

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'océan, principal système de soutien de la vie sur notre planète, connaît un déclin mesurable sous l'effet du dérèglement climatique et des multiples pressions d'origine anthropique. En 2025, l'OCDE a démontré que l'érosion de la biodiversité marine et la dégradation des écosystèmes constituent des risques économiques majeurs susceptibles de compromettre la croissance à long terme. Une gouvernance robuste, fondée sur des connaissances scientifiques solides, est donc indispensable pour protéger l'océan et garantir son utilisation durable.

La gouvernance moderne de l'océan — fondée sur un ensemble de conventions et de protocoles internationaux, au premier rang desquels figure la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (CNUDM) de 1982 — a récemment franchi une étape historique avec l'entrée en vigueur, le 17 janvier 2026, de l'Accord BBNJ sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine des zones situées au-delà des juridictions nationales. Pour la première fois, un instrument juridiquement contraignant établit des règles relatives à la gestion des ressources génétiques marines et au partage juste et équitable des avantages qui en découlent, aux évaluations d'impact environnemental, aux outils de gestion par zone — notamment les aires marines protégées (AMP) — ainsi qu'au renforcement des capacités et au transfert des technologies marines.

Afin de soutenir la mise en œuvre de cette nouvelle gouvernance et d'en maximiser les bénéfices, il est indispensable de mieux connaître les écosystèmes qu'il convient de protéger ou de restaurer, ainsi que les moyens les plus efficaces d'y parvenir. Or, ces connaissances demeurent largement insuffisantes, l'océan restant le biome le moins exploré de la planète.

La Mission Neptune constitue un programme scientifique international ambitieux, destiné à produire des avancées majeures dans plusieurs domaines où l'acquisition de nouvelles connaissances aura un impact déterminant sur le renforcement de la gouvernance moderne de l'océan. Pour atteindre cet objectif, elle rassemblera les compétences, les ressources et l'expertise des organisations engagées en faveur de l'océan.

La Mission s'inscrit pleinement dans les recommandations 1 et 3 à 7 du Future Science Brief 2025 du European Marine Board¹, qui souligne que :

« Les grands fonds représentent 90 % du volume total de l'océan, abritent une extraordinaire diversité d'écosystèmes comprenant potentiellement des millions d'espèces — dont la plupart restent inconnues — et fournissent des services écosystémiques essentiels. »

¹ Future Science Brief, No 12 April 2025, Deep Sea, Research and Management Needs, European Marine Board

La planification scientifique de la Mission Neptune fait également écho aux deux grandes questions fondatrices du programme international Challenger 150² :

- Quelle est la diversité de la vie dans l'océan profond ?
- Comment les populations et les habitats sont-ils connectés³ ?

La Mission concentrera ainsi ses efforts sur **l'exploration de l'écosystème le plus méconnu de notre planète en lançant des expéditions destinées à révéler la biodiversité encore cachée des grands fonds marins.**

Dans le cadre de la Mission Neptune, l'expression « océan profond » désigne l'ensemble de la colonne d'eau, depuis la surface jusqu'au fond, dans les zones dont la profondeur excède 200 mètres. Les activités de la Mission porteront principalement sur les zones situées au-delà des juridictions nationales (ZAJN).

Consciente que les dynamiques politiques et économiques exercent une influence déterminante sur l'avenir de l'océan, la Mission Neptune vise également à renforcer sa préservation en développant un lien émotionnel plus profond entre l'humanité et le milieu marin. Cet objectif sera poursuivi à travers le développement de la culture océanique, fondée sur des connaissances scientifiques accessibles et stimulantes, mais aussi en s'appuyant sur la fascination qu'exercent les grands fonds et les formes de vie encore largement inconnues qui les peuplent. En suscitant l'émerveillement, la curiosité et l'empathie, la Mission entend favoriser une relation plus éthique et plus harmonieuse entre les sociétés humaines et l'océan.

Au cœur de l'ambition de la Mission Neptune se trouve **une vision intégrée et prospective** des grands fonds marins, prenant en compte leurs dimensions environnementales, sociales, culturelles, juridiques et économiques, tout en anticipant l'évolution des écosystèmes de haute mer face au changement climatique et aux autres pressions anthropiques.

Une telle approche est indispensable pour éclairer les politiques publiques consacrées à la protection de l'océan, à la gestion durable des ressources halieutiques et des autres ressources marines, ainsi qu'à une régulation plus équitable de leur accès. À ce titre, la Mission Neptune a vocation à constituer un levier majeur de mise en œuvre de l'Accord BBNJ.

² A Blueprint for an Inclusive, Global Deep-Sea Ocean Decade Field Program. Front. Mar. Sci. 7:584861. doi: 10.3389/fmars.2020.584861

³ The following definition of “deep sea” applies: the column from the sea surface to the bottom in areas with depth of more than 200 meters. The Neptune main interest will be on Areas Beyond National Jurisdiction (ABNJ).

LES CHALLENGES SCIENTIFIQUES

À la suite des travaux préparatoires engagés jusqu'à présent, plusieurs challenges scientifiques préliminaires sont proposés à la communauté de la Mission Neptune.

L'objectif est de les examiner collectivement, d'identifier, pour chacun d'entre eux, des objectifs scientifiques et sociétaux ambitieux, d'intégrer le cas échéant de nouveaux domaines d'intérêt et d'assurer leur cohérence avec les capacités technologiques ainsi qu'avec les priorités stratégiques des partenaires de la Mission.

À ce stade, **huit challenges scientifiques interdépendants** ont été identifiés. Ils ne doivent pas être considérés comme des thématiques indépendantes, mais comme les éléments constitutifs d'un cadre scientifique intégré, se renforçant mutuellement, à l'image des fondations d'une même maison ou des racines d'un arbre.

CHALLENGE 1: CARTOGRAPHIER LES HABITATS MARINS POUR MIEUX COMPRENDRE LES ÉCOSYSTÈMES OCÉANIQUES ET CONTRIBUER À L'OBJECTIF MONDIAL DE PROTECTION "30x30"

La cartographie des habitats océaniques demeure un challenge scientifique majeur, depuis les fonds marins jusqu'à la colonne d'eau et aux eaux de surface. Comme cela est désormais largement reconnu, l'imagerie constitue l'un des outils les plus essentiels pour l'étude des grands fonds⁴, mais le nombre d'observations disponibles reste extrêmement limité au regard de l'immensité de l'océan.

L'observation directe de la vie profonde s'est révélée être l'un des moyens les plus efficaces pour sensibiliser le grand public à la richesse et à la fragilité des écosystèmes marins.

À grande échelle, les cartes actuelles des habitats reposent principalement sur des données satellitaires permettant de caractériser la bathymétrie, la couverture de glace ou encore la température de surface, avec des résolutions spatiales généralement kilométriques. Des modèles numériques permettent ensuite d'extrapoler ces informations vers les profondeurs et d'anticiper leur évolution à court terme.

L'un des objectifs majeurs de la Mission Neptune sera de développer de nouvelles approches permettant d'identifier avec davantage de précision les schémas de biodiversité et la dynamique des écosystèmes, en dépassant les limites des cartographies existantes.

Dans les domaines de la conservation, de la restauration et de la résilience des habitats, une cartographie à l'échelle des composantes écologiques est désormais indispensable. La Mission contribuera également au développement de la prochaine génération de **Jumeaux numériques de l'océan (Digital Twins of the Ocean – DTO)**, intégrant de manière beaucoup plus complète la biodiversité marine.

⁴ Bell et al., Sci. Adv. 11, eadp8602 (2025)

À cette fin, la Mission Neptune travaillera en étroite coordination avec les initiatives **Space4Ocean** et **Mercator Ocean International**, lancées lors de la troisième Conférence des Nations Unies sur l'Océan (UNOC3).

La cartographie des habitats marins pourrait ainsi contribuer de manière décisive :

- à poursuivre l'amélioration de la couverture du **General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO)** ;
- à initier la cartographie des habitats et des écosystèmes dans les zones nécessitant une attention prioritaire, notamment :
 - les futures aires marines protégées potentielles ;
 - les monts sous-marins ;
 - les zones encore très peu documentées ;
 - les fronts océaniques ;
 - les dorsales et zones de fracture ;
 - ainsi que les secteurs présentant les risques les plus élevés d'exploitation minière des fonds marins, en appui notamment aux travaux du groupe des **Ocean Pioneers**.

CHALLENGE 2: EXPLORER ET PRÉSERVER LES PRINCIPALES ZONES D'ABONDANCE OCÉANIQUE

Une attention particulière sera portée aux **zones d'abondance océanique**, c'est-à-dire aux régions où les écosystèmes marins conservent encore une richesse biologique et une dynamique écologique comparables à celles qui existaient avant les impacts majeurs des activités humaines.

Ces régions comprennent notamment les grands systèmes d'upwelling, les vastes marges continentales bordant l'Afrique et les Amériques, ainsi que les fronts polaires où s'alimentent les grands cétacés et où se produisent certains des flux de carbone les plus importants de la planète. Ces zones concentrent une biodiversité exceptionnelle et une très forte productivité biologique. Les systèmes d'upwelling jouent notamment un rôle essentiel dans les échanges de carbone entre l'atmosphère, l'océan de surface et l'océan profond, tout en soutenant les principales pêcheries mondiales.

Faire de ces hauts lieux de biodiversité une priorité de la Mission Neptune est indispensable pour anticiper l'évolution future de la biodiversité marine, du cycle du carbone et, plus largement, de la résilience du système Terre.

Cet objectif nécessite une caractérisation fine des processus physiques, chimiques et biologiques qui structurent ces écosystèmes, ainsi qu'une meilleure compréhension de la nature, du rythme et de l'ampleur des transformations qu'ils subissent sous l'effet du changement climatique et de l'exploitation des ressources biologiques. Ces territoires ne constituent pas uniquement des frontières scientifiques : ils représentent également des **frontières décisionnelles**, où se dessinent les choix qui détermineront l'avenir de l'océan et les réponses que nos sociétés apporteront aux défis environnementaux des prochaines décennies.

CHALLENGE 3: DÉCRYPTER LA DYNAMIQUE DE LA BIODIVERSITÉ DES MONTS SOUS-MARINS, HAUTS LIEUX DE LA VIE OCÉANIQUE, AFIN D'ÉCLAIRER LEUR CONSERVATION ET LEUR GESTION DURABLE

Les monts sous-marins constituent des points chauds de biodiversité, tant pour les organismes benthiques que pélagiques. Ils jouent un rôle majeur dans la dispersion des espèces et abritent des communautés biologiques remarquables, notamment des récifs coralliens profonds et des jardins d'éponges, offrant un habitat essentiel à de nombreuses espèces marines.

La géologie des fonds marins influence directement les conditions de développement des communautés benthiques et pélagiques. L'interaction entre les courants océaniques et ces reliefs sous-marins génère des courants intenses, des tourbillons, des variations de température et de salinité ainsi que des ondes internes qui favorisent le brassage des masses d'eau et le transport de propriétés physiques et chimiques distinctes (température, oxygène, carbone, nutriments, etc.).

Ces gradients environnementaux stimulent la productivité biologique, attirent poissons pélagiques et mammifères marins et jouent un rôle essentiel dans les processus de mélange océanique.

Malgré des efforts de recherche croissants, seule une faible proportion des monts sous-marins a été explorée à ce jour. Leur structure, leur fonctionnement et leur rôle dans la dynamique des écosystèmes profonds demeurent largement méconnus. Leur éloignement, les difficultés d'échantillonnage, la forte variabilité des conditions environnementales ainsi que le manque d'études interdisciplinaires intégrées expliquent en grande partie cette situation.

Les monts sous-marins soulèvent aujourd'hui plusieurs questions scientifiques majeures. Les recherches s'intéressent notamment à la manière dont les perturbations hydrographiques qu'ils génèrent — modifications des courants, remontées d'eaux profondes (upwelling), ondes internes — influencent la répartition de la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes.

Ils constituent également des laboratoires naturels exceptionnels pour comprendre les mécanismes d'évolution et de connectivité des populations marines. Certains monts présentent en effet un fort taux d'endémisme, tandis que d'autres accueillent des communautés largement distribuées, invitant à mieux comprendre le rôle de l'isolement géographique, de la circulation océanique, de la profondeur et de l'histoire géologique.

Au-delà des approches scientifiques classiques, la Mission Neptune reconnaît également la valeur des savoirs autochtones, notamment ceux des communautés mélanésiennes et polynésiennes, dont la relation ancienne avec l'océan apporte des connaissances précieuses sur la localisation, la productivité et l'importance écologique des monts sous-marins.

La complémentarité entre connaissances scientifiques et savoirs traditionnels contribuera à construire une compréhension plus complète et plus intégrée de ces écosystèmes essentiels.

CHALLENGE 4 : LES OCÉANS POLAIRES, EMBLÈMES DE ZONES PARTICULIÈREMENT VULNÉRABLES

Les océans polaires sont des régions vastes et en transformation rapide, essentielles à la circulation océanique mondiale, au cycle du carbone et à la stabilité du climat. Les systèmes insulaires voisins, également affectés par ces changements, peuvent servir d'observatoires de première ligne. Ces espaces abritent une diversité biologique unique ainsi qu'une abondance exceptionnelle de mammifères marins et d'oiseaux de mer.

Dans ces environnements reculés et extrêmes, les efforts de recherche doivent être étroitement associés aux technologies et infrastructures océaniques de nouvelle génération. La robotique autonome, les plateformes de recherche à faible empreinte carbone et les systèmes d'observation pérennes sont indispensables pour permettre une exploration continue et un suivi à long terme, y compris sous la glace.

Les régions polaires sont confrontées à des bouleversements environnementaux révélateurs des dérèglements planétaires. Les effets du réchauffement climatique y sont particulièrement rapides et prononcés, auxquels s'ajoutent d'autres pressions telles que l'intensification de l'exploitation des ressources, l'ouverture de nouvelles routes maritimes, l'accélération de la fonte des glaces et l'érosion continue de la biodiversité.

Ces transformations ont des conséquences considérables : tout d'abord pour les peuples autochtones, dont les moyens de subsistance et les cultures sont directement affectés, mais également pour l'ensemble de la communauté internationale, compte tenu de l'influence déterminante des pôles sur les grands équilibres du système Terre.

En tant qu'indicateurs précoces des déséquilibres climatiques, océaniques et biologiques de la planète, les régions polaires revêtent une importance critique pour la recherche et la coopération internationales. Elles abritent une proportion importante de formes de vie endémiques encore inconnues. Leur importance stratégique, renforcée par la convergence des pressions climatiques et géopolitiques, souligne l'urgence de développer dans ces régions des initiatives robustes à l'interface entre science et politiques publiques.

CHALLENGE 5 : RÉVÉLER LE POTENTIEL DES ÉCOSYSTÈMES ALIMENTÉS PAR DES RÉACTIONS GÉOCHIMIQUES COMME SOURCES DE BIO-INSPIRATION, ET COMPRENDRE LE RÔLE DU VIVANT DANS LA FORMATION DES RESSOURCES MARINES

Les sources hydrothermales et les suintements froids constituent de véritables oasis de biodiversité. De nouvelles sources sont découvertes chaque année dans l'océan profond.

Leur contribution à la géochimie océanique fait l'objet de recherches actives, car ces systèmes semblent jouer un rôle important dans la production et la circulation du carbone et de nutriments essentiels à la vie, notamment le fer. À l'échelle mondiale, les processus de transfert chimique de la lithosphère vers l'océan, facilités par les micro-organismes, restent toutefois encore mal compris.

Les volumes de dioxyde de carbone, de méthane et d'hydrogène libérés par ces sources et ces suintements demeurent largement inconnus, alors même qu'ils représentent un enjeu majeur pour la biodiversité océanique.

Ces environnements abritent des écosystèmes uniques dans lesquels les micro-organismes utilisent les réactions géochimiques comme source d'énergie. Ils jouent ainsi un rôle essentiel dans la régulation des quantités de gaz atteignant l'atmosphère, ainsi que dans la concentration des métaux, des éléments traces et d'autres composés transférés depuis la lithosphère vers les fonds marins.

Les échanges entre la Terre solide, la biosphère et la colonne d'eau illustrent plus largement le rôle déterminant de l'océan profond dans l'habitabilité de notre planète.

Au-delà des sources hydrothermales et des suintements profonds, d'autres contextes géologiques présentent un intérêt majeur. C'est notamment le cas des zones de subduction, où d'intenses réactions entre les roches et l'eau produisent du carbone et de l'énergie, soutenant des formes de vie nouvelles et encore largement méconnues.

Les encroûtements polymétalliques et les nodules de manganèse constituent également des ressources géochimiques dont la formation est en partie contrôlée par l'activité des micro-organismes. Une compréhension plus approfondie de leur rôle est essentielle dans le contexte des débats relatifs à l'exploitation minière des nodules de manganèse et nécessite le développement d'initiatives solides à l'interface entre science et politiques publiques.

CHALLENGE 6: PRÉSERVER LE RÔLE DE L'Océan EN TANT QUE Puits DE CARBONE MONDIAL - GARANTIR LA STABILITÉ ET LA RÉSILIENCE DU CYCLE MARIN DU CARBONE

Alors que l'océan évolue rapidement sous l'effet de multiples pressions, un processus relie directement la productivité et la diversité des organismes marins au cycle mondial du carbone: la **pompe biologique à carbone**.

À travers un ensemble complexe de mécanismes biologiques, cette pompe assure le transfert du carbone depuis l'atmosphère et les eaux de surface vers l'océan profond et les fonds marins.

Ce challenge consistera à examiner les mécanismes spécifiques qui contrôlent l'exportation de matière organique depuis les eaux de surface vers l'océan profond. Il explorera également les processus et les organismes responsables du recyclage de cette matière organique et de sa séquestration à long terme dans les grands fonds.

Une attention particulière sera accordée aux dynamiques spatiales et temporelles des écosystèmes marins. Il s'agira notamment d'étudier la manière dont des organismes clés — des virus aux baleines — ainsi que leurs métabolites caractéristiques sont répartis dans l'océan, et comment leur abondance évolue dans le temps et dans l'espace.

Les recherches porteront sur les facteurs environnementaux et biologiques qui déterminent ces répartitions, notamment :

- la productivité biologique et la décomposition ;
- les cycles des nutriments ;
- l'eutrophisation ;
- la disponibilité en oxygène ;
- l'acidification de l'océan ;
- la pollution ;
- ainsi que les effets en cascade de ces phénomènes sur les réseaux trophiques marins.

Les travaux évalueront également l'incidence des activités humaines en haute mer — notamment la pêche et les autres pressions anthropiques — sur le fonctionnement de la pompe biologique à carbone.

Enfin, ils examineront le rôle potentiel des zones de non-prélèvement et des aires marines protégées de haute mer dans la régulation de ces processus et dans le renforcement de la capacité de l'océan à séquestrer le carbone.

Notre compréhension encore limitée de ces mécanismes constitue un obstacle majeur à la modélisation et à la prévision précises de la productivité océanique, du fonctionnement du puits de carbone marin et de son influence sur le cycle mondial du carbone.

Cette lacune génère d'importantes incertitudes quant à la manière dont notre planète répondra au changement climatique.

CHALLENGE 7 : RÉVÉLER LES TRAJECTOIRES DE LA BIODIVERSITÉ À L'ANTHROPOCÈNE GRÂCE À L'ANALYSE PALÉOGÉNOMIQUE DES SÉDIMENTS MARINS

La paléogénomique a connu des avancées considérables au cours des dernières années, reconnues notamment par l'attribution du prix Nobel en 2022.

Appliquée aux carottes sédimentaires prélevées sous les fonds marins, et replacée dans le contexte des archives temporelles et spatiales des dynamiques climatiques et océaniques, elle permettra à la Mission Neptune de reconstituer les états de référence des écosystèmes antérieurs aux perturbations humaines et de mieux comprendre la réponse des organismes aux changements environnementaux, notamment aux pressions anthropiques.

La Mission Neptune encouragera ainsi la recherche sur les sédiments marins profonds, qui conservent les archives de l'océan passé, de ses climats et de ses écosystèmes.

Des centaines de kilomètres de carottes sédimentaires sont déjà conservés dans les collections de laboratoires marins et issus des programmes internationaux de forage océanique profond. Le développement de méthodes permettant d'exploiter ces carottes pour explorer les océans du passé pourrait constituer une avancée déterminante.

Pour y parvenir, il sera nécessaire de développer des paléo-indicateurs plus nombreux et plus performants, ainsi que des outils paléogénomiques adaptés aux grands fonds marins.

Les technologies progressent rapidement. Certaines difficultés liées à l'utilisation de carottes existantes, parfois conservées dans des conditions insuffisamment contrôlées, peuvent désormais être résolues ou devraient pouvoir l'être au cours de la prochaine décennie.

La Mission cherchera à tirer parti de ces techniques émergentes. Dans un premier temps, elle exploitera les archives anciennes par l'analyse des signatures d'**ADN environnemental ancien (ADNe ancien)** contenues dans des carottes spécialement prélevées à cette fin.

Ces travaux permettront de comprendre comment les réponses des écosystèmes anciens aux transformations environnementales peuvent éclairer les trajectoires actuelles et futures de la biodiversité.

CHALLENGE 8 : FAIRE PROGRESSER DES APPROCHES DURABLES ET ÉTHIQUES DE L'EXPLORATION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES MARINES, EN COHÉRENCE AVEC LES CADRES INTERNATIONAUX

La compréhension du fonctionnement de l'océan repose fondamentalement sur une connaissance approfondie de ses composantes vivantes, ainsi que de leur environnement biotique et abiotique.

Pour appréhender pleinement le fonctionnement de l'océan, la Mission Neptune devra donc accorder une attention spécifique aux ressources marines, notamment aux ressources génétiques présentes en haute mer.

Grâce à des approches de pointe — telles que la métagénomique, l'analyse des métabolites ou l'analyse d'images fondée sur l'intelligence artificielle — la Mission cartographiera de manière approfondie la diversité et les réseaux du vivant dans l'océan profond et les habitats qui lui sont associés.

Ces activités ne se limiteront pas à un travail d'inventaire. Elles permettront de révéler toute l'étendue de la vie marine, ses interactions, ses fonctions, ses services et ses ressources, ainsi que l'héritage de quatre milliards d'années d'évolution du vivant dans l'océan.

En mobilisant un ensemble d'outils génomiques innovants et d'approches observationnelles, expérimentales et de modélisation, il sera possible de mieux comprendre comment les espèces s'adaptent aux perturbations et comment les écosystèmes se rétablissent après celles-ci.

Ces connaissances seront essentielles pour anticiper la capacité des milieux marins à résister au changement climatique et à y répondre, mais également pour éclairer la conception des aires marines protégées et les actions de restauration écologique.

En développant des biotechnologies innovantes et en mettant en place des bases de données ouvertes, durables et conformes aux principes **FAIR** — faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables — la Mission construira une connaissance partagée et facilitera une bioprospection responsable.

Cette approche permettra de veiller à ce que les avantages issus de ces découvertes soient partagés de manière juste et équitable, tout en favorisant une recherche marine collaborative et durable.

En poursuivant activement ces objectifs, la Mission Neptune renforcera non seulement notre compréhension fondamentale du « moteur biologique » de l'océan, mais ouvrira également la voie à une gestion durable des ressources et à un partage équitable des précieuses ressources génétiques marines.

Elle contribuera ainsi à renforcer notre capacité collective à répondre au défi du changement climatique.

LEVIERS TRANSVERSAUX

La Mission Neptune s'appuie sur un ensemble de **leviers transversaux** qui constituent l'ossature indispensable pour relever les grands challenges scientifiques de la Mission et atteindre les résultats qu'elle s'est fixés.

Au-delà de leur rôle scientifique et opérationnel, ces leviers contribueront également à mobiliser le grand public. Grâce à la cartographie, aux technologies de pointe, aux avatars numériques, aux approches géopolitiques ainsi qu'aux possibilités d'aventure et d'exploration — en particulier pour les jeunes générations — ils ont le pouvoir de stimuler l'imagination, la curiosité et de renforcer notre lien avec l'océan.

LEVIER 1 : MOBILISATION DU PUBLIC - UNE PRIORITÉ ABSOLUE

Lors du One Ocean Science Congress en juin 2025, la communauté scientifique a rappelé que l'océan se trouve aujourd'hui à un moment décisif de son histoire.

Dans un Manifeste commun, les scientifiques ont souligné que l'océan — pilier essentiel de la santé de notre planète — est soumis à des pressions croissantes liées au réchauffement climatique, à l'acidification, à la pollution et à la surexploitation des ressources, rappelant que **« les fonctions vitales de l'océan s'érodent progressivement »**.

Dans ce contexte, la mobilisation du public constitue non pas un objectif secondaire, mais l'un des résultats majeurs attendus de la Mission Neptune.

Pour y parvenir, la Mission s'appuiera sur les connaissances scientifiques issues de l'exploration afin de créer de nouvelles formes d'engagement :

- le récit scientifique (*storytelling*) ;
- les expressions artistiques et littéraires ;
- les expériences immersives ;
- les médias numériques.

Ces approches permettront de nourrir l'imaginaire collectif et de renforcer notre relation avec les abysses, encore largement inconnus.

Cette capacité à relier exploration, imagination et compréhension constitue l'une des ambitions fondatrices de la Mission Neptune.

La Mission repose sur la conviction qu'un **océan d'abondance** ne pourra être préservé durablement que si l'exploration scientifique est largement partagée, comprise et appropriée par les citoyens.

La mobilisation du public est donc une composante structurante de la Mission.

En s'appuyant sur les données collectées lors des expéditions, les images, les paysages sonores, les jumeaux numériques de l'océan et les multiples interactions entre l'océan et notre quotidien, la Mission rapprochera les citoyens, les étudiants, les décideurs et les acteurs culturels des grands fonds, de la haute mer et des systèmes vivants qui rendent la vie possible sur Terre.

LEVIER 2 : DÉFINIR LES ZONES PRIORITAIRES D'EXPLORATION DE LA MISSION NEPTUNE

L'océan couvre une immense partie de notre planète.

Malgré les progrès remarquables réalisés par des programmes internationaux tels que **Seabed 2030**, qui ont permis d'accroître la couverture bathymétrique haute résolution de 5 % à 27 % de la surface océanique dans le cadre de la Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques, seule une faible partie des habitats marins est aujourd'hui décrite avec précision.

Compte tenu de cette réalité, la Mission Neptune devra concentrer ses efforts sur des territoires présentant une importance scientifique et stratégique particulière.

Ces territoires seront désignés sous le nom de **Neptune Exploration Priority Areas (NEPA)** — *Zones prioritaires d'exploration de la Mission Neptune*.

La définition de ces zones constituera un objectif visible et fédérateur pour l'ensemble de la communauté internationale.

Les premières NEPA pourraient notamment inclure :

- les zones prioritaires identifiées dans le cadre du traité BBNJ ;
- les objectifs internationaux de protection « 30x30 » ;
- les **Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs)** ;
- les zones faisant actuellement l'objet de contrats d'exploration de l'Autorité internationale des fonds marins (ISA).

L'élaboration d'un plan d'exploration des NEPA permettra de fédérer les partenaires autour d'une vision commune.

En combinant la cartographie bathymétrique, la cartographie des habitats et une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes, la Mission favorisera une approche véritablement intégrée de l'océan.

Dès 2026, la Mission pourra s'appuyer sur des initiatives internationales telles que **Seabed 2030**, **OBON**, **OBIS**, **GBES** ou **Challenger 150**, afin de produire de nouvelles cartes et d'engager une réflexion collective sur les futures priorités d'exploration.

Mercator Ocean International devra être associé dès les premières étapes afin d'intégrer la dimension temporelle à cette cartographie.

À terme, ce travail donnera naissance à un **Jumeau Numérique quadridimensionnel (4D)** des zones prioritaires NEPA.

Ce pourrait constituer le premier livrable majeur de la Mission Neptune destiné à la communauté internationale des explorateurs de l'océan et être présenté lors de la première Conférence des Parties du traité BBNJ.

LEVIER 3 : DES TECHNOLOGIES POUR OUVRIR LES PORTES DES GRANDS FONDS

La réussite de la Mission Neptune repose sur la mise en place d'un système robuste et pérenne d'observation de l'océan.

Comprendre les évolutions des écosystèmes et du cycle du carbone nécessite un effort d'observation sans précédent.

Les technologies existent déjà, mais leur déploiement à grande échelle, leur mutualisation et leur développement demeurent indispensables.

Parmi les technologies prioritaires figurent notamment :

- les capteurs de nouvelle génération (nanotechnologies, échantillonneurs génomiques in situ, séquenceurs) ;
- les plateformes autonomes (AUV, drones sous-marins, profileurs, flotteurs, planeurs) ;
- les navires d'opportunité ;
- les animaux instrumentés servant de plateformes d'observation océanographique ;
- les observatoires fixes de longue durée ;
- les satellites, y compris les nanosatellites ;
- les flottes de drones aériens ;
- les technologies issues de la biologie moléculaire environnementale et des sciences omiques.

En collaboration étroite avec le **Ocean Biomolecular Observing Network (OBON)**, la Mission développera également des approches fondées sur l'ADN environnemental (ADNe), la métagénomique, l'imagerie automatisée et l'intelligence artificielle afin d'accélérer la découverte de la biodiversité marine.

Ces connaissances viendront alimenter directement :

- la mise en œuvre du traité BBNJ ;
- la planification spatiale marine ;
- la conception des aires marines protégées ;
- les stratégies de développement durable.

Le développement technologique constituera également un puissant vecteur de mobilisation du public, en inscrivant la Mission Neptune dans la continuité des grandes missions d'exploration du XXI^e siècle.

LEVIER 4 : DÉVELOPPER LES MODÈLES DE NOUVELLE GÉNÉRATION AU SERVICE D'UNE GOUVERNANCE SCIENTIFIQUE DE L'Océan

Développer des modèles océaniques de nouvelle génération est indispensable pour explorer les futurs possibles de l'océan et améliorer les capacités de prévision.

La Mission Neptune contribuera notamment au développement de **Jumeaux Numériques de l'Océan** capables d'intégrer les dimensions physiques, chimiques, biologiques, géologiques et socio-économiques.

Ces modèles permettront notamment de :

- produire une représentation virtuelle multidimensionnelle de l'océan en temps quasi réel grâce à l'intelligence artificielle et au calcul haute performance ;
- simuler différents scénarios d'évolution (changement climatique, pollution, pêche, géo-ingénierie, efficacité des AMP, etc.) ;
- fournir aux scientifiques, aux décideurs, aux entreprises et aux citoyens des outils d'aide à la décision fondés sur la science ;
- mieux anticiper les impacts des activités humaines et du changement climatique sur les écosystèmes marins.

La Mission contribuera à enrichir ces modèles par de nouvelles données biologiques et écologiques, afin qu'ils puissent également soutenir la gestion des ressources génétiques marines, les évaluations environnementales et les outils de gestion spatiale prévus par le traité BBNJ.

LEVIER 5 : INTÉGRER LES SCIENCES NATURELLES ET LES SCIENCES SOCIALES DANS UNE APPROCHE SOCIO-ÉCOLOGIQUE

À mi-parcours de la Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques, il est déjà nécessaire de préparer son héritage.

La Mission Neptune ambitionne de produire, au cours des quinze prochaines années, des avancées majeures sur la biodiversité marine tout en renforçant les liens entre scientifiques, explorateurs et décideurs.

Comprendre les changements futurs de l'océan exige d'intégrer pleinement les sciences naturelles, les sciences sociales et les politiques publiques au sein d'une approche socio-écologique.

L'activité humaine modifie profondément les océans, directement comme indirectement.

Comprendre ces interactions est indispensable pour modéliser correctement les évolutions climatiques et leurs conséquences.

LEVIER 6: LE PROGRAMME NEPTUNE FELLOWS ET LES JEUNES PROFESSIONNELS DE L'Océan (ECOPS)

Le programme **Neptune Fellows** constitue l'un des principaux leviers de la Mission.

Il formera une communauté internationale de jeunes scientifiques et professionnels de l'océan, tout en renforçant les liens entre recherche, gouvernance et coopération internationale, avec une attention particulière portée aux pays du Sud et aux petits États insulaires en développement.

Les Fellows participeront pleinement à la production de connaissances, au développement de la science ouverte et au renforcement de l'interface science-politique.

Le programme de deux ans poursuivra quatre objectifs :

- former une nouvelle génération de leaders mondiaux de l'océan ;
- créer une communauté internationale durable de Fellows et d'anciens Fellows ;
- rapprocher durablement la science et les politiques publiques ;
- contribuer directement aux priorités scientifiques de la Mission Neptune.

Une attention particulière sera portée au développement de coopérations entre les pays disposant d'une longue tradition d'exploration océanique et les nouveaux acteurs émergents dans ce domaine.

UNE VISION COMMUNE POUR LA MISSION NEPTUNE

En relevant ses challenges scientifiques et en mobilisant la société, la Mission Neptune ambitionne de produire trois résultats majeurs :

- renforcer les fondements scientifiques de la gouvernance mondiale de l'océan ;
- fournir une base scientifique plus solide aux politiques de protection, de restauration et d'investissement liées à l'océan ;
- favoriser l'émergence d'une société plus éclairée sur les enjeux océaniques, et par conséquent plus responsable dans sa relation avec l'océan.

Les connaissances produites soutiendront directement la mise en œuvre du traité BBNJ, ainsi que l'ensemble des conventions internationales relatives à la protection du milieu marin.

Elles permettront également de développer une nouvelle génération de variables biologiques et écologiques essentielles, de renforcer les stratégies de restauration de la nature et de concevoir des Jumeaux Numériques de l'Océan intégrant pleinement la biodiversité marine.

Enfin, la Mission renforcera le **nexus Océan–Espace**, en favorisant l'intégration des données spatiales, des systèmes de modélisation tels que ceux développés par **Mercator Ocean International**, et des technologies numériques au service d'une gouvernance mondiale plus intégrée et plus résiliente.

En définitive, la Mission Neptune porte une ambition qui dépasse le seul champ scientifique. Elle invite à repenser la relation de l'humanité avec l'océan profond à un moment décisif de l'histoire de notre planète. En réunissant l'exploration, les technologies de pointe, les connaissances au service de la gouvernance, une nouvelle génération de leaders de l'océan et la mobilisation du grand public, la Mission transformera l'inconnu en connaissance partagée, puis cette connaissance en responsabilité collective.

Son ambition est que les grands fonds marins — longtemps demeurés invisibles mais essentiels à la santé de la planète — deviennent pleinement connus, reconnus, protégés et gérés de manière éclairée, au bénéfice des générations présentes et futures.