographique dédiée aux grands fonds, pour que la théorie de Forbes soit remise en question. Le *HMS Challenger*, corvette britannique, parcourt 127 000 kilomètres entre 1872 et 1876, sur tous les océans excepté l'Arctique et effectue 360 sondages de grande profondeur. Le jeu en valait la chandelle : les scientifiques découvrent qu'il y a bel et bien une vie dans les abysses, mais surtout que des espèces fossilisées, que l'on pensait éteintes, s'y ébattent encore.

Un siècle plus tard, les submersibles habités commencent à se développer, ouvrant la voie à l'exploration des grands fonds. C'est ainsi, par hasard, qu'en 1977, des géologues américains découvrent de la vie en grande quantité autour de sources chaudes, dans les Galápagos, à près de 2 500 mètres de profondeur. Ces oasis de vie colorée situés autour des sources hydrothermales sont infimes – quelques centaines de mètres carrés – comparées à l'immensité des fonds marins, mais d'une beauté telle qu'elles sont rapidement surnommées « le jardin des roses », ou encore « le jardin d'Eden ». On découvrira par la suite d'autres écosystèmes près des dorsales océaniques et autres marges continentales.

De nouvelles expéditions révèlent progressivement le véritable trésor que renferment les abysses mais posent rapidement de nombreuses questions : quelle est son ampleur, comment le préserver, l'exploiter et garantir à tous un accès équitable ?

## Un trou noir ?

Cette faune et cette flore si mystérieuses fascinent et interrogent les chercheurs. Comment des animaux et des plantes peuvent-ils vivre sans lumière, dans des eaux très froides, où la pression est aussi forte et les matières organiques si rares ?

## *Éclaircir le mystère des abysses*

Théodore Monod, résume bien les débuts de l'exploration de la faune et de la flore des abysses :

« *Imaginez ce que l'on pourrait savoir de la faune [terrestre] de France pour ne l'avoir explorée :*

*1. que d'un ballon ;*

*2. à travers une couche épaisse de nuages ;*

*3. au moyen d'un grappin et d'un panier à salage balancé à l'aveuglette au bout d'une ficelle.*

*Qu'aurait-on péché, et encore avec de la chance, au bout de 50 ans, ou d'un siècle même ? Pas grand-chose je le crains [...]. Nous en sommes là pour la faune abyssale<sup>1</sup>. »*

Nous connaissons en effet très peu ce trou noir que sont les abysses : moins de 5 % des fonds marins ont été étudiés. En cause évidemment : l'immensité des zones, la faible densité de cette faune et les investissements très coûteux des campagnes océanographiques dans les grands fonds. Durant de nombreuses années, les moyens techniques à disposition ont contraint les chercheurs à explorer les profondeurs à l'aveugle ; c'est à dire en surplombant de trois à quatre kilomètres les sédiments profonds et en utilisant les moyens issus de l'activité de pêche ou câblière à base d'arts traînants (forme de chalut) remorqués sur le fond à l'extrémité d'un câble, de filets à plancton, ou encore de dragues. L'apparition des technologies d'intervention sous-marines et surtout des submersibles habités comme les bathyscapthes, pour prélever, observer, mesurer cartographier et expérimenter *in situ* ont révolutionné la recherche et permis un rapide progrès des connaissances. Mais le mystère des abysses n'en reste pas moins épais.

Organiser les connaissances et recenser les espèces sous-marines est un premier défi. Pour y faire face, 2 700 chercheurs de 80 pays se sont regroupés autour du projet *Census of marine life*<sup>2</sup>, dans le but de standardiser et d'uniformiser les études déjà réalisées, ainsi que les 540 expéditions conduites de 2000 à 2010. Le recensement a ainsi permis d'augmenter l'estimation du nombre d'espèces sous-marines connues de 230 000 à 250 000<sup>3</sup>.

---

1. Théodore Monod, *Bathyfologes*, 1954.

2. Le *Census of marine life* (recensement de la vie marine) est un vaste programme international de recherche en biologie marine. Durant 10 ans (2000-2010), 2700 scientifiques à travers le monde ont participé à cette étude qui a permis notamment d'harmoniser et de synthétiser leurs connaissances.

3. Voir notamment le communiqué de presse du *Census of marine life* : <http://www.coml.org/pressreleases/census2010/PDF/French--Census%20Summary.pdf>

Second défi: dépasser les «photographies» des grands fonds pour comprendre leur évolution. Très peu de données sont à ce jour disponibles sur la longévité et la croissance de la faune abyssale. Les différentes techniques de marquage-recapture<sup>4</sup> ou études de dynamique de population<sup>5</sup>, habituellement employées en milieu marin, sont plus difficiles à appliquer dans les grands fonds et peu efficaces. Elles ont toutefois permis de montrer que certaines espèces abyssales sont remarquables tant par la lenteur de leur croissance que par leur longévité. C'est le cas notamment de l'empereur, un poisson dont l'espérance de vie est estimée entre 77 et 149 ans. Et les progrès techniques laissent espérer des découvertes à un rythme beaucoup plus soutenu.

Les espèces étaient originellement reconnues sur des bases morphologiques. C'est-à-dire qu'après prélèvement sur site, elles étaient ramenées au laboratoire pour y être décrites. Ce processus chronophage et imparfait a été révolutionné par une nouvelle technique: la connaissance moléculaire. En effet, toutes les espèces possèdent un «code barre moléculaire», fragment d'ADN quasiment identique chez les individus qui appartiennent à la même espèce. Ce nouveau procédé permet, d'une part, de connaître l'espèce à laquelle appartient un individu sur l'unique base de la séquence de ce fragment d'ADN. D'autre part, l'approche moléculante est plus rapide que la taxidermie et permet d'aller très vite dans l'identification des nouvelles lignées phylogénétiques<sup>6</sup> qui n'ont pas été décrites jusqu'à présent.

À ce jour les dorsales de l'océan Indien, de l'Atlantique sud, de l'océan Arctique et de l'océan Austral n'ont été qu'effleurées, les plaines abyssales sont encore peu connues et les sites hydrothermaux n'ont pas encore livré tous leurs secrets. Rappelons toutefois le rôle primordial joué par les chercheurs français de l'Ifremer et du CNRS, dans l'exploration de la faune et de la flore profondes. L'expédition *BioBaz* par exemple, lancée en 2013 au sud-ouest des Açores et conduite par les deux institutions, a permis d'approfondir l'état des connaissances sur la faune des zones hydrothermales locales. Ce sont également ces chercheurs qui ont averti de l'impact de l'exploitation des ressources minérales marines profondes sur cette vie abyssale extraordinaire, avec la publication d'un rapport d'expertise en juin 2014<sup>7</sup>.

---

4. Cette technique consiste à capturer plusieurs individus de la population à étudier, les marquer puis les relâcher en vue de les recapturer plus tard afin d'étudier leur évolution.

5. La dynamique des populations comme champ d'étude s'intéresse à la prévision des accroissements ou diminution des populations, ainsi qu'à la compréhension des influences environnementales sur l'évolution des effectifs.

6. Ensemble des organismes d'une même espèce ayant le même ancêtre. Elle conserve son identité par rapport aux autres lignées et présente ses propres tendances évolutives dans le temps.

7. J. Dymont, F. Lallier, N. Le Bris, O. Rouxel, P.-M. Sarradin, S. Lamare, C. Coumert, M. Morineaux, J. Tourolle (coord.), 2014. *Les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes*. Expertise scientifique collective, Rapport, CNRS – Ifremer, 930 pages environ.

## *Une faune hors du commun*

80 % de la biosphère vit dans le noir ! C'est du moins l'estimation de certains chercheurs, partant du principe que la profondeur moyenne des océans est de 3 800 mètres, et que moins de 10 à 15 % de la colonne d'eau est éclairée. La faune diffère principalement en fonction de la profondeur et de l'environnement géologique.

On divise ainsi les abysses en quatre zones de profondeur : les zones mésale, bathyale, abyssale et hadale – encore très peu connue. La première, aussi appelée zone crépusculaire, s'étend de 200 à 1 000 mètres. La faune qui y vit constitue la seule source de nourriture, ce qui explique la présence de nombreux prédateurs comme des calmars ou des requins, mais aussi le fameux régalec, serpent géant des grands fonds. La seconde zone – zone bathyale de 1 000 à 4 000 mètres –, est plongée dans l'obscurité. On y trouve un grand nombre d'espèces bioluminescentes : ces animaux produisent de la lumière pour se camoufler en simulant la lumière de la surface, pour attirer des proies, des partenaires sexuels, ou même pour éclairer. Commence ensuite la troisième zone dans laquelle se trouvent les plaines abyssales. Composée de sédiments et de vase, elle abrite une faune principalement constituée de bactéries et d'organismes qui se nourrissent de dépôts organiques, comme les concombres de mer. Le monde bactériologique vit au ralenti pour résister au froid et au manque de nourriture, mais se montre capable de trouver l'énergie de se déplacer, de faire des réserves quand de la matière organique issue de cadavres parvient sur le fond avant de retomber dans son état de léthargie habituel. Pensons par exemple que 90 % des baleines qui meurent s'échouent dans les abysses et leur cadavre peut nourrir la faune profonde pendant des dizaines d'années ! D'autres organismes, les dépositoires (comme les étoiles de mer) se nourrissent des dépôts organiques et sont capables de se déplacer sur de plus grandes distances pour se nourrir.

Mais loin de la monotonie des grands fonds et de son écosystème détritique, les sources hydrothermales abritent une faune hors du commun qui subsiste grâce au phénomène de chimiosynthèse. En l'absence de lumière, les bactéries tirent leur énergie d'une transformation chimique à partir des composés minéraux présents en grande quantité autour de ces sources. Ces micro-organismes synthétisent alors des composés organiques qui sont à l'origine de la chaîne alimentaire de ces oasis des profondeurs.

De nombreuses hypothèses expliquent la richesse de la biodiversité profonde : la stabilité du milieu, l'immensité d'un espace non cloisonné. Les plus récentes proposent l'existence d'une mosaïque de micro-habitats se trouvant à des stades différents d'évolution et donc habités par une faune variée. En milieu hydrothermal par exemple,

des espèces apparues plus récemment pourraient cohabiter ou avoir remplacé de véritables fossiles. D'après certains chercheurs, les abysses pourraient même abriter le chaînon manquant de l'évolution, une espèce qui aurait survécu aux grandes extinctions dans ce milieu stable et si lointain. Cet espoir des zoologistes s'est trouvé à la base de plusieurs expéditions, toutefois sans succès pour l'instant.

L'étude de la faune abyssale a permis de faire la lumière sur la capacité hors du commun de ces espèces à vivre à des températures extrêmes, dans des milieux considérés comme toxiques, et à faire face à des facteurs environnementaux complètement hostiles pour les espèces terrestres. La morphologie de la faune des fonds marins lui permet de survivre à une très forte pression. À 6 000 mètres – 601 bars qui suffiraient à écraser une sphère métallique creuse –, cette résistance tient dans le fait que ces espèces ne sont pas « fermées » : elles possèdent des fluides corporels et cellulaires en équilibre avec la pression extérieure. Les poissons osseux, par exemple, sécrètent du gaz proportionnellement à la variation de pression, ce qui leur permet non seulement de survivre mais aussi d'évoluer à différents niveaux de profondeur. Toutes ces découvertes ouvrent de nouveaux champs de recherche pour les scientifiques.



Communautés chimiotrophes sur une carcasse de baleine (y compris bactéries).

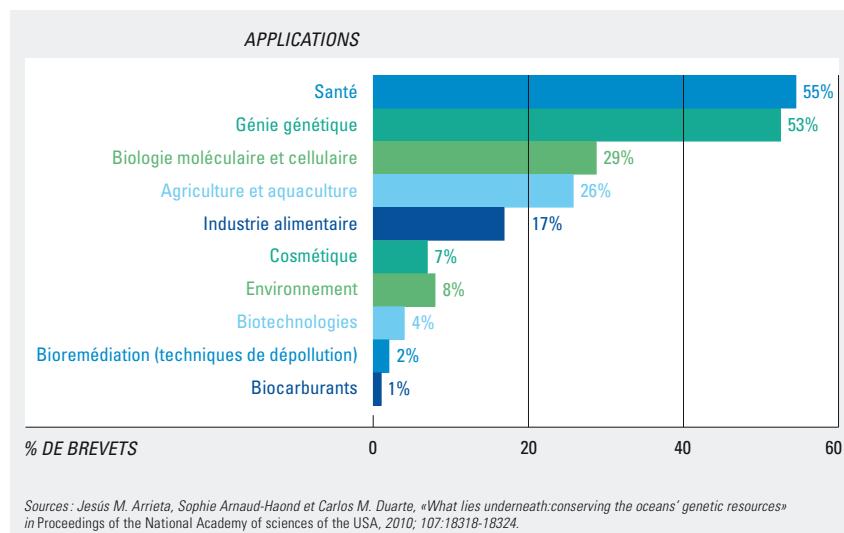
© Craig Smith / University of Hawaï.

## Un *El Dorado* biotechnologique

Si l'on considère que la découverte des sources hydrothermales a eu lieu en 1977, que la biologie moléculaire l'a été dans les années 1990, et qu'il faut une quinzaine d'années pour mettre un produit cosmétique ou pharmaceutique sur le marché après la découverte d'une molécule, il est aisément d'affirmer que nous sommes encore à la veille de l'âge d'or espéré de cette épopée.

Ce ne serait pourtant pas rendre justice à la science que d'occulter les importantes avancées déjà réalisées dans le domaine des ressources génétiques marines (RGM). Les abysses renferment un réservoir énorme de possibilités : sur les 36 grandes lignées dont se compose le règne vivant, 34 sont représentées dans le monde marin. La mer est l'endroit où la vie s'est développée pendant des millions d'années avant d'évoluer sur terre. Cette diversité des espèces des abysses et leur incroyable capacité d'adaptation nous permettent d'anticiper la découverte de molécules d'intérêt médical dans une grande variété de domaines. Car fait particulièrement intéressant : beaucoup d'espèces marines possèdent des propriétés clonales, autrement dit la possibilité de se reproduire à l'identique. Elles peuvent ainsi induire ou bloquer la multiplication cellulaire, ce qui est révolutionnaire dans la lutte anti-cancer.

### Ressources génétiques marines : utilisation déclarée lors du dépôt de brevets associés à des gènes isolés dans les organismes marins



Depuis la *Ziconotide*, molécule découverte dans un mollusque tropical et première substance d'origine marine approuvée par les États-Unis en 2004 pour le traitement de la douleur, ainsi que l'autorisation par l'Union européenne en 2007 de l'utilisation de la trabectédine comme traitement anti-cancer, beaucoup de médicaments utilisent les RGM. Les perspectives sont aussi fascinantes que diverses: l'hémoglobine trouvée dans les vers tubicoles permet de fabriquer artificiellement du sang. Le venin neurotoxique de certains mollusques coniques, substance mille fois plus puissante que la morphine à volume égal, est d'ores et déjà utilisé comme antidiouleur. Mais les grands fonds font naître les plus grands espoirs: les microbes et bactéries vivant dans les cheminées hydrothermales, attirent les industriels des biotechnologies pour leur capacité à survivre dans le noir, à des températures extrêmes et dans des environnements considérés comme toxiques pour les espèces terrestres. Les chercheurs sont en outre particulièrement optimistes quant au potentiel des *exopolysaccharides*, molécules laissant entrevoir de nombreuses applications dans le domaine médical (régénérence osseuse et dermique).

Loin d'être limitées au secteur médical, ces ressources possèdent également un fort potentiel dans différents secteurs comme la cosmétique, l'aquaculture, ou encore les biocarburants. Les retombées économiques poussent les industriels à multiplier recherches et dépôts de brevets. Le nombre d'espèces utilisées et domestiquées par l'homme est en constante augmentation d'après l'étude conjointe de l'Ifremer et du *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*<sup>8</sup>, pas moins de 18 000 produits identifiés d'origine naturelle et 4 900 brevets associés à des gènes d'origine marine sont déjà répertoriés. De plus, le nombre d'espèces marines associées à des brevets augmenterait de 12 % par an. 55 % des brevets concerteraient le secteur médical, 26 % le secteur agricole et l'aquaculture, 7 % l'industrie cosmétique. Le marché, en constante hausse, était estimé en 2002 à 2,1 milliards de dollars, mais il est difficile d'appréhender l'ampleur du potentiel économique actuel des RGM, les informations concernant les entreprises impliquées dans leur développement étant encore très sensibles.

L'exploitation de la biodiversité marine est concentrée entre les mains d'un nombre réduit de pays: 90 % des brevets sont détenus par des sociétés issues de seulement 10 pays, à commencer par les États-Unis, le Japon, l'Allemagne et la France. La recherche dans les abysses en matière de ressources génétiques marines implique un investissement très important. C'est le dépôt de brevet qui confère à son titulaire un monopole d'exploitation pendant une durée de 20 à 25 ans et lui garantit sa rentabilité. C'est-à-dire que seul le laboratoire qui a découvert la RGM aura le droit d'en assurer

8. Jesus M. Arrieta, Sophie Arnaud-Haond and Carlos M. Duarte, «What lies underneath: conserving the oceans' genetic resources» in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2010.

le développement et la commercialisation. Comme à terre, cette brevetabilité n'est cependant pas dénuée d'effets pervers. Elle pourrait dans un premier temps entraver la recherche scientifique, en confisquant le savoir et restreignant l'accès aux ressources brevetées, tout en sachant qu'un brevet ne débouche pas forcément sur une exploitation commerciale. Cette privatisation est particulièrement problématique dans le sens où la ressource se trouve principalement dans les eaux des pays du Sud et est monopolisée par des entreprises issues de 31 États du Nord, États-Unis, Japon et Union européenne en tête. Cette situation peut conduire à empêcher l'accès d'un État à des RGM se trouvant dans sa juridiction. À cette menace, s'en ajoute une autre, l'impact des activités humaines.

### **Un *El Dorado* déjà menacé**

Il est encore difficile d'évaluer l'impact des activités humaines en mer et du réchauffement climatique sur cet environnement encore mal connu.

Si les technologies permettant l'extraction des hydrocarbures dans les grands fonds<sup>9</sup> sont maintenant au point, on ne connaît encore rien de l'effet que pourrait avoir un accident, toujours possible, sur les écosystèmes abyssaux. Le chalutage industriel constitue également un important danger pour la faune et la flore abyssales. La chute des stocks de poissons en eau peu profonde a contraint les pêcheurs à abandonner la plate-forme continentale dès les années 1980 pour exploiter les ressources halieutiques des grands fonds. Or, l'étude des cycles de vie des espèces abyssales a montré que leur croissante était lente, et surtout que leur maturité sexuelle était tardive, ce qui les rend extrêmement sensibles au phénomène de surexploitation.

L'impact du changement climatique sur la faune et la flore des abysses est une grosse boîte noire : nous connaissons encore très mal la résilience des écosystèmes et des communautés d'environnement profond face aux cycles biochimiques globaux. Les études à long terme sont rares et limitées. Sur onze sites abyssaux dans lesquels des études dans la durée – plus ou moins longues – ont été mises en place, un seul, situé en Arctique par 2 500 mètres de profondeur, montre clairement l'effet du réchauffement associé à une diminution d'apports de matière organique sur le fond. Certains paléocéanographes suggèrent que les extinctions et les changements de composition de la faune abyssale ont toujours été liés à des phénomènes climatiques. Si la tendance persiste, il est tout à fait possible de prévoir un ralentissement de flux nutritif en

---

9. Les hydrocarbures dits «grands fonds» et «ultra profonds» sont ceux que l'on peut extraire de zones marines situées de 200 à 1 500 mètres de fond.

provenance des couches éclairées vers les grands fonds, du fait de l'acidification des eaux superficielles et de la diminution des peuplements de diatomées<sup>10</sup> qui forment des agrégats plongeant rapidement vers les abysses. Cela pourrait avoir un impact très important sur ces espèces qui se trouveraient privées de nourriture.

## Vers un patrimoine commun ?

En 1982, la Convention des Nations unies pour le droit de la mer (CNUDM) consacre les sols et sous-sols situés au-delà de la juridiction des États et leurs ressources minérales « patrimoine commun de l'humanité ». Cela signifie que leur exploitation doit se faire en tenant compte des intérêts et besoins de l'humanité tout entière et, en particulier, des intérêts et besoins spécifiques des pays en développement, qu'ils soient côtiers ou sans littoral<sup>11</sup>, sous l'égide de l'Autorité internationale des fonds marins.

Les biotechnologies n'étant pas, en 1982, un sujet de préoccupation des signataires de la CNUDM, aucun mécanisme n'avait été prévu dans ce domaine. Dix ans plus tard, la convention sur la diversité biologique (CDB) viendra apporter une première réponse au problème, en reconnaissant la nécessité d'un partage juste et équitable de l'exploitation des ressources génétiques. Pourtant, l'avancée attendue s'avèrera rapidement être un vœu pieu : en accordant aux chercheurs la possibilité de conserver *ex situ* de la ressource, en l'extrayant de son pays d'origine, elle ouvre la voie à la biopiraterie<sup>12</sup>. Il faudra attendre 2010 pour que le protocole de Nagoya<sup>13</sup> concrétise le troisième pilier de la CDB : le partage juste et équitable des avantages issus de l'utilisation des ressources génétiques. Il repose sur la souveraineté des États sur leurs ressources naturelles, y compris les ressources génétiques. Cela signifie par exemple qu'il n'est plus possible, après ratification, d'utiliser la richesse génétique marine d'un pays sans obtenir son consentement et lui offrir une contrepartie définie d'un commun accord. Cette contrepartie peut être réinvestie dans l'utilisation durable de la biodiversité selon la procédure définie par le mécanisme d'accès et de partage des avantages (APA) : les revenus issus des activités de recherche et de développement par l'utilisateur des ressources peuvent être partagés avec le pays fournisseur par le biais de

10. « Les diatomées (encore appelées bacillariophycées ou diatomophycées) sont des organismes microscopiques de nature végétale, vivant dans l'eau, soit en suspension (plancton), soit sur le fond, libres ou fixés à des supports divers. Ce sont des algues jaunes et brunes unicellulaires dont la taille varie entre deux micromètres (micron, soit un millième de millimètre) et un millimètre. », *Guide des diatomées*, Maurice Loir, Éditions Delachaux et Niestlé, 2004, 240 pages.

11. Préambule de la Convention des Nations unies pour le droit de la mer.

12. Appropriation, par un dépôt de brevets et exploitation par des sociétés commerciales, dans des conditions jugées illégales ou inéquitables, de ressources biologiques ou génétiques propres à certaines régions (notamment les zones économiques exclusives des pays du Sud).

13. Le protocole de Nagoya a été transcrit dans la loi française au sein du projet de loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, voté en première lecture à l'Assemblée nationale le 24 mars 2015 par 325 voix contre 189.

transferts monétaires ou non monétaires. Ce partage peut se matérialiser par exemple par un accord de coopération scientifique, un partenariat de recherche, la mise en place de mesures de conservation de la biodiversité ou encore d'accompagnement du développement local...

Le protocole de Nagoya a certes eu le mérite de mettre les États autour de la table pour obtenir un accord de principe de la totalité d'entre eux ou presque, et faire reconnaître cette nécessité de partage de l'accès aux ressources et du bénéfice qui en est fait. Mais s'il est censé marquer la fin du règne du « premier arrivé, premier servi », ce dernier présente aussi des défauts. Le protocole requiert bien un accord bilatéral entre l'exploitant et le détenteur de la ressource, mais il n'y a pas de minimum à exiger en terme de partage, rien n'est prévu concernant la façon dont l'accord peut être négocié. Ainsi, le contractant qui veut exploiter une ressource va se rapprocher du pays le moins demandant, et déposséder des pays également dépositaires de ces ressources, qui seront *de facto* exclus de l'accord de par sa bilatéralité. C'est-à-dire que les autres pays ne pourront ni profiter de l'accord, ni passer d'accord avec un tiers concernant cette même ressource. Ce n'est pas la seule lacune du droit international à déplorer. À l'heure actuelle, ni la localisation géographique, ni même le nom des espèces à partir desquelles une biotechnologie est développée ne sont requis lorsqu'un brevet est déposé, seul est indiqué le gène utilisé. Les États ne semblent pas prêts à accepter la mise en place de mesures contraignantes pour faire face à ce problème de traçabilité qui risque donc de perdurer.

Autre difficulté : le mécanisme de Nagoya ne s'étend qu'aux zones sous juridiction nationale. C'est tout l'enjeu du nouveau cycle de négociations qui va s'ouvrir fin 2015 pour définir un cadre juridique pour la protection de la biodiversité en haute mer. Ces nouvelles discussions permettent d'ouvrir une piste de réflexion intéressante. L'Autorité internationale des fonds marins joue en effet un rôle fondamental dans la préservation des ressources des abysses. C'est elle qui impose une étude d'impact environnemental préalable à la délivrance de permis miniers pour l'exploration et l'exploitation des ressources minières. La structure ayant fait ses preuves dans le domaine des ressources minérales, l'extension de son mandat pour la protection des ressources génétiques marines abyssales apparaît une hypothèse aussi intéressante que pertinente, qui fera partie, espérons-le, des prochaines discussions internationales sur la gouvernance des fonds marins en haute mer.



A completely blank white page with no visible content, text, or markings.

Plonger. © *Franck Strong*.



# Géopolitique des abysses

Cyrille P. COUTANSAIS  
*Directeur de recherches au CESM*

**L**e 14 décembre 1911, Amundsen parvient au Pôle Sud, permettant à la Norvège de damer le pion à Scott et la Grande-Bretagne. L'épisode est symbolique d'un XX<sup>e</sup> siècle qui voit se clore la conquête des derniers espaces terrestres inoccupés. L'inconnu réside désormais dans l'espace et les abysses qui deviennent rapidement les nouveaux terrains de la compétition entre les Nations.

Le siècle a cependant hésité, balançant entre la liberté d'appropriation ou la consécration d'un patrimoine commun de l'humanité. Les conventions internationales gardent la trace de ce dernier mouvement : les fonds marins et leurs ressources sont reconnus patrimoine commun de l'humanité par l'article 136 de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM) tout comme la Lune et ses ressources naturelles<sup>1</sup>.

Si le principe juridique est bien établi, la course à l'espace a fait l'objet de la lutte que l'on connaît entre l'URSS et les États-Unis et les profondeurs océaniques sont le théâtre d'une compétition féroce, de guerres intenses depuis les débuts du XX<sup>e</sup> siècle. Il faut dire que les enjeux sont d'importance. Les abysses sont le support, depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, d'un nœud de communication essentiel *via* les câbles sous-marins, ils abritent des sous-marins en mesure de couper les lignes d'approvisionnements, de commerce, porteurs aussi de la dissuasion nucléaire et ils sont vus enfin comme un réservoir de ressources minérales, essentielles d'un point de vue économique.

Un seul de ces motifs suffirait à expliquer pourquoi les abysses constituent aujourd'hui comme hier un enjeu essentiel.

### **Maîtriser l'information, la communication**

La pose du premier câble sous-marin, entre Douvres et Calais, remonte à 1851 et, dès 1866, le vieux continent et le nouveau monde sont reliés *via* une liaison de plus de 4 000 kilomètres. Les avantages du télégraphe sont si considérables – rapidité de circulation de l'information – qu'il n'y a rien d'étonnant à voir l'empire dominant, le Royaume-Uni, investir de façon massive dans ces réseaux : en 1870, l'Angleterre est reliée à l'Inde, l'année suivante à la Chine et à l'Australie.

Ayant dans sa main les différents fils de ces réseaux sous-marins – les sociétés britanniques maîtrisent rapidement l'essentiel des infrastructures –, Londres y trouve

---

1. Article 11 de l'accord régissant les activités des États sur la Lune et les autres corps célestes du 5 décembre 1979.

un outil de communication hors pair pour administrer son gigantesque empire mais tout autant une source d'information privilégiée sur ses alliés ou adversaires. Connaître le jour même les nouvelles en provenance de Dehli ou Sidney offre l'avantage, en cas de révolte, de pouvoir diriger rapidement des troupes supplémentaires dans la région concernée et d'éteindre le brasier avant qu'il ne devienne incontrôlable. Entrer dans les secrets des chancelleries est tout aussi précieux : lors des guerres du Dahomey (1890-1894), le *Foreign Office*, ayant connaissance des dépêches françaises avant même le Quai d'Orsay, peut soupeser la réalité des ambitions coloniales de Paris au moment où se dessine la mission Marchand<sup>2</sup>. Aux frontières de l'espionnage voisine toujours la désinformation, et la maîtrise des câbles se révèle là aussi une alliée de taille : pendant la guerre des Boers, les dépêches des correspondants étrangers sont censurées avant leur transmission par le réseau, manière d'atténuer les déboires britanniques et la féroce d'un conflit susceptible de choquer les opinions publiques.

L'aspect stratégique de ces réseaux sous-marins est si bien pris en compte que le premier cas de destruction majeure de câbles suit très rapidement leur apparition, lors de la guerre hispano-américaine de 1898. Si le 1<sup>er</sup> mai 1898, le *commodore* Georges Dewey coule la flotte espagnole à Manille, il prend soin de couper simultanément l'unique câble télégraphique permettant de relier la colonie à Madrid afin de favoriser la suite des opérations. Loin d'être un fait isolé, l'épisode philippin s'inscrit dans une stratégie globale et systématique. Ainsi, le 11 mai 1898, les câbles reliant Cienfuegos à Santiago de Cuba et la Havane sont détruits après une opération de vive force menée par cinquante-deux *marines* ; le 13 mai c'est au tour de celui reliant San Juan (Porto Rico) à Saint Thomas (îles Vierges) puis, le 18 mai, de celui reliant Santiago et Holland's Bay (Jamaïque) avant de parachever l'isolement de Cuba en éliminant ceux reliant Haïti et Guantanamo. Épiphénomène ? Expérience en laboratoire avant duplication à grande échelle plurôt : au sortir du second conflit mondial, la quasi-totalité des câbles sous-marins aura été détruite.

Ce modèle, avec des câbles sous-marins constituant des infrastructures de communication, des sources d'information pour les services secrets et tout autant des cibles en cas de conflit, est demeuré intangible, se jouant des évolutions technologiques. L'apparition du câble téléphonique – première liaison entre la France et l'Angleterre en 1891 –, ne change pas la donne, celle de son successeur en fibre optique moins encore. Ce dernier traverse l'Atlantique en 1988 et transporte un volume de données rapidement exponentiel – 560 Mb par seconde à l'origine quand le flux se compte en Tb de nos jours – pour accompagner l'essor d'un réseau internet dont 99 % des

---

2. Théophile Delcassé, ministre des Colonies, ordonne une expédition vers le Haut-Nil dès 1894. Mainte fois reportée, elle conduira à Fachoda quatre ans plus tard.

liaisons intercontinentales s'effectuent par ce biais. L'espionnage est rapidement de la partie, l'affaire Snowden ne faisant qu'en révéler l'ampleur. La collecte des données touche l'ensemble des océans ou mers du globe comme le montre le dernier exemple en date révélé par le *New Zealand Herald*<sup>3</sup>. En se branchant directement sur les câbles sous-marins par lesquels transite la quasi-totalité des communications de la région, la base de Waihopai (NZ) permettait aux services de renseignement néo-zélandais de suivre les échanges téléphoniques et le trafic internet des habitants de plus d'une dizaine de pays et d'îles de la région, dont Tuvalu, Nauru, Kiribati, les Samoa, Vanuatu, les îles Salomon, Fidji, Tonga mais aussi la Polynésie française et la Nouvelle-Calédonie...

Infrastructure essentielle à l'heure d'internet, source d'information prioritaire des services secrets, nul doute que ces câbles sous-marins constituaient tout autant des cibles de choix en cas de conflit. Aux temps pas si lointains de la guerre froide, les sous-marins soviétiques avaient ainsi pour mission de couper les câbles sous-marins quand leurs homologues américains inclinaient à les préserver pour mieux... espionner. Les câbles offrent en effet une infrastructure idéale aussi bien pour percer à jour les secrets de l'adversaire – le *USS Halibut* est envoyé en 1971 en mer d'Okhotsk pour déposer un appareil enregistreur sur le câble reliant le commandement de la flotte du Pacifique, situé à Vladivostok, à la base de Petropavlosk – mais surtout se prémunir d'attaques sous-marines.

Ils ont plus largement constitué l'armature d'un précieux service d'écoute de la guerre froide : le *Sound surveillance system* (SOSUS). Ce réseau, composé d'hydrophones reliés à des câbles sous-marins eux-mêmes connectés à des stations navales chargées de l'analyse du signal, avait pour but de repérer les sous-marins soviétiques s'aventurant en Atlantique pour les détruire avant qu'ils ne soient à portée de tir du continent. Expérimenté aux Bahamas dès 1951, il s'étend à l'ensemble des côtes Est et Ouest entre 1952 et 1958. Comprenant 22 installations de traitement en 1974, 36 sept ans plus tard, le réseau se déploie à l'échelle du globe essaimant des implantations en Grande-Bretagne, en Turquie, au Japon, aux Philippines ou encore à Diego Garcia. Si la réduction de la flotte sous-marine russe a conduit les États-Unis à désarmer une partie du réseau, la presse a évoqué la création de nouvelles installations pour protéger Taïwan de la flotte sous-marine chinoise. Car l'autre enjeu des abysses est bien tourné vers l'art de la guerre navale.

---

3. Le 5 mars 2015.

## **Maîtriser les voies de communication, sanctuariser la dissuasion**

Passés les premiers tâtonnements – éperon puis torpille mais uniquement contre des bâtiments de guerre –, les sous-marins trouvent leur vocation dans la maîtrise des voies de communication, c'est-à-dire leur interdiction. La fameuse bataille de l'Atlantique qui voit les submersibles du *Kaiser* s'acharner contre les navires de commerce ravitaillant la Grande-Bretagne pour mieux l'asphyxier en est la première illustration. Souvent déformé par notre prisme européano-centré, nous tirons comme conclusion de l'échec de la stratégie allemande lors des deux conflits mondiaux un jugement définitif sur les limites de cette option... en omettant le Pacifique.

Si les Américains concluent la guerre avec la bombe atomique, ils la gagnent en effet avec leurs sous-marins. Considérant Pearl Harbor comme un *casus belli*, les stratégies de l'état-major se sentent libres de pratiquer une guerre totale avec pour objectif d'asphyxier le Japon en le privant des matières premières qui lui sont indispensables. Les navires marchands qui sillonnent la « sphère de coprospérité » sont pris pour cible en particulier les pétroliers : l'industrie nippone s'anémie, le combustible fait défaut, le pays se paralyse. Privés de radars, de sonars, les Japonais s'essayent bien aux convois mais sans succès face à des sous-marins de l'*US Navy* qui importent avec bonheur les tactiques allemandes en chassant en meute. Alignant un tonnage de 6 millions au début du conflit, la marine marchande japonaise n'en totalise plus que 1,8 millions en 1945.

L'après-guerre apporte une dimension nouvelle à l'arme sous-marine avec le nucléaire. La miniaturisation de l'arme atomique laisse entrevoir un nouveau rôle pour le sous-marin mais on tâtonne près de dix ans avant de parvenir à une solution satisfaisante. On s'acharne dans un premier temps à « navaliser » les missiles terrestres ce qui impose un tir en surface, de rester émergé pour guider le missile sur sa cible et de s'exposer au final pendant une bonne dizaine de minutes. La rupture vient du *George Washington*, admis au service actif en 1959. Emportant le missile balistique *Polaris*, il l'éjecte par de l'air comprimé, la mise à feu se faisant hors du tube. Les Soviétiques suivent rapidement avec leurs SNLE *K19* et apportent une inflexion majeure avec leurs *667B* dont la portée des missiles (6 500 à 8 000 kilomètres) leur permet de rester à proximité des eaux soviétiques. L'outil étant opérationnel, on consacre désormais l'essentiel des efforts à la chasse au bruit, manière de sanctuariser la dissuasion au fond des abysses.

Cette course technologique compte peu d'élus : les deux géants ne sont rejoints que par l'Angleterre, la France puis, à la fin des années 1970, par la Chine. L'Inde est aux frontières de ce club des cinq depuis quelques années, désireuse de se doter de

SNLE et SNA de conception nationale. La première sortie à la mer de l'*INS Arihant* – unité pouvant embarquer une douzaine de missiles de croisière d'une portée de 750 kilomètres – en décembre 2014 témoigne de ses progrès et plus globalement d'un intérêt renouvelé pour l'arme sous-marine.

Car après une période de basses eaux – la guerre froide terminée, on compte bien toucher les dividendes de la paix... –, l'intérêt pour le sous-marin refait surface. Le club des cinq renouvelle ses gammes et la cohorte des ambitieux s'élargit. Outre l'Inde, le Brésil entend se doter de SNA quand Israël semble en mesure de mettre en œuvre une frappe seconde à partir de sous-marins conventionnels. Loin d'être délaissés, ces derniers font en effet l'objet d'un intérêt nouveau. Dans un monde globalisé, la dépendance à la mer s'accroît que ce soit vis-à-vis de l'approvisionnement en hydrocarbures, en matières premières ou du commerce en tant que tel. Dans ce contexte, les concepts de guerre totale, de rupture des voies d'approvisionnement reprennent une pertinence nouvelle. Le « déni d'accès », loin de se cantonner aux approches dans une stratégie de *bunkerisation*, peut ainsi s'entendre sur un mode offensif: il s'agit alors d'interdire l'accès des marchandises, matières premières indispensables à l'adversaire. L'acquisition de sous-marins par la plupart des pays d'Asie du Sud-Est est ainsi une façon de signifier à Pékin dont les ambitions inquiètent, une capacité à menacer ses lignes d'approvisionnements. Ce prisme économique caractérise une autre dimension des abysses et un autre enjeu stratégique : les ressources minérales.

### **L'enjeu des ressources minérales**

L'exploitation des abysses ne s'écrit pas au futur: faune et flore font déjà les délices des biotechnologies tandis que les hydrocarbures sont l'objet d'une course au défi technologique des sociétés du secteur. Aucun de ces domaines ne présente cependant le même impératif stratégique que celui des ressources minérales, le secteur de l'énergie pouvant compter sur des réserves terrestres – conventionnelles ou non – encore conséquentes et le développement à plus ou moins long terme de succédanés, solaires ou autres. Il n'en est pas de même pour les métaux. Aucun substitut n'a aujourd'hui été trouvé et les réserves disponibles à terre, toutes orientées à la baisse, sont pour certaines proches du terme.

Raison pour laquelle les ressources minérales des océans prennent une importance nouvelle quand elles ont longtemps été considérées comme de vieilles lunes. L'engouement des années 1970 recouvrait même parfois des opérations aux visées bien différentes à l'image de l'expédition du *Glomar Explorer* dans le Pacifique nord. Armé

par la société d'Howard Hughes, le navire était censé s'intéresser à l'exploitation des nodules polymétalliques, paravent bien commode pour masquer son unique objectif: la remontée du *K-129*. Ce sous-marin soviétique avait coulé le 8 mars 1968 dans la même zone et, repéré par SOSUS, fut récupéré en juin 1974.

Mais loin d'être seulement factice, la course aux ressources minérales avait réellement pris corps sous l'égide des pays développés. La France se lance dans l'aventure dès 1970, pour partie autour de la Polynésie française et pour l'autre dans le Pacifique central, sur les zones de fractures de Clarion-Clipperton. Loin d'être esseulée, elle côtoie dans cette zone la RFA, l'URSS et ses satellites – regroupés au sein d'*Interoceanmetal Joint Organisation*<sup>4</sup> – le Canada, la Belgique, l'Inde ou le Japon et bien entendu les États-Unis. La Chine, intéressée dès le milieu des années 1970, sera longtemps bridée par ses limites technologiques.

Cette euphorie minière est stoppée par la chute du prix des matières premières, au début des années 1980. Le bilan de cette période pionnière est cependant loin d'être négligeable: on dispose d'une vision plus claire de la localisation des ressources comme de leurs possibilités d'exploitation. Concernant les nodules de Clarion-Clipperton, on sait ainsi qu'ils contiennent 6 000 fois plus de thallium, trois fois plus de cobalt et plus de manganèse et de nickel que la totalité des réserves terrestres. Du côté des encroûtements, l'intérêt se porte surtout sur les ressources en cobalt en se fixant sur un Pacifique nord-ouest où les campagnes mettent à jour des concentrations quatre fois plus importantes que la totalité des ressources terrestres. Reste que la concentration la plus élevée de ce minerai est découverte en Polynésie, entre 1 500 et 2 000 mètres de profondeur, avec environ 50 millions de tonnes, soit, au taux de consommation mondiale actuel (88 000 t/an), près de 600 ans de ressources. Enfin, pour ce qui est des sulfures, les 150 sites répertoriés permettent de les considérer aujourd'hui comme les minéralisations les plus prometteuses du fait de leur richesse en métaux de base (cuivre, zinc, plomb), métaux précieux (argent et or) mais également en métaux rares (indium, sélénium, germanium...).

Ce sont d'ailleurs les sulfures qui ont relancé la course aux ressources minérales. Leur exploitation semble la plus accessible du fait d'une localisation des gisements à proximité des côtes et à une profondeur relativement faible, moins de 2 000 mètres. La montée en puissance des émergents joue aussi son rôle: une demande croissante pèse sur les ressources des métaux de base qui tendent à se raréfier à terre. Il s'agit désormais pour les nations qui comptent de s'assurer des réserves stratégiques en mer.

4. Crée le 27 avril 1987, le consortium s'est depuis recomposé: Bulgarie, Cuba, Tchécoslovaquie (désormais République tchèque et Slovaquie), RDA (qui se retire en 1991), URSS qui devient Russie, Pologne, Vietnam (qui se retire en 1989).

Les permis fleurissent depuis le début des années 2000, aussi bien en ZEE que dans la Zone<sup>5</sup>. La société Nautilus Minerals semble toute proche de lancer la première exploitation industrielle de ces ressources océaniques. Elle attend 2017 et la réception du premier navire d'extraction minière profonde – capable d'embarquer des bulldozers de 400 tonnes destinés à l'extraction à 1 600 mètres de profondeur – pour entamer l'exploitation de la concession minière *Solwara 1* dans la ZEE de Papouasie-Nouvelle-Guinée. Société particulièrement active, elle détient à ce jour 290 000 km<sup>2</sup> de permis et un portefeuille de 240 000 km<sup>2</sup> de demandes en attente.

Mais loin de se limiter à une zone, les projets foisonnent aux quatre coins du monde : France, Nouvelle-Zélande, Canada, Équateur, Japon ou encore Arabie Saoudite mènent tous des campagnes d'exploration dans leurs ZEE. Et la dynamique est identique en haute mer où les permis délivrés par l'AIFM se partagent entre la COMRA (*China ocean mineral resources research and development association*), la Russie, la France via l'Ifrémer, la Corée du Sud (KIOST), le Japon via la JOGMEC (*Japan oil, gas and metals national corporation*), sans oublier l'Inde qui se concentre sur son océan. N'oublions pas enfin l'Allemagne, la Grande-Bretagne, la Belgique ou le Brésil qui s'intéressent aussi à ces ressources. Si les pays pionniers conservent un avantage du fait d'un savoir-faire et d'outils performants – flottes océaniques notamment –, le rattrapage est en cours du côté des émergents et laisse augurer une lutte sans merci pour s'approprier les secteurs les plus prometteurs.

À cette aune, l'Union européenne gagnerait sans doute à mutualiser une partie de ses moyens. En cette période d'atonie économique et budgétaire, ses États membres peuvent en effet être tentés de couper dans les financements dévolus à l'exploration des abysses. Or, largement dépendant – souvent à plus de 90 % – de ses importations de métaux, l'avenir du vieux continent repose en bonne partie sur le maintien de ses capacités en la matière. Baisser la garde dans le domaine de l'arme sous-marine comme cela semble être la tendance de la grande majorité des nations de l'Union européenne peut se révéler de la même façon lourd de conséquence. Le secteur de la pose des câbles dessine à l'identique un tournant : occupant les premiers rangs mondiaux, les sociétés anglaises et plus encore françaises voient poindre une concurrence nouvelle des émergents, susceptible de remettre en cause leur prééminence. L'acquis, le savoir-faire issus d'années de campagne dans les abysses est réel et précieux mais peut se déliter aussi rapidement qu'il a mis du temps à se construire. À l'heure où l'avenir s'écrit dans les profondeurs des océans, un renoncement serait étrange tant l'Europe a donné le tempo de la découverte de la terre. Pas certain qu'Amundsen y trouverait son compte.

---

5. Fonds marins de la haute mer dont les ressources minérales sont régies par l'Autorité internationale des fonds marins.



Naufragé (épave du *Salem Express*, Égypte).  
© Philippe Guillaume.



# Les épaves des grands fonds, sanctuaire de la mémoire des hommes

Alexia POGNONEC

*Chargée de recherches au CESM*

**D**ans les ténèbres de la nuit du 14 avril 1912, le plus grand et luxueux paquebot de l'époque percute un iceberg et sombre en quelques heures dans les profondeurs glaciales des eaux de l'Atlantique nord-ouest. Le voyage inaugural du *Titanic* aura été son dernier. L'épave, localisée à 3 840 mètres de profondeur plus de 70 ans après son naufrage, à une distance d'environ 650 kilomètres de Terre-Neuve, est sans doute celle qui a le plus imprégné l'imaginaire collectif<sup>1</sup>.

Le *Titanic* n'est pourtant pas le seul géant des mers à avoir fait naufrage lors de sa toute première traversée. Le *Vasa*, bâtiment de guerre suédois, l'un des plus grands et des plus lourdement armés de son temps, s'est abîmé dans les eaux mêmes du port de Stockholm, quelques instants seulement après son premier appareillage. Et bien d'autres navires mythiques engloutis par les flots ont été retrouvés, à l'instar du *Queen Anne's Revenge*, navire du plus emblématique des pirates, Barbe-Noire, localisé en mars 2009 au large de la Caroline du Nord. D'autres, tels que la *Santa Maria*, vaisseau amiral à bord duquel Christophe Colomb a découvert l'Amérique en 1492, demeurent dissimulés aux yeux du monde. L'immensité des profondeurs abyssales préserve en effet encore bien des secrets. Ces abîmes, dont seule une infime partie a été explorée, sont la promesse de futures découvertes. En atteste la récente mise au jour du plus grand cuirassé de l'histoire navale<sup>2</sup>, le *Musashi* de la marine impériale japonaise, coulé lors de la bataille de Leyte en octobre 1944 et découvert par-delà 1 000 mètres de fond.

### Les épaves, mémoire des hommes

Caravelles, jonques, galères antiques, navires de commerce, aéronefs civils ou militaires, ces épaves ne renferment pas seulement des trésors, elles sont aussi l'héritage d'un peuple, une parcelle de la mémoire de l'humanité, et avant tout une tragédie de chair et de sang. Elles sont une porte ouverte sur le passé, le témoignage inestimable de l'existence de civilisations anciennes ou disparues. Photographiées à leur dernière minute comme l'écrivait Jules Verne<sup>3</sup>, ces sanctuaires maritimes et leurs chargements ont été comme figés dans le temps. Techniques de guerre, construction et ingénierie navales, relations commerciales, ambitions expansionnistes et politiques, courants spirituels et artistiques, les épaves sont le miroir d'une époque, parfois d'un événement particulier.

1. L'épave a été localisée au terme d'une campagne franco-américaine conduite conjointement par l'Ifremer (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) et la WHOI (*Woods Hole Oceanographic Institution*).

2. L'épave du *Musashi* (73 000 tonnes) a été identifiée le 4 mars 2015 par une équipe de recherche dirigée par Paul Allen, co-fondateur de Microsoft.

3. Jules Verne, *Vingt mille lieues sous les mers*, Pocket Classiques n° 6058, p. 207.

Elles sont aussi la réminiscence du quotidien de ces marins qui ont vogué à travers mers et océans depuis des centaines d'années. Des vêtements qu'ils portaient aux objets personnels qu'ils transportaient, nombreuses sont les empreintes de leur passage reposant encore dans les abîmes. Sabres, mousquets, canons, outils, textiles, couverts, nourriture, épices, huiles, amphores ancestrales emplies de vin<sup>4</sup> et d'autres breuvages<sup>5</sup> peuvent raviver le souvenir de ces âmes disparues. Mais pas seulement. Épidémies et maux ayant frappé les équipages au cours de leurs périples peuvent aussi être révélés : les épaves regorgent d'innombrables secrets et n'ont pas fini de renseigner sur ces événements passés.

L'évocation de ces navires immergés inspire aussi d'autres images. Celles de porcelaines, de butins de gentilshommes de fortune ou de trésors de galions espagnols, de coffres boisés à la structure rouillée et débordant de pierres précieuses, bijoux, diamants, perles colorées et de myriades de pièces d'or et d'argent. Du mythe à la réalité, la frontière est parfois ténue : une équipe franco-britannique de la société *Deep Ocean Search* a récemment remonté à la surface un trésor composé de plus de 2 000 caisses emplies de pièces d'argent. Le butin, estimé à près de 50 millions de dollars, gisait par-delà 5 000 mètres de fond au large des côtes de la Namibie. La récupération par l'équipage du *John Lethbridge* de la précieuse cargaison du *City of Cairo*, navire marchand britannique torpillé par un sous-marin allemand pendant la Seconde Guerre mondiale, constitue une véritable prouesse technique. Jamais une opération de ce type ne s'était déroulée à une telle profondeur.

## La chasse aux trésors engloutis

C'est la chimère de la découverte de ces trésors engloutis qui a d'abord motivé l'exploration des océans et le développement de techniques pour en atteindre les tréfonds. Des chroniqueurs du Moyen Âge rapportent ainsi qu'à la fin du IV<sup>e</sup> siècle avant notre ère, peu après la conceptualisation par Aristote du premier prototype de la cloche à plongeur, Alexandre le Grand aurait effectué une plongée dans une cloche de verre baptisée *Colympha*. Trois siècles plus tard, la Rome antique voit naître une nouvelle profession : les *urinatores*, plongeurs dont la fonction est de récupérer les marchandises et autres richesses enfouies sous les mers. Au XV<sup>e</sup> siècle, Léonard de Vinci

4. Une épave phénicienne du VII<sup>e</sup> siècle avant notre ère reposant au large de Malte à 100 mètres de profondeur a été découverte à l'été 2014. Elle contenait des amphores encore pleines de vin et d'huile. L'épave de la Madrague de Giens, échouée au cours du 1<sup>er</sup> siècle avant J.-C., contenait pour sa part près de 6 000 amphores vinaires et plusieurs centaines de vases vernis.

5. Une cargaison de champagne de près de 200 ans d'âge a été retrouvée dans les fonds de la mer Baltique en juillet 2010. Produites par au moins trois grandes maisons de champagne de l'époque, la valeur de chacune de ces bouteilles est estimée à plusieurs dizaines de milliers d'euros. Quelques bouteilles de bière âgées de 170 ans y ont aussi été retrouvées.

imagine et esquisse à son tour techniques de plongée, tenues submersibles et plans de véritables sous-marins. Puis, au tournant du XVIII<sup>e</sup> siècle, les premières machines voient le jour, sous forme de cloche à plongeur, de « tonneau de Lethbridge » ou encore de scaphandres très similaires à ce que nous connaissons aujourd’hui.

L’approche scientifique émerge plus tardivement : c’est au début du XX<sup>e</sup> siècle que la toute première mission archéologique sous-marine est conduite. Mais, jusqu’à l’aube des années 1980, les fouilles et recherches archéologiques se pratiquent en plongée autonome – le plongeur, équipé d’un dispositif individuel, peut respirer et évoluer librement sans assistance extérieure – et se limitent à une faible profondeur. Il faut attendre l’orée du XXI<sup>e</sup> siècle pour que les grands fonds se laissent progressivement apprivoiser. Aujourd’hui, les moyens techniques à la disposition des archéologues sont en effet innovants et les méthodes de fouille et de recherche sous-marines en plein essor. S’il existe des scaphandres, de type *Newtsuit*, qui permettent de plonger en grande profondeur (jusqu’à 2 000 mètres), et des vaisseaux sans équipage de type ROV (*remotely operated vehicle*), c’est le développement de robots spécifiquement dédiés à la recherche archéologique sous-marine qui est privilégié. L’archéologie sous-marine requérant précision et dextérité, les techniques dont il est fait usage dans le cadre d’autres activités – entretien à bord de plates-formes pétrolières… – n’étaient guère adaptées à la fragilité de certains vestiges. C’est pourquoi le développement de techniques plus sensibles s’est avéré indispensable : aujourd’hui les performances et la précision de maniement des « bras » et pinces des robots de recherche archéologique se rapprochent de ce qui est utilisé en chirurgie. La nécessité de recourir à une telle technologie de pointe est à l’origine de nouveaux partenariats entre industriels nationaux et étrangers, chercheurs, universitaires, roboticiens et spécialistes en imagerie, éclairage ou en expertise laser.

Mais, si la science a fait des progrès considérables, les pilliers ne sont pas en reste...

## Une mémoire en péril

Aujourd’hui, la quasi-totalité des épaves situées à proximité des côtes et à faible profondeur ont été pillées, endommagées ou partiellement détruites par les activités humaines, notamment le chalutage, méthode de pêche particulièrement dévastatrice sur les fonds. Les eaux chaudes et claires de certaines zones comme celles de la Méditerranée ont facilité cette prédatation, et ce sont surtout les épaves les plus fragiles, romaines, grecques et phéniciennes qui ont été détériorées. Proches de la surface, elles sont aussi plus facilement accessibles aux plongeurs, et par conséquent, aux pillards.

Mais, s'il y a encore quelques décennies, ces rapines étaient de l'ordre de l'amateurisme, le fait de plongeurs isolés, équipés au mieux d'un scaphandre, nous avons affaire aujourd'hui à de véritables chasseurs d'épaves. Des entreprises, parfois même cotées en bourse, se lancent dans une chasse aux trésors engloutis. Leurs moyens sont considérables et elles rivalisent en matière de technicité avec les organismes de recherche archéologique nationaux.

Enfin, les contraintes naturelles, telles que les courants, les micro-bactéries ou encore les séismes sous-marins ne sont pas sans incidence sur leur préservation. Si les eaux froides et saumâtres permettent une meilleure conservation des éléments immersés, les eaux à forte teneur en oxygène favorisent à l'inverse la détérioration des différents matériaux. La composition des navires est elle aussi déterminante : les bâtiments les plus récents, d'aluminium ou d'acier sont aussi ceux qui résistent le moins longtemps à l'environnement sous-marin et à la corrosion, il suffit de quelques décennies pour les voir disparaître. Au final, ce sont les épaves en bois qui résistent le mieux aux pressions naturelles, certaines d'entre elles étant vieilles de milliers d'années.

### **Au service de l'archéologie sous-marine**

Leader mondial en matière d'archéologie sous-marine, le département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM) – service du ministère de la Culture et de la Communication – a pour fonction en France de répertorier les épaves, d'organiser les prospections, expertises et fouilles archéologiques du domaine public maritime et dans la zone économique exclusive (espace maritime d'une largeur maximale de 200 milles marins depuis les côtes). Chargé de la mise en œuvre de la réglementation relative aux biens culturels maritimes – et de la bonne application des dispositions de la Convention de l'UNESCO sur la protection du patrimoine culturel subaquatique – il encourage aussi la mise en valeur de ce patrimoine ainsi que sa mise à disposition du public.

Pour mener à bien ses missions, le DRASSM s'appuie notamment sur l'*André Malraux*, son nouveau navire de recherche venu remplacer l'*Archéonaute*. Doté des toutes dernières technologies, il dispose d'une grue et d'un portique d'une capacité de 7 tonnes permettant la mise à l'eau de divers engins sous-marins (ROV, *Newtsuit*...) ainsi que le levage de matériel lourd (système hyperbare par exemple). La polyvalence du bâtiment permet d'en multiplier les usages et de servir de plate-forme mutualisée avec d'autres organismes.

## **Le remarquable potentiel abyssal**

Intempéries, défaut de conception, feu de l'ennemi, erreur de navigation, quelle que soit la cause du naufrage, les épaves connues jonchant le fond des mers se situent la plupart du temps à proximité des côtes. Si l'UNESCO estime à plus de 3 millions le nombre d'épaves situées sous les mers, il est difficile d'avancer un chiffre avec plus de précisions. Rappelons que les mers et océans couvrent plus de 71 % de la surface de la planète, et que 95 % de leurs fonds demeurent inconnus. La découverte d'épaves résulte donc de recherches ciblées ou sont le fruit de trouvailles fortuites réalisées à l'occasion d'autres activités telles que la prospection pétrolière ou la pose de câbles sous-marins. La localisation de l'épave du *Danton* à plus de 1 000 mètres de fond en est un exemple éloquent : le cuirassé français de la Grande Guerre a été retrouvé par le *M.V. Geo Prospector*, navire hydrographique néerlandais qui étudiait les fonds marins en vue de la construction d'un gazoduc entre l'Italie et l'Algérie.

La mise au jour d'épaves est parfois même le résultat d'entreprises chalutières, même si ces dernières demeurent surtout un facteur de leur destruction, un seul passage de chalut pouvant ratisser le plancher sous-marin sur une surface équivalente à plusieurs centaines de terrains de football.

Les épaves à faible profondeur subissent toutes sortes d'attaques, qu'elles soient d'origine anthropique ou naturelle. Elles sont donc rarement retrouvées intactes. C'est pourquoi la clef de la découverte de sites d'épaves encore vierges et parfaitement conservés se trouve dans les abysses. Mais il y a urgence : ces vestiges, longtemps préservés car trop difficiles d'accès, sont à leur tour menacés par le chalutage et les pillages qui s'effectuent dans des zones de plus en plus profondes.

La France a très tôt pris conscience de ce potentiel abyssal et du besoin de le protéger. Elle crée dès 1966 le département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines (DRASSM), premier service au monde spécialisé dans ce domaine. Mais si le DRASSM œuvre dès ses débuts au développement de nouvelles méthodes de fouilles et de recherches sous-marines, il lui faut attendre l'orée du XXI<sup>e</sup> siècle pour enfin disposer des technologies nécessaires au lancement de missions archéologiques dans les grands fonds. Découverte par l'Ifremer en 1993 au large de Toulon, l'épave de la *Lune*, vaisseau amiral de la flotte de guerre de Louis XIV, n'est ainsi explorée par le DRASSM qu'en 2012. Cette campagne de fouilles – qui associe robots-caméras, submersibles, scaphandriers et systèmes robotiques dédiés – constitue le laboratoire de développement et d'essai de techniques d'exploration de sites à très grande profondeur.

## **Les épaves : un patrimoine commun de l'humanité ?**

Le fléau du pillage est un phénomène ancien qui s'est largement répandu dans les années 1970. En témoigne la situation au large de la Turquie, où l'ensemble des épaves connues avait alors déjà été saccagé. Il aura cependant fallu attendre 2001 et l'adoption de la convention de l'UNESCO sur la protection du patrimoine culturel subaquatique pour qu'un cadre réglementaire de préservation et de protection soit adopté au niveau international. La volonté de protéger le patrimoine subaquatique s'est d'abord manifestée de façon ponctuelle et parcellaire, au cas par cas, à l'image de la protection de l'épave du *Titanic* qui a rassemblé la France, les États-Unis, le Royaume-Uni et le Canada. C'est face à la recrudescence du nombre de pillages que la nécessité d'un texte global s'est enfin imposée.

La convention impose notamment aux États parties<sup>6</sup> de protéger le patrimoine subaquatique et de privilégier la préservation des épaves *in situ*, c'est-à-dire à l'endroit même où elles ont été découvertes. Cette disposition permet de garantir une meilleure conservation des vestiges archéologiques, la faible teneur en oxygène des eaux leur offrant une protection naturelle. Elle fixe aussi des règles visant à protéger les épaves et leurs chargements de tout mouvement de dispersion irrémédiable et pose une interdiction de principe de toute exploitation commerciale.

Le traité s'articule en outre autour d'une obligation de coopération entre les États et de partage de l'information, et met l'accent sur la formation archéologique et la valorisation de ce riche patrimoine aquatique. Les projets d'accès du plus grand nombre à cette mémoire fleurissent donc, et par la mobilisation de l'opinion publique qu'ils entraînent, devraient vraisemblablement constituer l'un des meilleurs moyens de le préserver.

Les reportages télévisés et musées « traditionnels » côtoient des projets innovants dont l'ambition est à la mesure de la majesté des abysses. Immortalisation de la mémoire de navires engloutis par l'organisation de leur visite en trois dimensions, voire de leur reconstruction<sup>7</sup>, parcours de plongée sur des sites riches en épaves<sup>8</sup>, et construction de musées subaquatiques permettent à leurs visiteurs une immersion totale au côté des millions d'épaves reposant encore sous les mers et un accès à leur mémoire si souvent oubliée...

---

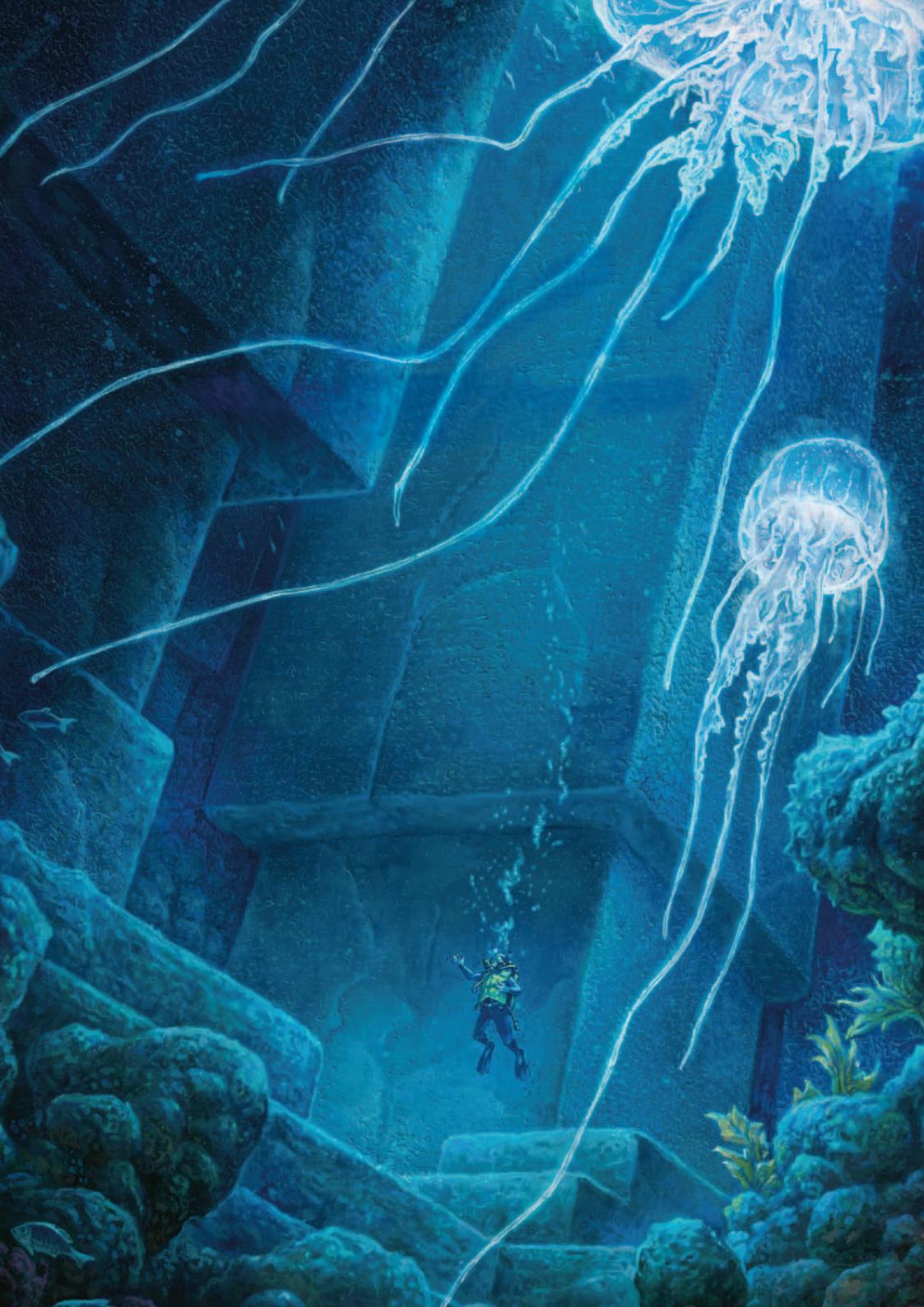
6. La convention de l'UNESCO sur la protection du patrimoine culturel subaquatique compte actuellement 49 États parties.

7. L'*Hermione*, frégate à bord de laquelle La Fayette a rejoint les États-Unis en 1780, a par exemple été reconstruite à Rochefort au terme d'un chantier colossal de 17 ans. Elle entame en avril la traversée de l'Atlantique, pour un retour à La Rochelle prévu fin août 2015.

8. *The Maritime Heritage Trails*, en Australie, comptent près de quarante parcours sous-marins organisés autour d'épaves.



Couverture de *Carthago*. Tome 4 : *Les monolithes de Koubé*, scénario de Christophe Bec et dessin de Milan Jovanovic.  
© Éditions Les Humanoïdes Associés 2014.



# POSTFACE

Entretien avec Christophe BEC

*Auteur de bandes dessinées, tour à tour scénariste et/ou dessinateur, Christophe Bec a participé à de nombreuses séries telles que Sanctuaire, Carthago ou encore Prométhée.*

---

Retrouvez en bonus numérique l'intégralité de cet entretien et d'autres illustrations sur notre site internet ([cesm.marine.defense.gouv.fr](http://cesm.marine.defense.gouv.fr))

**L**a série *Carthago* débute avec la découverte, dans des grottes sous-marines, de l'existence du *carcharodon megalodon*, ancêtre géant du grand requin blanc que l'on pensait éteint depuis plusieurs millions d'années. Le retour de ce prédateur extrême semble remettre en question l'équilibre écologique de la planète et fait également ressurgir, au fil du récit, différents mythes oubliés ou perdus.

### **Études marines: Comment est né le projet *Carthago*?**

**Christophe Bec:** Au départ, je voulais écrire une série d'aventures. D'aventures avec un grand «A» et de découvertes. Aujourd'hui, sur Terre, il y a peu de zones inconnues et, à l'inverse, on sait que 90 % des fonds marins restent encore à découvrir. Et ça, en tant que scénariste, c'est intéressant à exploiter. La première version du scénario était vraiment très série B : l'histoire ne se passait que sur une plate-forme pétrolière, avec déjà l'idée de l'ancêtre du requin blanc, le megalodon, qui attaque la plateforme. Mais je me suis vite aperçu que c'était une histoire sympathique, mais assez limitée. Au fur et à mesure de mes recherches, je me suis rendu compte qu'il y avait moyen de faire quelque chose de plus vaste, de planétaire, d'explorer les océans dans leur ensemble. Au fil des discussions, mon éditeur m'a aussi conseillé d'élargir un peu, de prendre plusieurs personnages. Donc, petit à petit, j'ai créé toute cette galerie de personnages : Kim Melville, le Centenaire, London Donovan... J'ai créé une espèce de mythologie autour de cet univers, et finalement, le megalodon n'est plus forcément l'élément central. L'histoire est portée par les personnages.

**Vous vous êtes inspiré de faits réels, on peut notamment citer le passage du dromadaire de Djibouti<sup>1</sup>, qui fait clairement référence à un épisode raconté par le commandant Cousteau.**

En effet, je me suis beaucoup documenté là-dessus. Et j'ai appris que le témoignage ne viendrait pas du commandant Cousteau lui-même, mais aurait été rapporté par un matelot du bateau qui était un poivrot notoire ! Je ne pense pas que cela ait été complètement inventé, la réalité a sûrement été déformée. Mais ce n'est pas très grave, je trouvais l'histoire chouette. D'ailleurs, dans une des premières versions du scénario, j'avais intégré Cousteau. Mais pour des questions de droits, je l'ai renommé «commandant Bertrand» dans la bande dessinée même s'il est clairement inspiré du commandant Cousteau.

---

1. Tome 1 de la série *Carthago*: dans les eaux du golfe de Tadjoura, le commandant Bertrand, à bord du *Thétis*, immerge une carcasse de dromadaire à l'intérieur d'une cage à requins. La cage remonte à la surface, broyée, sans que l'équipage ne sache ce qui en a été la cause.

**L'univers de la mer, des fonds marins est très présent dans vos séries, dans *Carthago* bien sûr, mais aussi dans *Sanctuaire* ou *Deepwater Prison*... D'où vient cet intérêt pour les océans ?**

Cette fascination vient vraiment de mes lectures d'enfance : Jules Verne, l'encyclopédie Cousteau... Il m'arrive aussi de plonger de temps en temps. Ensuite, ce milieu fascine et reste très peu connu : pour un scénariste, c'est le terrain idéal. Cela permet une grande liberté. *Sanctuaire* n'a pas vraiment de rapport avec *Carthago*, et *Deepwater*, c'est encore autre chose, ce qui montre la richesse du thème. Je pourrais sûrement écrire cinquante scénarios sur les fonds marins. Il y a plein de manières de les aborder : avec *Carthago*, par exemple, il n'y a pas que l'idée des créatures marines, il y a aussi un discours un peu écolo. Je pose un certain nombre de questions sur l'exploitation des fonds marins, leurs ressources... Plus la série va avancer, plus on va voir une catastrophe écologique se préparer. Dans les épisodes 6, 7, 8, je veux complètement aborder ce thème-là. On va un peu laisser de côté le gros requin pour poser des questions plus vastes.

**Justement, dans plusieurs de vos séries, on constate que l'exploration et l'exploitation des fonds marins sont associées à la mort ou à la folie... Est-ce une mise en garde ?**

La question est complexe parce qu'aujourd'hui, on sait que l'avenir énergétique se trouve dans les océans, que les marées, les courants, les vagues vont être de nouvelles sources d'énergie ; mais on ne connaît que très peu les écosystèmes marins et l'impact de cette exploitation reste à découvrir. Est-ce que cela va bousiller tous ces écosystèmes ? La France et un certain nombre d'États dans le monde engagent aussi des programmes pour exploiter les minéraux rares au fond des océans. Quels moyens emploie-t-on pour aller chercher ces ressources, et quelles en sont les conséquences ? Les questions se posent. Je pense qu'on peut exploiter les mers, les océans de façon écologique, mais nous ne sommes pas encore allés au bout de tout ce qu'on pouvait faire techniquement pour assurer la durabilité de cette exploitation.

**Dans votre série, vous pointez du doigt le rôle des grandes firmes multinationales, à l'image de la Carthago. J'imagine que les projets de Nautilus Minerals, qui développe actuellement un navire d'extraction minière en profondeur doté de bulldozers sous-marins, doivent vous préoccuper.**

Bien sûr, on imagine les dégâts que de tels engins peuvent provoquer dans le fond des océans et sur tout l'environnement marin. Mais les États jouent aussi un rôle

important dans la dégradation de ces écosystèmes car ils agissent en réaction et non en prévention. Je ne suis pas très optimiste sur le sujet : il va falloir attendre une grosse catastrophe pour que l'on se décide enfin à bouger. De plus, l'encadrement de cette exploitation doit se faire au niveau international, ce qui va être très compliqué. Pourtant, je suis convaincu qu'il y a des techniques permettant d'aller chercher ces ressources en suivant certaines règles de précaution. Je ne vois pas pourquoi on maltraiterait plus les océans que la Terre. Je pense que ce sont là les gros enjeux des cinquante prochaines années.

On doit aussi écouter les scientifiques qui s'expriment sur le sujet. On les entend, mais pas assez. C'est ce que je dis dans *Carthago* : si je fais du requin un personnage central, ce n'est pas uniquement par fascination pour son côté « mangeur d'hommes » comme on le voit dans *Les Dents de la Mer* par exemple. Si demain les requins disparaissent, c'est tout l'écosystème des mers qui disparaît : si le prédateur ultime n'existe plus, cela dérègle tout. Les requins sont un peu les éboueurs des mers, et leur disparition provoquerait des dégâts irréversibles. Or aujourd'hui, ils sont massacrés pour une raison absurde : pour pêcher le thon<sup>2</sup>. Ça soulève des questions quand même ! Le requin était là avant nous, on le voit bien dans *Carthago* avec le megalodon qui est présent depuis des millions d'années. Il règne sur les océans, et il faut que cela demeure.

**D'où vient l'intérêt que vous portez à ces créatures marines préhistoriques (*carcharodon megalodon*), bibliques (Léviathan) ou légendaires (monstre du Loch Ness) ? Toujours de vos lectures d'enfance ?**

Oui, bien sûr. D'ailleurs dans mes références, j'oubiais l'écrivain Lovecraft qui a écrit des récits fantastiques. Lui, évoquait plutôt des dieux, qu'il appelait les Grands Anciens, qui sortaient de la mer. Je le lisais ado, et il m'a beaucoup impressionné. Mais quelle que soit la source d'inspiration, les océans fascinent les hommes depuis toujours. Dès l'Antiquité, les marins ont véhiculé des mythes à ce sujet, mythes qui ont toujours hanté l'humanité et on s'appuie naturellement sur ces légendes, c'est une bonne source d'inspiration. Dans *Carthago*, j'ai fait comme si tout était vrai, comme si ces créatures existaient réellement.

---

2. La pêche au thon s'effectue grâce au procédé de la palangre. Ces grandes lignes d'hameçons capturent sans discrimination de nombreuses espèces de poissons, en particulier les requins.

**Dans vos bandes dessinées, en particulier dans *Carthago*, vous alliez nouvelles technologies et civilisations anciennes. Vous évoquez des lieux légendaires comme l'Atlantide ou Mu, mais vous apportez une nouveauté par rapport aux mythes habituels en décrivant la cité comme naturellement immergée. Cherchez-vous à faire un lien entre la découverte de ces cités sous-marines, de ces créatures ancestrales et l'origine de la vie sous les océans?**

Tout part de là en fait. Sauf preuve du contraire, la vie sur Terre vient de l'eau. Dans *Carthago*, j'ai peut-être imaginé qu'il y avait tout un pan de notre histoire qui était resté dans l'eau, et dont l'homme n'avait pas conscience jusqu'ici... À voir dans les tomes suivants... Mais la plupart des sites sont réels. Au début du tome 3, lorsque j'évoque la découverte qui a eu lieu près de l'île de Yonaguni, cela s'est vraiment passé. Après, est-ce un site ou une sorte de hasard géologique, on ne sait pas trop. J'ai aussi entendu parler d'un endroit très intéressant près de Cuba: dans les années 1960, un type aurait découvert des vestiges engloutis étonnantes, mais le gouvernement cubain a depuis interdit toute plongée dans la zone. On ne sait pas du tout ce que c'est, mais cela reste assez intrigant: il y aurait des ancre monumentales, une allée qui ferait 400 mètres de long... On peut supposer l'existence d'une cité gigantesque qui serait aujourd'hui sous l'eau. Il y a eu d'autres découvertes assez récentes de ce type sur de possibles cités englouties. Un millionnaire grec, je crois, serait aussi à la recherche de l'Atlantide.

**Vous avez entendu parler des OVNI sous-marins? L'anomalie de la mer Baltique<sup>3</sup> par exemple?**

Oui, d'ailleurs, je compte m'inspirer de ça pour une autre série que je suis en train d'écrire. Mais je ne vais pas exactement citer le lieu car la personne qui l'a découvert l'a «copyrighté», on n'a pas le droit de le représenter. Je vais donc juste m'en inspirer. Mais je me suis documenté sur ces anomalies et il y a beaucoup de choses à imaginer autour de cela.

**En plus de ces lieux mythiques, vous vous inspirez dans vos scénarios de faits réels ou légendaires qui ont marqué les esprits. Par exemple, dans *Prométhée*, vous faites revenir le *Titanic* à la surface et d'autres bâtiments réapparaissent**

---

3. En 2011, une équipe d'exploration sous-marine suédoise découvre un mystérieux objet circulaire au fond de la mer Baltique. Il a une forme de champignon et comprend un gros pilier de 8 mètres de haut et un disque de 4 mètres d'épaisseur et de 60 mètres de diamètre. Certaines caractéristiques semblent indiquer que cet objet aurait été fait de la main de l'homme.

**alors qu'ils sont censés avoir disparu depuis longtemps. Vous vous intéressez aux mythes des vaisseaux fantômes?**

Évidemment, c'est un des nombreux thèmes liés à la mer, fascinant pour l'homme. Mais je n'ai jamais pris de front le sujet des vaisseaux fantômes. Je l'ai évoqué, mais sans réellement écrire un scénario qui partait de là. Peut-être un jour... *Prométhée*, c'est encore une histoire planétaire avec beaucoup de tomes. La mer y est assez présente mais uniquement sur certains aspects. Il y a un passage avec un trou bleu, dans lequel des personnages plongent et découvrent un monde parallèle. Et puis il y a cette idée des épaves qui remontent à la surface. On y retrouve cet aspect fascinant, le mystère qui entoure les fonds marins.

**Et les épaves, en tant que telles, cela vous intéresse ?**

Tout à fait! D'ailleurs, pour *Prométhée*, toute l'histoire part du fameux mécanisme d'Anticythère<sup>4</sup>, retrouvé au début du XX<sup>e</sup> siècle par des pêcheurs d'éponges en Grèce. Ils发现 d'abord des statues antiques, des poteries, des pièces, et tombent ensuite sur cette machine dont les engrenages ressemblent à des cailloux à cause de l'érosion. Et c'est un peu par hasard que l'on a fini par découvrir que c'était un mécanisme que l'homme n'avait su redévelopper qu'à partir du XVII<sup>e</sup> siècle. Dans le prochain *Prométhée*, je montre une scène où les plongeurs发现 ce mécanisme dans l'épave d'un vaisseau romain. Les Romains avaient sûrement pillé je ne sais quelle île grecque et avaient ramené toutes les inventions qu'ils y avaient trouvées. Ce mécanisme est très intrigant. Certains pensent qu'il est impossible que les Grecs aient pu connaître cette technologie, et donc qu'elle viendrait forcément des extraterrestres, alors qu'on oublie juste que les Grecs étaient très avancés par rapport à d'autres civilisations! Mais cela demeure assez mystérieux.

**Êtes-vous inquiet face au pillage des épaves, et à leur détérioration à cause notamment des chalutiers qui labourent les fonds marins?**

Les chasseurs d'épaves qui cherchent des trésors... je ne vois rien de mal là-dedans, ils ne font pas de dégâts. Cela part chez des collectionneurs privés, même si idéalement, ce serait mieux que des programmes scientifiques et de recherches avec des historiens soient mis en place. Après, il y a la pêche au chalut qui racle les fonds marins et détruit

---

4. Ce mécanisme est le premier calculateur analogique qui permettait, dans l'Antiquité, de calculer des positions astronomiques. Un seul exemplaire aurait été découvert jusqu'à présent.

aussi le corail. C'est une calamité! Il faut savoir qu'en France, certains supermarchés ont recours à des bateaux de pêche qui utilisent ces techniques. Je suis pour leur boycott total. L'Union européenne a failli interdire le chalutage en eaux profondes... mais ça ne s'est pas fait malheureusement.

**Vous êtes à la fois scénariste, dessinateur, coloriste... Sur *Carthago*, vous êtes uniquement scénariste, avez-vous rencontré des difficultés pour laisser quelqu'un d'autre mettre en images votre histoire?**

Quand on endosse juste le rôle de scénariste, et qu'on connaît un peu les autres métiers, on sait que de toute façon, représenter, dessiner le scénario de quelqu'un d'autre, c'est une forme de trahison. Mais il faut l'accepter. Le secret, c'est de bien choisir ses dessinateurs, c'est-à-dire ceux qui vont le moins trahir ce qu'on a imaginé en tant que scénariste, que le résultat soit le plus proche de ce qu'on a imaginé... ou pas. On peut en effet être surpris par une vision différente qui finalement sera plus intéressante que l'idée de départ. Il y a vraiment tous les cas de figure: j'ai écrit une soixantaine d'albums et il m'est arrivé d'être déçu par le travail du dessinateur. Mais c'est loin d'être toujours le cas. Par exemple, je travaille beaucoup avec Stefano Raffaele, dessinateur de *Prométhée*. Il est le plus proche de ce que j'ai en tête. Il faut dire qu'un récit comme *Prométhée* est très exigeant, avec un scénario millimtré, où chaque chose a son importance, d'où la nécessité d'un dessinateur qui va respecter ce que j'ai pu imaginer. Mais je peux aussi écrire des choses plus libres, dans lesquelles le dessinateur peut complètement s'engouffrer et amener tout un tas d'idées. Et je trouve que c'est tout aussi intéressant d'avoir un dessinateur qui vous surprend.

**Et l'inverse? Par exemple pour *Sanctuaire* où vous êtes uniquement dessinateur. Avez-vous rencontré des difficultés à dessiner à partir du scénario de quelqu'un d'autre?**

Au départ *Sanctuaire*, c'était vraiment une histoire d'aventures, et j'ai voulu le pousser vers quelque chose de plus sombre, de plus « lovecraftien ». Xavier Dorison, le scénariste, a trouvé cela intéressant. Il s'y est même complètement engouffré en poussant le scénario vers un truc plus *dark*. Il se trouve que *Sanctuaire* a été mon premier gros succès, c'est peut-être dû à cela. Si j'avais juste dessiné servilement le scénario, cela aurait peut-être moins bien marché, ou peut-être mieux! Mais être dessinateur, c'est quelque chose que j'aime bien, amener ma propre vision sur certains scénarios.

**Donc, j'imagine qu'une adaptation au cinéma de *Carthago* vous intéresserait.**

Je verrais plus *Carthago* en série télé, mais bizarrement, pour l'instant, c'est une de mes séries qui n'a pas intéressé les producteurs. J'en ai beaucoup d'autres, moins attendues, qui ont été finalement optionnées, mais *Carthago* non. Justement parce qu'elle se déroule en partie dans les fonds marins et que cela coûterait très cher. Pourtant, c'est délicat mais pas impossible: cela a déjà été fait pour une série américaine, *Surface*. Mais il faudrait aussi s'assurer que tous les messages de la série soient conservés, ce qui n'est jamais certain dans les adaptations. Souvent l'œuvre originale est un peu détournée. C'est pour cela que lorsque j'accepte une option sur une de mes séries, je discute beaucoup avec le producteur pour m'assurer de sa volonté de respecter l'œuvre et, s'il s'en écarte, que je cautionne les changements. Il m'est déjà arrivé de refuser de signer des options parce que je ne sentais pas une volonté de respecter ce que j'estimais essentiel dans l'œuvre originale. Mais il ne faut pas se leurrer, si le producteur a envie de dévier, il le fera, il y a de telles sommes en jeu que c'est compliqué de s'opposer à cela.

**Vous l'avez déjà en partie évoqué, mais quels sont vos projets actuels et à venir? La mer et les abysses en feront-ils partie?**

Oui, il y a un nouveau projet que je commence à écrire et qui va s'appeler *Olympus*, il y sera beaucoup question des fonds marins... mais pas seulement. Jusqu'à présent pour *Carthago* et *Prométhée*, on était sur Terre. Là, je vais partir du fond des mers, pour aller sur Mars. Il y aura un lien entre une découverte dans le fond des océans et une découverte sur Mars. Ça m'amusait de faire ce lien. Faire un parallèle entre l'exploration des fonds marins et l'exploration de l'espace. Je suis aussi en train d'écrire un scénario de long métrage, dans lequel il sera aussi question de la mer. Il devrait s'appeler *Bikini atoll*, en référence au lieu où les Américains ont fait leurs premiers essais nucléaires. Le scénario a pour cadre cet atoll et j'y évoque des événements qui s'y sont déroulés. Il s'agira vraiment d'un *survival*, on y verra des personnages décimés un à un. Il y aura un requin, des épaves et il y sera aussi question de plongée sous-marine.

Propos recueillis par Claire de Marignan



## **LA REVUE *ÉTUDES MARINES***

---

Les numéros publiés :

N°1 - *L'action de l'État en mer et la sécurité des espaces maritimes. La place de l'autorité judiciaire.* Octobre 2011

N°2 - *Planète Mer. Les richesses des océans.* Juillet 2012

N°3 - *Mer agitée. La maritimisation des tensions régionales.* Janvier 2013

N°4 - *L'histoire d'une révolution. La Marine depuis 1870.* Mars 2013

N°5 - *La Terre est bleue.* Novembre 2013

N°6 - *Les larmes de nos souverains. La pensée stratégique navale française...* Mai 2014

N°7 - *Union européenne : le défi maritime.* Décembre 2014

N°8 - *Abysses.* Juin 2015



## **LES PUBLICATIONS DU CESM**

---

Centre de réflexion stratégique, le CESM diffuse cinq publications régulières sur la stratégie navale et les principaux enjeux maritimes.

### ***Études marines***

Cette revue est une plongée au cœur du monde maritime. Qu'elle fasse intervenir des auteurs reconnus sur des questions transversales ou qu'elle approfondisse un thème d'actualité, elle offre un éclairage nouveau sur la géopolitique des océans, la stratégie navale et plus généralement sur le fait maritime.

### ***Cargo Marine***

Disponible sur le portail internet du CESM, les études de fond réalisées par le pôle Études et les articles rédigés par ses partenaires offrent un point précis sur des thématiques navales et maritimes.

### ***La Hune du CESM***

Cette veille bimestrielle, disponible sur internet, synthétise les articles de la presse nationale et internationale concernant l'actualité maritime. Cette synthèse répertorie plusieurs grandes thématiques : politique et doctrine, marine de guerre, industrie navale et domaine maritime

### ***Brèves Marines***

Diffusée par mail, cette publication offre chaque mois un point de vue à la fois concis et argumenté sur une thématique maritime d'actualité. Elle apporte un éclairage synthétique sur des thèmes historiques, géopolitiques et maritimes.

### ***Les @mers du CESM***

Cette revue de veille bihebdomadaire, également diffusée par mail, compile les dernières actualités concernant le domaine naval et maritime. Elle permet à ceux qui le désirent d'être tenus informés des récents événements maritimes.

Ces publications sont disponibles en ligne à l'adresse suivante :  
[cesm.marine.defense.gouv.fr](http://cesm.marine.defense.gouv.fr)

ISSN 1292-5497

Dépôt légal juin 2015  
Achevé d'imprimer au 2<sup>e</sup> trimestre 2015  
Impression EDIACA Saint-Étienne  
Réalisation Marie-Laure Jouanno



# ABYSES

---

Hostiles et fascinants, les fonds marins ont longtemps été vus comme les confins sans vie ni lumière des océans. On se les imagine alors uniquement jonchés de sédiments, de débris et de carcasses animales. Il faut attendre la pose des premiers câbles sous-marins à la moitié du XIX<sup>e</sup> siècle puis les avancées sous-marines liées à l'art de la guerre navale pour que le mystère des abîmes commence à se dissiper... Un formidable trésor de ressources fossiles, minérales ainsi qu'une faune et une flore foisonnantes émergent alors, attisant toutes les convoitises. Mais les abysses ont encore de nombreux secrets à nous dévoiler...



N°8 – Juin 2015  
Centre d'études stratégiques de la Marine

