



# Assemblée générale

Distr. générale  
13 mars 2023  
Français  
Original : anglais

**Soixante-dix-huitième session**  
Point 77 a) de la liste préliminaire\*  
**Les océans et le droit de la mer**

## Les océans et le droit de la mer

### Rapport du Secrétaire général\*\*

#### *Résumé*

Au paragraphe 378 de sa résolution [77/248](#), l'Assemblée générale a décidé que le Processus consultatif informel ouvert à tous sur les océans et le droit de la mer concentrerait ses discussions à sa vingt-troisième réunion sur le thème « Nouvelles technologies maritimes : obstacles et possibilités ». Le présent rapport a été établi en application du paragraphe 389 de ladite résolution, afin de faciliter les discussions sur ce thème. Il est présenté à l'Assemblée générale pour examen à sa soixante-dix-huitième session, ainsi qu'aux États parties à la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer en application de l'article 319 de cet instrument.

\* [A/78/50](#).

\*\* En raison des limites fixées au nombre de mots des rapports demandés par l'Assemblée générale, on trouvera les références des contenus du présent rapport dans la version préliminaire non revue par les services d'édition, avec notes de bas de page détaillées, sur le site Web de la Division des affaires maritimes et du droit de la mer, à l'adresse suivante : [https://www.un.org/depts/los/consultative\\_process/icp23/ICP2023AdvanceUneditedReportingMaterial.pdf](https://www.un.org/depts/los/consultative_process/icp23/ICP2023AdvanceUneditedReportingMaterial.pdf) (en anglais).



## I. Introduction

1. La technologie, notamment dans le cadre de l'objectif de développement durable n° 17 du Programme de développement durable à l'horizon 2030, apparaît comme l'un des grands axes de mise en œuvre de ce programme et des processus de suivi de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable. Innover dans le domaine des techniques marines et en améliorer l'accessibilité et l'échange est l'une des conditions nécessaires à une meilleure gestion et, partant, à une viabilisation des utilisations humaines de l'océan. Toutes les industries maritimes sont fortement dépendantes de la technologie pour fonctionner avec efficacité, en toute sécurité et sans porter préjudice au milieu marin.

2. L'importance que revêtent les technologies maritimes dans le développement durable, celui des océans, notamment, ainsi que les défis que représente la mise au point de nouvelles techniques, sont mis en relief par la décision prise par l'Assemblée générale, au paragraphe 378 de sa résolution 77/248, d'axer les débats de la vingt-troisième réunion du Processus consultatif informel ouvert à tous sur les océans et le droit de la mer sur le thème « Nouvelles technologies maritimes : obstacles et possibilités ».

3. Dans le but de faciliter les débats de la vingt-troisième réunion du Processus consultatif, le présent rapport fait un tour d'horizon des technologies maritimes par secteur, en mettant l'accent sur les nouvelles technologies, et les obstacles et les possibilités qu'elles présentent dans chaque secteur. Le rapport aborde également les technologies intersectorielles ou les technologies qui, sans relever à proprement parler du domaine maritime, permettent ou renforcent le développement durable de l'océan. Il repose sur les communications présentées par les États et les organisations et organes compétents<sup>1</sup> à cet égard, ainsi que sur d'autres rapports et études publiés sur le sujet.

## II. Nouvelles technologies maritimes

### A. Technologies relatives aux sciences de la mer

4. L'importance des sciences de la mer, sous-tendues par l'observation océanique, est réelle quand il s'agit d'éliminer la pauvreté, d'améliorer la sécurité alimentaire, de préserver les ressources marines et le milieu marin de la planète, de mieux comprendre, prédire et gérer les phénomènes naturels et de promouvoir la mise en valeur durable des mers et des océans. Les nouvelles technologies maritimes d'observation des océans, telles que les capteurs de nouvelle génération, les outils d'analyse avancés et les systèmes non habités, améliorent considérablement notre capacité d'exploration et d'observation des océans sur une échelle temporelle et spatiale sans précédent. Elles ont le potentiel de permettre des progrès qualitatifs et temporels radicaux en ce qui concerne les produits et services maritimes, ainsi que l'acquisition de connaissances plus complètes sur l'océan et une gestion durable plus éclairée, et d'améliorer la veille environnementale pour la prise de décision et le développement de l'économie bleue. Ces technologies englobent tous les autres secteurs traités dans le présent rapport.

5. Les progrès réalisés dans le domaine des capteurs, depuis la technologie des laboratoires sur puce jusqu'à la détection acoustique, permettent de mesurer plus

---

<sup>1</sup> Le texte intégral de ces communications peut être consulté sur le site Web de la Division des affaires maritimes et du droit de la mer à l'adresse suivante : [https://www.un.org/depts/los/consultative\\_process/icp23/ICP2023AdvanceUneditedReportingMaterial.pdf](https://www.un.org/depts/los/consultative_process/icp23/ICP2023AdvanceUneditedReportingMaterial.pdf).

précisément, de façon sobre en carbone et à moindre coût, une gamme croissante de variables océaniques essentielles et d'autres paramètres d'impact physiques, chimiques, biologiques et anthropiques. Les méthodes innovantes de biotechnologie marine telles la génomique et autres méthodes connexes permettant d'analyser l'ADN et l'ARN environnementaux dans les échantillons d'eau de mer ou de sédiments, ont le potentiel de révolutionner la surveillance et la compréhension des communautés biologiques marines, y compris les stocks de poissons. Elles peuvent être plus rapides que les méthodes traditionnelles, moins coûteuses et moins invasives et livrer plus d'informations. L'équipement des plateformes habituelles, y compris les navires occasionnellement mis à contribution, en nouveaux capteurs de ce type reste insuffisant, même s'il est essentiel.

6. Les systèmes sans équipage, y compris les véhicules et plateformes aériens, terrestres et sous-marins télécommandés, autonomes ou hybrides (floteurs, planeurs sous-marins, drones, bouées « intelligentes »), ainsi que l'instrumentation d'animaux en capteurs et étiquettes-enregistreurs, ont permis d'étendre considérablement la collecte et l'utilisation, souvent en temps réel, de données critiques de haute précision dans lesquelles le facteur temps joue un rôle essentiel. Ils se sont révélés particulièrement efficaces pour faciliter les missions dans des zones éloignées, où les données sont rares, dans des milieux difficiles ou inaccessibles et pour les activités d'échantillonnage de longue durée. Ces systèmes prennent de plus en plus d'importance dans la cartographie bathymétrique, la caractérisation des habitats, la localisation des épaves, la surveillance en temps réel des proliférations d'algues à toxines, la détection et le suivi des suintements et des déversements d'hydrocarbures, la surveillance des plastiques marins, les prévisions météorologiques et la surveillance du trafic, ainsi que pour les relevés hydrographiques, océanographiques, météorologiques, géographiques, les relevés de données atmosphériques ou d'observation de la biodiversité, des ressources halieutiques et des écosystèmes, en complément de méthodes conventionnelles plus coûteuses et plus lourdes pour l'environnement utilisant des systèmes habités. Parmi les technologies les plus récentes, on trouve des suites modulaires et personnalisables de systèmes automatisés « de bout en bout », couvrant toutes les opérations depuis la conception de la surveillance jusqu'à la collecte, à l'analyse et à la communication des données, et qui traduisent les données de terrain en ensembles complets d'informations.

7. Les nouveaux véhicules sous-marins autonomes sont dotés de capteurs avancés de navigation leur permettant notamment d'éviter les obstacles et de fonctions d'intelligence artificielle grâce auxquelles ils peuvent effectuer des relevés géoréférencés et reproductibles et détecter et suivre automatiquement les contours et les pentes. Les drones à voile fonctionnant à l'énergie éolienne et solaire peuvent transmettre des données océaniques et atmosphériques en temps réel, tandis que leur version hybride peut également fonctionner sous l'eau. Les bouées « intelligentes » fonctionnant à l'énergie solaire permettent une surveillance sur mesure de plusieurs paramètres à partir d'emplacements permanents, à des fins de collecte de séries chronologiques de données haute définition. Les systèmes autonomes équipés d'hydrophones offrent désormais de nouvelles possibilités de surveillance acoustique passive des mammifères marins produisant un chant, ce qui permet d'éviter les collisions avec les navires. À cet égard, l'équipement des floteurs Argo en détecteurs acoustiques pourrait être une occasion majeure d'améliorer l'observation passive globale des océans et les modèles acoustiques correspondants.

8. L'équipement des câbles de télécommunications sous-marins dits « SMART » (pour « Science Monitoring and Reliable Telecommunications ») en capteurs de variables d'environnement permettant d'allier surveillance scientifique et fiabilité des télécommunications, devrait permettre de renforcer la surveillance des océans et l'alerte précoce en cas de tsunamis et de tremblements de terre pour la réduction des

risques de catastrophe. Un système pilote de câble SMART devrait être opérationnel au large des côtes portugaises en 2025.

9. Les instruments avancés de cartographie des fonds marins permettent la collecte plus rapide de grandes quantités de données de haute qualité en 3D à n'importe quelle profondeur. Les véhicules non habités peuvent compléter le travail des navires de recherche équipés d'échosondeurs, de sonars à balayage latéral et d'autres technologies de cartographie, et contribuer ainsi à l'établissement d'une carte complète des fonds marins de la planète d'ici à 2030.

10. Pour mieux observer les océans et les côtes, il faut être présent sur place en permanence, dans la durée, et pour un coût abordable, avec un réseau mondial d'observation plus dense, à la fois en mer et depuis l'espace. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, il sera nécessaire d'améliorer les infrastructures existantes afin de répondre aux exigences analytiques des technologies naissantes et de relever les défis associés en matière d'ingénierie, notamment en réduisant le poids et la taille des instruments de mesure, en diminuant les coûts de déploiement, d'acquisition et de maintenance, en augmentant la résistance à la corrosion et à l'encrassement biologique et en trouvant des solutions innovantes en matière d'approvisionnement en énergie et de transfert de données, par exemple par voie de réseaux acoustiques, optiques et électromagnétiques sous-marins (voir par. 63). À cet égard, les installations spécialisées permettant de tester et d'évaluer en toute sécurité les nouvelles technologies maritimes sont un moyen de vérifier que celles-ci sont adaptées à leur objectif, qu'elles sont d'un fonctionnement sûr et respectueuses de l'environnement. Il importe également de favoriser la mise en service des technologies naissantes testées avec succès, de renforcer la recherche, d'élargir les partenariats, de mettre à contribution l'intelligence artificielle et d'autres outils informatiques (voir par. 64) et de permettre au personnel de mieux maîtriser le fonctionnement et l'utilisation des nouvelles technologies. Intégrer les nouvelles technologies dans les jeux de données à long terme qui éclairent les décisions politiques, c'est maintenant reconnu, est un défi à relever.

11. Le programme « océan des objets » a été conçu pour permettre d'apprécier en permanence la situation maritime sur de vastes zones océaniques grâce au déploiement de milliers de petits flotteurs peu coûteux en réseau de capteurs sans fil distribué. Les technologies de pointe actuellement développées prévoient notamment la collaboration adaptative d'une multiplicité de systèmes non habités en réseau, laquelle ne se fera pas sans une meilleure interopérabilité et une coopération à l'échelon international, et sans que soient réglés les problèmes juridiques liés à la navigation autonome et mises en œuvre des architectures de commandement et de contrôle en bonne et due forme, avec des outils perfectionnés de planification décentralisée des missions et des mouvements, de navigation et de prise de décision en temps réel, dont l'ensemble n'en est encore qu'à ses balbutiements.

12. Les ressources génétiques marines, à la pointe des sciences de la mer, sont l'objet d'une gamme croissante d'applications, notamment dans les secteurs pharmaceutique, nutraceutique et cosmétique, ainsi que pour les traitements antisalissures, assorties d'importantes innovations méthodologiques, notamment dans le domaine des techniques d'échantillonnage, de criblage et d'analyse. Du fait de la baisse des coûts de séquençage et des progrès réalisés dans le secteur des biotechnologies, les bases de données publiques de séquences génétiques, plutôt que les échantillons physiques, sont toujours plus mises à contribution. Les progrès des technologies moléculaires, comme le séquençage de l'ADN, permettent de nouvelles découvertes scientifiques, tandis que ceux de la génomique et autres techniques connexes, comme le séquençage à haut débit et l'analyse bioinformatique, pourraient

être mis à contribution dans diverses applications, y compris pour découvrir des produits naturels susceptibles d'avoir une valeur médicale ou commerciale.

13. Au nombre des problèmes méthodologiques à surmonter, citons les difficultés rencontrées pour obtenir des génomes quasi complets de haute qualité à partir de micro-organismes non cultivés. Des progrès supplémentaires sont à faire dans ce sens. Les connaissances restent très lacunaires en ce qui concerne l'étendue de la diversité génétique de la vie océanique. La plupart des études dans ce domaine étant menées par un petit nombre de pays, de nombreux États, en particulier les pays en développement, sont limités dans leurs recherches par des problèmes de capacités et de ressources financières. Outre les problèmes inhérents à la collecte d'échantillons en eaux profondes, le traitement et l'analyse en aval nécessitent une expertise et des outils spécialisés qui sont souvent limités dans les pays en développement. Il est essentiel de renforcer ces capacités, notamment grâce aux transferts de techniques marines, si l'on veut pouvoir relever ces défis.

14. Les obstacles systémiques et une présence insuffisante aux échelons les plus élevés font que les femmes ne sont pas assez représentées dans le domaine des sciences océaniques. Pour tirer pleinement parti de l'importante contribution et de tout le potentiel qu'elles représentent dans le développement des nouvelles technologies, ainsi que dans la protection et la préservation du milieu marin, il convient de remédier à cette sous-représentation et de parvenir à une représentation équilibrée des femmes et des hommes.

## **B. Technologies d'atténuation des effets des changements climatiques**

15. L'océan continue d'absorber la plus grande partie de la chaleur excédentaire due à l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre, ainsi qu'une part importante des émissions anthropiques de dioxyde de carbone, qui en entraîne le réchauffement, l'élévation du niveau, la désoxygénation et l'acidification. Les nouvelles technologies maritimes peuvent jouer un rôle capital à cet égard en permettant de surveiller, de mieux comprendre, de prévenir et éventuellement d'annuler ces effets préjudiciables, et les initiatives prises à l'échelon mondial et régional mettent à profit les innovations correspondantes (voir par. 70).

16. La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) a mis en évidence la nécessité de renforcer encore l'observation systématique et prolongée de l'océan et de combler les lacunes actuelles en mettant au point ou en employant de nouvelles techniques d'observation de l'océan afin d'assurer le suivi nécessaire et de mieux comprendre les effets des changements climatiques. À cette fin, une des technologies utilisées, à titre d'exemple, est l'outil ReefCloud, logiciel libre en nuage utilisant l'intelligence artificielle pour faciliter la gestion, l'analyse et la communication des données de surveillance des récifs de corail. L'imagerie satellitaire et les planeurs sous-marins autonomes et indépendants peuvent aider à prévoir et à comprendre l'acidification des océans en surveillant le comportement du phytoplancton.

17. Les solutions consistant à mettre à profit l'océan pour atténuer les effets des changements climatiques – sources d'énergies marines renouvelables (voir par. 32 à 39), décarbonation des industries de la mer ou encore utilisation de l'océan pour le captage et le stockage du dioxyde de carbone, notamment – aideraient les États à atteindre les objectifs de l'Accord de Paris. Les progrès de la modélisation sont également utiles à cet égard (voir par. 65). Il faut continuer d'investir dans la mise au point de nouvelles technologies visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre dues au transport maritime et aux navires de pêche. Les organismes ou arrangements régionaux de gestion des pêches pourraient aider à répertorier et mettre à l'essai les

technologies permettant de décarboner le secteur de la pêche. Le Centre mondial pour la décarbonation du secteur maritime a mené des recherches sur les technologies permettant de décarboner plus généralement le secteur maritime. La recherche se poursuit sur la mise au point de nouvelles technologies de séquestration des émissions maritimes qui ne peuvent être évitées et sur l'élimination éventuelle du dioxyde de carbone dans les milieux côtiers et marins.

18. L'Organisation maritime internationale (OMI) se penche sur de nouvelles technologies utilisant les formations géologiques du sous-sol marin pour le captage et la séquestration du dioxyde de carbone, ainsi que sur la géo-ingénierie. Quatre techniques de géo-ingénierie ont été recensées en vue d'une évaluation prioritaire. Les parties à la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et à son protocole de 1996 ont bien insisté sur la nécessité d'appliquer le principe de précaution et de faire preuve de la plus grande prudence dans l'examen de ces techniques.

19. En ce qui concerne l'adaptation aux changements climatiques, l'un des 10 messages clefs issus du dialogue sur les océans et les changements climatiques tenu en 2022, selon la Convention-cadre sur les changements climatiques, était qu'il fallait prendre en compte les techniques marines et les solutions naturelles fondées sur les milieux marin et côtier pour agir de façon plus robuste, plus exhaustive et plus économique. Le document final du dialogue préconisait des approches hybrides alliant restauration de la végétation côtière et construction d'ouvrages longitudinaux pour réduire les effets des ondes de tempête et de l'élévation du niveau de la mer, ainsi que des investissements dans l'infrastructure naturelle et l'utilisation des nouvelles technologies pour limiter les pratiques de pêche préjudiciables. Il a également été noté que les technologies liées aux sources d'énergie marine renouvelable pouvaient être associées à des stratégies d'adaptation comme, par exemple, le recours à l'énergie de la houle pour la protection des mangroves, afin de créer des synergies aux effets protecteurs pour les populations côtières et marines menacées. Enfin, le document final a souligné la nécessité d'établir des partenariats intersectoriels, notamment avec le secteur privé, afin, entre autres, de développer des technologies innovantes et d'étayer les arguments commerciaux en faveur de solutions d'adaptation intégrées.

20. Le manque de financements et de renforcement des capacités continue de compromettre la mise au point et l'application de nouvelles technologies maritimes aux fins de la lutte contre les changements climatiques. Malgré les besoins pressants qui existent en matière d'adaptation des populations côtières et insulaires, le déficit de connaissances, de capacités et de financements empêche l'utilisation généralisée de solutions intégrées, fondées notamment sur les nouvelles technologies. Au nombre des grands messages ressortis du dialogue de 2022, le document final a appelé à un financement accru de l'action en faveur du climat et des océans et à un meilleur accès à ces financements. Le risque attaché aux investissements dans les techniques marines reste un problème. Toutefois, les progrès de l'observation et de la connaissance des océans pourraient contribuer à l'atténuer. Les États pourraient trouver et promouvoir des modes novateurs de financement et de réduction des risques, en soutenant par les mécanismes voulus les activités génératrices de revenus et les dépenses d'investissement. Le plan de travail à horizon mobile du Comité exécutif de la technologie de la Convention-cadre pour 2023-2027 prévoit une activité sur le thème des solutions climatiques innovantes fondées sur les océans, visant à continuer de renforcer l'action en matière de mise au point et de transfert de technologies au service de l'atténuation des effets des changements climatiques et de l'adaptation à ce dernier.

### **C. Technologies d'atténuation des effets des activités anthropiques**

21. Les sources de pollution terrestres sont celles qui contribuent le plus à la pollution marine. Une grande variété de polluants pénètrent dans le milieu marin à partir de sources terrestres, sous la forme, notamment, de ruissellement de nutriments, de substances dangereuses telles que les métaux lourds, de déchets solides tels que les plastiques, de boues d'épuration et de déchets organiques et inorganiques.

22. La technologie innovante des capteurs permet de mieux surveiller les variables d'origine anthropique telles que les plastiques marins. Les satellites jouent également un rôle de plus en plus important dans la surveillance, et la modélisation peut servir à déterminer et prévoir les effets de la pollution anthropique. Les nouvelles technologies peuvent également jouer un rôle dans la gestion de l'intégralité du cycle de vie des plastiques, notamment en éliminant la pollution plastique des océans.

23. Le bruit anthropique introduit en milieu marin peut interférer avec de nombreuses fonctions des espèces marines et peut également porter atteinte physiquement aux mammifères marins, aux poissons et aux invertébrés. Pour lutter contre le bruit produit par les navires, les solutions consistent notamment en hélices et coques de conception nouvelle, en une amélioration de l'isolation acoustique et de l'amortissement des coques, ainsi qu'en un meilleur entretien de ces différentes pièces. De nouvelles techniques d'insonorisation et de nouveaux concepts de réduction du bruit ont été mis au point pour le battage de pieux ; ils consistent notamment à entourer le processus d'un rideau de bulles et à utiliser des marteaux vibrants et des systèmes d'amortissement du bruit. Les nouvelles technologies contribuent également à la recherche, afin de compléter les connaissances et données lacunaires sur le bruit océanique et ses incidences.

24. Au-delà de la décarbonation du secteur du transport maritime (voir par. 40 à 42), de nouvelles technologies sont mises au point pour remédier à d'autres impacts du secteur causés par le rejet des eaux de ballast, l'encrassement biologique et les déchets plastiques marins. Le projet de partenariats GloFouling œuvre en faveur de la prévention et de la gestion des salissures biologiques marines par les nouvelles technologies, notamment des systèmes de nettoyage dans l'eau, de nouveaux composants antisalissures et l'utilisation de la robotique pour la surveillance et l'inspection des surfaces. Le projet de partenariats GloLitter s'attaque aux déchets plastiques marins provenant des navires, notamment en ciblant la gestion des déchets dans les ports. Des activités de suivi, telles que la démonstration de technologies et le renforcement des capacités, sont également prévues afin de réduire au minimum le transfert d'espèces aquatiques envahissantes.

25. C'est par le renforcement des capacités que l'on parviendra à réduire les quantités de polluants dans l'océan, notamment grâce à des modes de production plus propres, à des technologies moins bruyantes et à des outils de traitement des eaux usées moins coûteux et pouvant être facilement déployés. Les projets pilotes de démonstration visant à réduire l'encrassement biologique et les émissions connexes dues au transport maritime permettront aux pays en développement de renforcer leurs connaissances en matière de contrôle et de gestion des salissures biologiques, notamment pour prévenir le transfert d'espèces aquatiques envahissantes.

### **D. Technologies d'exploration et d'exploitation durables des ressources non biologiques**

26. De nouvelles technologies propres à permettre l'exploration et l'exploitation durables des ressources non biologiques (notamment pour ce qui est de l'identification à l'échelon régional, de la confirmation et de la caractérisation à

l'échelon local et de l'évaluation des secteurs prometteurs, ainsi que de l'exploitation minière en eaux profondes), apparaissent constamment ou sont en gestation.

27. En ce qui concerne les technologies d'exploration, les innovations récentes comprennent des techniques de télédétection à haute résolution, allant des levés photographiques aux mesures géophysiques, ainsi que la combinaison de levés photographiques effectués par des véhicules sous-marins autonomes, l'analyse automatisée d'images basées sur des objets et l'enregistrement de la rétrodiffusion multifaisceaux, ce qui pourrait accroître la densité des données d'observation dans l'exploration des nodules polymétalliques marins.

28. En ce qui concerne l'exploitation, de nouvelles machines ont été mises au point pour l'extraction des sulfures polymétalliques sur les fonds marins, notamment des machines de coupe et de collecte et des pompes sous-marines pour le transport des boues jusqu'à la surface. Des technologies d'exploitation ont également été testées avec succès pour extraire des nodules polymétalliques à des profondeurs importantes ; toutefois, des essais supplémentaires sur le terrain sont nécessaires, ainsi que des améliorations en termes d'évolutivité. De nouvelles technologies de récolte sélective sont actuellement mises au point pour permettre la récolte individuelle des nodules polymétalliques. Reposant sur la prise d'image et la robotique, elles permettent de réduire au minimum les panaches, de préserver la faune des nodules et d'éviter toute incidence sur la structure des sédiments ou la faune. Les techniques sélectives et à faible consommation d'énergie actuellement mises au point comprennent également le biotraitement à l'aide de microbes et de solvants liquides eutectiques réutilisables. Les technologies d'extraction correspondantes pour les encroûtements cobaltifères de ferromanganèse n'en sont encore qu'à un stade précoce de développement. Des recherches sont menées pour étudier l'extraction de l'uranium de l'eau de mer, mais elles ne sont pas encore près d'aboutir à une application pratique.

29. Le développement technologique et l'innovation ont sous-tendu une série d'activités de l'Autorité internationale des fonds marins, notamment des activités de formation uniques en leur genre dispensées par des contractants titulaires de contrats d'exploration, le développement de la recherche et des publications et l'engagement de groupes d'experts pour éclairer le dialogue politique à venir.

30. Malgré ces progrès technologiques, de nombreux défis restent à relever dans le domaine de l'exploitation minière des grands fonds marins ou sont apparus récemment, notamment la connaissance limitée des incidences de l'exploitation minière des fonds marins sur le milieu marin et les connaissances lacunaires du milieu marin, notamment des écosystèmes de haute mer. Les effets connus de l'exploitation minière des grands fonds marins ont suscité des inquiétudes spécifiques, notamment la perturbation des sédiments et des écosystèmes des fonds marins pendant l'extraction et le traitement, l'intensité énergétique de certaines méthodes d'extraction et les incidences environnementales potentielles des agents chimiques de lixiviation pendant le traitement. Si la nécessité d'équilibrer protection de l'environnement et progrès économique a été soulignée, un moratoire, ou une pause de précaution, avant que l'exploitation minière des grands fonds marins ne progresse, ont été proposés ou bien un report ou une prorogation de la date limite fixée pour l'adoption par l'Autorité internationale des fonds marins de règlements relatifs à l'exploitation.

31. L'extraction de nombreuses ressources minérales, qui nécessite une technologie avancée, est donc principalement réservée à ceux qui peuvent y avoir accès. D'autres difficultés tiennent aux capacités limitées des pays en développement et à leur accès aux outils permettant de réaliser les étapes en aval de traitement des échantillons, de description taxinomique ou fonctionnelle, d'analyse des données et de caractérisation

des écosystèmes, ce qui en entrave la contribution à l'évaluation des fonds marins. Se doter des infrastructures et des connaissances nécessaires pour pouvoir évaluer le potentiel d'exploration et d'exploitation durable des ressources minérales des grands fonds marins, tout en assurant la protection de l'environnement marin, reste une gageure, en particulier pour les petits États insulaires en développement. Définir les grands axes prioritaires de la recherche scientifique et du développement technologique, et mobiliser les ressources en faveur des sciences internationalisées, constitue également un défi majeur pour les États en développement.

## **E. Technologies relatives à la production d'énergie**

32. D'ici 2050, le secteur de l'électricité représentera deux tiers de la consommation d'énergie. Il est nécessaire de réaliser le potentiel des sources d'énergies marines renouvelables pour répondre à cette demande, ces énergies devant permettre de contribuer également à la décarbonation du secteur de l'électricité. Une énergie propre et renouvelable peut être produite à partir de l'océan pour fournir de l'électricité et contribuer à la réduction des émissions du secteur de l'énergie. Développer les sources d'énergies marines renouvelables pourrait permettre de libérer le potentiel d'autres secteurs de l'économie bleue.

33. Les éoliennes installées en mer sont mises en place et fonctionnent plus loin des côtes, en eaux plus profondes, ce qui permet d'optimiser la ressource éolienne. La technologie la plus aboutie en matière de parcs éoliens utilise des fondations fixes comme structure de base, les parcs éoliens flottants étant installés dans des eaux d'une profondeur supérieure à 60 mètres. Un certain nombre d'États membres de l'Union européenne ont annoncé de grands projets commerciaux de parcs éoliens flottants. Certains ont mis en place un cadre juridique fondé sur l'approche écosystémique pour traiter les incidences négatives potentielles des énergies marines renouvelables sur la vie marine et les oiseaux de mer. La modélisation spatiale a également été mise à profit aux États-Unis pour déterminer sur quels sites installer les éoliennes en mer afin d'en limiter l'incidence sur les pêcheries et les espèces menacées tout en engageant le maximum de soutien de la part des parties prenantes. Une autre forme d'énergie éolienne en mer, actuellement dans les premiers stades de la mise au point, est celle des systèmes éoliens aéroportés, qui produisent de l'électricité grâce à des turbines à hélice et à des générateurs montés sur une aile volante opérant à une altitude de 200 à 450 mètres. L'essor de l'éolien en mer favorise également le développement de l'hydrogène vert, de l'exploitation à l'échelle commerciale, envisagée dans un avenir proche, de parcs éoliens en mer couplés à des batteries de stockage ou à la production d'hydrogène.

34. L'énergie des océans est actuellement largement inexploitée, malgré son potentiel considérable. Selon les projections, l'énergie marine mondiale recèlerait un potentiel énergétique annuel plus que suffisant pour répondre à la demande mondiale actuelle d'électricité. Les technologies de l'énergie marine, telles l'énergie marémotrice et l'énergie de la houle, sont les plus avancées, environ 75 % de la capacité mondiale se trouvant dans les eaux européennes. Singapour s'est attelé au travail sur le site d'énergie marémotrice de MAKO dans le cadre d'un projet de deux ans associant établissements d'enseignement supérieur, entreprises et organismes publics autour de l'exploitation de l'énergie marémotrice. La technique de la conversion de l'énergie thermique des mers ne peut compter que sur quelques centrales de démonstration en activité, et la technologie des gradients de salinité ne comptait qu'un seul projet opérationnel en 2020. Les projets sont souvent retirés après avoir terminé avec succès la phase de test.

35. L'installation de panneaux photovoltaïques sur une plateforme flottante est devenue une solution viable, en particulier pour les îles ou les pays à forte densité de population dont la superficie est limitée. Des centrales nucléaires flottantes sont à l'étude dans plusieurs pays, et des recherches sont menées pour concevoir des réacteurs capables de s'adapter aux mouvements très variables du navire sur lequel le réacteur serait embarqué.

36. Le développement des énergies marines renouvelables devrait améliorer les moyens de subsistance des États en développement et leur bénéficié socioéconomiquement, en particulier pour ce qui est des petits États insulaires et des pays les moins avancés, en créant des emplois, des chaînes de valeur locales et des synergies entre les différents acteurs de l'économie bleue.

37. Des cadres d'action clairs, à long terme, sont nécessaires pour permettre aux pays d'opter pour la plupart des technologies marines renouvelables dans leur bouquet énergétique, y compris dans leurs plans d'orientation énergétiques ou dans les contributions déterminées au niveau national. Les initiatives mondiales et régionales sont également utiles à cet égard (voir par. 70).

38. Les énergies marines renouvelables se trouvent souvent loin des pôles de demande, ce qui nécessite une infrastructure de réseau à longue distance. Un autre obstacle à l'adoption des technologies énergétiques propres telles que les énergies marines renouvelables, en particulier dans les pays en développement, tient au lourd investissement nécessaire au départ. À cet égard, les participants au dialogue tenu en 2022 sur les océans et les changements climatiques ont appelé les parties à promouvoir des mécanismes innovants de financement et de réduction du risque. Réduire le coût de départ, en particulier dans les économies en développement, pourrait être le moyen d'obtenir le soutien du public aux projets d'énergies marines renouvelables en permettant la fourniture d'une énergie propre à un prix abordable.

39. Des investissements supplémentaires sont nécessaires pour atteindre le stade auquel les technologies énergétiques propres pourront remplacer les combustibles fossiles. L'Union européenne s'est dotée d'un certain nombre de cadres destinés à permettre la mobilisation des fonds nécessaires, tels que le programme InvestEU, le mécanisme pour l'interconnexion en Europe ou le Fonds pour l'innovation. Cependant, là aussi, il y a des défis à relever car, à l'exception de l'éolien en mer, la plupart des sources d'énergies marines renouvelables n'ont pas atteint le stade de la commercialisation et il faut davantage de recherche-développement et de démonstration pour amener ces technologies à maturité.

## **F. Technologies relatives au transport maritime**

40. Le transport maritime international fait partie intégrante de l'économie mondiale, dont il assure plus de 80 % des échanges commerciaux, et constitue le moyen de transport de marchandises le plus économique et le plus écologique. Il n'en est pas moins fortement tributaire des combustibles fossiles. Décarboner le secteur maritime, conformément à l'objectif de température fixé dans l'Accord de Paris, reste donc un défi important. Dans le souci de favoriser une transition plus écologique, l'OMI avait choisi pour thème de la Journée mondiale de la mer et de l'année 2022 « Des technologies nouvelles au service de transports maritimes plus écologiques ». La révision de la Stratégie initiale de l'OMI concernant la réduction des émissions de gaz à effet de serre provenant des navires, prévue en juillet 2023, est une occasion importante de se montrer plus ambitieux dans ce secteur et d'aligner le parcours de décarbonation de l'industrie sur une trajectoire de 1,5 degré Celsius. Il importe que les objectifs de décarbonation soient sous-tendus par un accord sur un ensemble de mesures à moyen terme propres à encourager une transition équitable, notamment des

normes techniques et des incitations économiques et commerciales qui soutiennent la main-d'œuvre maritime. S'il est vrai que l'innovation dans l'économie bleue mondiale permettra de réduire les émissions globales de gaz à effet de serre dues au transport maritime, il est également essentiel d'innover dans le secteur sur le plan technologique. Des investissements importants des gouvernements et de l'industrie, y compris sous forme de subventions et de prêts, permettront de promouvoir l'innovation technologique nécessaire à la décarbonation rapide du secteur.

41. L'Union européenne a prévu des investissements dans la recherche et l'innovation afin que le transport par voie d'eau ne produise plus d'émissions d'ici à 2050. À cet égard, les technologies du secteur du transport maritime ont fait des progrès en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre grâce à l'utilisation d'énergies renouvelables ou d'énergies de substitution pour la propulsion des navires, et des essais d'utilisation de biocarburants sont en cours ; la mise en exploitation de porte-conteneurs fonctionnant au méthanol « vert », neutre en carbone, et de bateaux transbordeurs fonctionnant à l'hydrogène est par ailleurs en préparation. Des moteurs fonctionnant avec de nouveaux carburants sont également mis au point. L'effort de recherche-développement se poursuit également en ce qui concerne la conception des coques, l'alimentation, la propulsion et le rendement énergétique des navires, et des mesures opérationnelles, de soutien et de coordination sont prises pour réduire les effets des émissions de gaz à effet de serre du transport par voie d'eau.

42. L'accent a été mis par la Convention-cadre sur les couloirs de navigation verte afin d'encourager l'adoption rapide de carburants et de technologies à émission faible ou nulle dans le secteur maritime et de mettre ce dernier sur la voie de la décarbonation complète. Les signataires de la Déclaration de Clydebank pour des couloirs de navigation verte ont déclaré que les carburants ou les technologies de propulsion entièrement décarbonés ne devraient ajouter aucun gaz à effet de serre au système mondial tout au long de leur cycle de vie, y compris lors de leur production, de leur transport et de leur consommation. Dans l'année qui a suivi la Déclaration, le nombre d'initiatives mondiales de couloirs de navigation écologique a dépassé 20.

43. Outre la réduction des sources d'autres pollutions liées aux navires comme les espèces envahissantes et l'encrassement biologique (voir par. 24 et 25), les nouvelles technologies maritimes peuvent aider à relever d'autres défis auxquels doit faire face le secteur maritime, tels que les risques pour la navigation et la sécurité de la vie en mer.

44. L'intelligence artificielle a été mise à profit dans les navires intelligents dans le but de limiter l'erreur humaine et d'éviter les collisions, d'économiser du carburant en optimisant les itinéraires et en limitant les temps d'attente, de distribuer efficacement les marchandises dans les ports et d'optimiser la distribution des cargaisons en évitant les espaces inutilisés. Des tendances se dessinent en faveur de l'utilisation de systèmes plus efficaces et autonomes dans le transport maritime, notamment des technologies avancées de collecte d'énergie et de batteries de stockage.

45. De manière plus générale, l'informatique en nuage a permis d'accroître l'échange de données en temps réel avec les services opérationnels et les services de prévision, et l'analyse des mégadonnées a permis d'améliorer l'efficacité de la navigation en tenant compte des tendances météorologiques dans la prise de décision en matière de navigation. La technologie de la chaîne de blocs peut permettre de limiter les formalités administratives et les délais de traitement, et les contrats intelligents, d'assurer le suivi des expéditions tout au long de la chaîne de valeur. Les progrès de la technologie des capteurs ont réduit la nécessité d'examiner l'équipement à bord des navires et permis une plus grande automatisation des alertes liées à la

nécessaire maintenance. La technologie d'impression 3D peut permettre d'améliorer la disponibilité des pièces de rechange sur un navire et les drones aériens peuvent aider à l'approvisionnement du navire ou à l'inspection des itinéraires, ainsi qu'à d'autres aspects de la sécurité et de la surveillance. En plus de contribuer aux opérations de sécurité, de maintenance et d'inspection, les robots industriels peuvent également assister les activités de livraison et de lutte contre les incendies.

46. Des efforts sont actuellement déployés pour améliorer la collecte et la disponibilité des données afin de renforcer la sécurité de la navigation. À cet égard, l'Australie propose des données bathymétriques en libre accès et l'Union européenne a mis les données des systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) à la disposition de la navigation commerciale, notamment aux fins d'une utilisation dans les balises de détresse et les systèmes de navigation de haute précision. Un État a également plaidé en faveur des données en temps réel dans l'optique du désengorgement des ports, et notamment, de la réduction des temps d'attente des navires, de la meilleure surveillance de l'environnement et de l'identification des sources de pollution.

47. Singapour collabore avec des pays partageant les mêmes objectifs ainsi qu'avec des acteurs de la recherche et de l'industrie pour mettre en place des couloirs de navigation écologique (navigation verte) et numérique, autant de précieux bancs d'essai de technologies et de carburants nouveaux en conditions de microsimulation, et pour acquérir l'expérience voulue en matière d'exploitation et de sécurité et optimiser la planification des itinéraires. Des outils et des procédures ont également été mis au point pour continuer de sécuriser la navigation, notamment une technologie recourant aux drones aériens pour compléter les données lacunaires de cartographie des fonds marins infralittoraux et une technologie permettant de traiter les données volumineuses produites par les systèmes sonars modernes.

48. En ce qui concerne les défis futurs, la disponibilité et l'accessibilité financière des technologies innovantes représentent un enjeu transversal qui nécessite de mettre en balance les avantages potentiels des gains d'efficacité qu'elles représentent avec les préoccupations suscitées en matière de sûreté et de sécurité, ainsi que leurs incidences sur l'environnement et le commerce, leur coût pour l'industrie maritime et leurs incidences pour les travailleurs, tant à bord qu'à terre. Il a également été proposé de mettre au point de nouvelles technologies propres à aider les gens de mer dans leur travail au lieu de les remplacer.

49. De nouvelles innovations seront nécessaires dans le secteur maritime pour faciliter l'extensibilité, l'accessibilité financière et la disponibilité des technologies de propulsion et des carburants à faibles émissions, accroître l'intégration et l'interconnexion des nouvelles technologies, y compris pour la collecte et l'évaluation des données, et améliorer les capacités d'observation afin de surveiller les conséquences des changements climatiques et d'y remédier. Une coordination et une coopération accrues seront également nécessaires, ainsi que des activités de renforcement des capacités, si l'on veut exploiter pleinement les progrès technologiques aux niveaux régional et mondial. À cet égard, l'OMI a souligné qu'il était nécessaire de promouvoir l'innovation inclusive, notamment dans le contexte des pays en développement, et en particulier des petits États insulaires en développement et des pays les moins avancés.

## **G. Technologies relatives à la viabilité des pêches et de l'aquaculture**

50. L'absence de connaissances scientifiques suffisantes sur les stocks de poissons et les écosystèmes dont ils font partie, ainsi que les données lacunaires qui en découlent, entravent la gestion de la pêche fondée sur les meilleures informations

scientifiques disponibles. De nouvelles technologies marines sont mises au point pour relever certains de ces défis : techniques de surveillance à distance ou automatisée des conditions environnementales, collecte automatisée des données sur les poissons et modélisation avancée, notamment.

51. Les données d'observation de la Terre aident à la fois l'industrie de la pêche, à laquelle elles fournissent, par l'imagerie satellitaire couplée à des techniques de modélisation des océans, des services d'information telles les prévisions océaniques ou l'observation du zooplancton aux fins de la détection des stocks de poissons, et les entreprises d'aquaculture, dans le cadre de l'implantation et de la production des fermes aquacoles. Les satellites, les relevés aériens et sous-marins à partir de navires et de plateformes autonomes comme les bouées intelligentes, ainsi que le marquage des sujets, servent à évaluer l'abondance des populations de mammifères marins et de poissons. Les nouvelles technologies génétiques promettent d'éclairer la gestion des pêches grâce à une série de progrès tels que les puces « Fit-Chips » qui, grâce à la collecte d'échantillons non invasifs, fournissent des informations sur l'état physiologique du poisson, la présence d'agents pathogènes et les conditions environnementales qui l'affectent.

52. Les nouvelles technologies peuvent également contribuer à augmenter la viabilité des activités de pêche. Le marquage électronique des engins de pêche peut, par exemple, aider à réduire la pêche illicite, non déclarée et non réglementée et à retrouver les engins perdus, ce qui permet de réduire la pollution et d'enrayer la pêche fantôme. L'intégration d'informations sur les aires marines protégées aux systèmes de surveillance des navires pourrait les rendre mieux à même d'assister la réglementation de la pêche dans ces zones. Le programme de recherche-développement Singapore Food Story a été mis sur pied en 2019 pour contribuer à la mise au point et à l'utilisation de techniques innovantes d'aquaculture productives, résilientes face aux changements climatiques et durables.

53. Les activités de suivi, de contrôle et de surveillance, indispensables à la lutte contre la pêche illicite, non déclarée et non réglementée, ont toujours exigé, toutefois, beaucoup de main-d'œuvre et de ressources. Les nouvelles techniques marines (drones, bâtiments de surface sans équipage, atténuateurs acoustiques ou pièges à sons, notamment) et le perfectionnement des outils de surveillance ont rendu ces activités plus faciles et moins coûteuses et permis d'en étendre le champ d'application à la pêche commerciale artisanale. L'évolution des transpondeurs embarqués sur les navires de pêche, en réduisant les coûts initiaux, la taille du matériel et les prescriptions techniques, et en permettant des gains d'efficacité, de fiabilité et de fonctionnalité, a permis aux États côtiers et aux États du pavillon d'améliorer le suivi et le contrôle d'un plus grand nombre de navires, y compris les navires de pêche artisanale. La technologie, notamment grâce au progrès de l'informatique en nuage, a également permis d'améliorer l'efficacité et l'interopérabilité des systèmes et plateformes de surveillance des navires utilisés par les États et les organisations ou arrangements régionaux de gestion des pêches pour suivre et analyser les activités des navires de pêche en temps réel, afin d'identifier d'éventuelles activités de pêche illicite, non déclarée et non réglementée.

54. Les systèmes de surveillance des navires et systèmes de surveillance électronique peuvent permettre de suivre les mouvements et l'activité des navires, ainsi que les activités à bord. Au nombre des nouveaux outils de contrôle de la pêche figurent : la télévision en circuit fermé, la télédétection en temps réel, les logiciels de reconnaissance automatique des espèces, l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique, la robotique, les plateformes de surveillance pilotées à distance, l'imagerie satellitaire à haute résolution, les systèmes connectés à Internet et la transmission en temps réel des enregistrements de capture et de traçabilité, les

systèmes améliorés d'analyse, de recoupement et de partage des données, l'identification par radiofréquence, le recours à la technologie de la chaîne de blocs pour la traçabilité des dispositifs de marquage, les analyses rapides à base d'ADN et le libre accès aux données du registre des armateurs et du pavillon, la numérisation des systèmes de documentation des captures, les chaînes d'approvisionnement intelligentes permettant des systèmes de traçabilité, du navire au marché, et les systèmes portatifs de positionnement des navires et de tenue de journaux de bord adaptés aux petits navires et aux navires de plaisance.

55. Pour lutter contre l'utilisation de signaux de systèmes d'identification automatique trafiqués ou usurpés, certains fournisseurs de données de suivi, de contrôle et de surveillance sont déjà en mesure de recouper les données obtenues avec l'imagerie satellite pour repérer les navires pouvant avoir volontairement désactivé ou trafiqué le système de surveillance de leur navire et leurs transpondeurs de systèmes d'identification automatique.

56. Dans le domaine de la pêche, certains des problèmes associés à l'utilisation de nouvelles technologies comprennent : le coût élevé et la complexité technique des nouvelles technologies, qui peuvent exacerber les disparités en matière de capacité, la grande diversité des pêcheries et des pêcheurs, en particulier entre la pêche commerciale, d'une part, et les petits pêcheurs et artisans, d'autre part, et l'absence de cadres de spécifications techniques harmonisés et de protocoles de partage des données.

## H. Technologies relatives à la sécurité maritime

57. Dans le domaine de la sécurité et de la sûreté maritimes, de nouvelles technologies, (navires de surface autonomes, surveillance aérienne, y compris par drones interposés, surveillance par satellite, recherche et sauvetage par satellite, systèmes de communications sous-marines, instruments de télédétection et plateformes de capteurs), sont applicables. Par exemple, le service de surveillance maritime Copernicus propose des produits d'observation de la Terre dotés de fonctions opérationnelles de sûreté et de sécurité maritimes. L'essor de ces technologies est riche de possibilités, mais suscite également divers problèmes et préoccupations.

58. Les nouvelles technologies offrent de nombreuses possibilités de mieux apprécier la situation maritime. C'est le cas, notamment, des techniques satellitaires, qui permettent de créer un tableau opérationnel commun et de suppléer, si nécessaire, à des fins d'identification et de traçage, aux systèmes d'identification automatique (AIS) lorsqu'ils sont débrayés dans les pratiques de « dark shipping » (navigation « tous AIS éteints »). Ces technologies permettent d'assurer la stabilité et la paix dans le domaine maritime, notamment grâce à une surveillance améliorée et moins coûteuse.

59. Il importe de coordonner les efforts nationaux de normalisation en matière d'échange de données (voir par. 67) avec des initiatives régionales et mondiales de plus grande envergure. À cet égard, des initiatives telles que les normes de données S-100 de l'Organisation hydrographique internationale et le Système mondial intégré de renseignements maritimes de l'OMI, dont une section spéciale porte sur la mise en commun de l'information en matière de sûreté maritime, sont des exemples de prise en compte des questions de sûreté maritime dans l'échange moderne de données.

60. Le cyberrisque maritime présente une multitude de défis pour les technologies de l'information et les systèmes technologiques opérationnels, notamment pour les systèmes de transport maritime, les systèmes portuaires, de navigation et de

surveillance, qui peuvent être aussi vulnérables aux cyberattaques que d'autres systèmes, comme en témoigne l'augmentation du nombre d'attaques de ce type dans l'industrie maritime. Dès 2017, l'OMI a pris l'initiative d'une campagne de sensibilisation sur la manière de faire face aux risques naissants en la matière dans le cadre de sa procédure de gestion du cyberrisque maritime.

61. Les nouvelles technologies peuvent faciliter la commission d'infractions maritimes, notamment la perpétration d'actes terroristes contre les navires et les installations maritimes, le trafic de drogue par mer, la piraterie et les vols à main armée contre les navires. Diverses méthodes peuvent être employées pour manipuler les systèmes d'identification automatique, ce que l'on appelle « l'usurpation de systèmes d'identification automatique », qui permet de dissimuler des opérations illégales de manière plus sophistiquée. Inversement, les nouvelles technologies peuvent être utilisées pour détecter les criminels et prévenir les infractions, ainsi que pour assurer l'application du droit maritime. À cet égard, le Programme mondial de lutte contre la criminalité maritime de l'Office des Nations Unies contre la drogue et le crime préconise l'utilisation innovante de la technologie dans la lutte contre la criminalité maritime et pour l'application du droit maritime. De même, les systèmes de sécurité reposant sur l'intelligence artificielle peuvent offrir un large éventail de possibilités s'agissant de l'application du droit maritime.

## I. Technologies associées

### *Téledétection*

62. Les technologies d'observation de la Terre par satellite et les GNSS ont fondamentalement transformé le domaine maritime. Les données de téledétection, obtenues par satellite ou par avion, sont disponibles à des résolutions de plus en plus élevées et comprennent une série de variables océaniques essentielles. Les technologies d'imagerie et de modélisation par satellite, ainsi que les drones aériens, peuvent également contribuer à la cartographie des fonds marins côtiers infralittoraux et faciliter la planification de l'espace marin, tandis que les satellites de télécommunications permettent aussi de suivre les animaux marins marqués. Développer la prochaine génération de micro- ou nanosatellites haute performance, qui effectuent des observations à plus haute fréquence pour un temps de latence plus faible est une nécessité si l'on veut perfectionner les applications de surveillance des catastrophes naturelles et des phénomènes météorologiques extrêmes, de protection de la pêche, de recherche et de sauvetage et de modélisation détaillée des phénomènes océaniques, notamment. Le service de haute précision du Système européen de navigation par satellite Galileo a commencé à fournir gratuitement à l'échelle mondiale des données de précision décimétrique pouvant servir pour accroître la précision des applications de navigation, de positionnement et de synchronisation.

### *Communications*

63. L'augmentation du volume et de la densité des données collectées et transmises à l'aide des nouvelles technologies maritimes nécessite une amélioration du matériel et des logiciels de communication à haut débit. La recherche-développement de réseaux de communication sous-marins multimodaux combinant des canaux de communication acoustiques, optiques et électromagnétiques a été mise en exergue à cet égard. Ce cadre de communication, connu sous le nom d'Internet des objets sous-marins, a la capacité de révolutionner l'industrie, le commerce et la recherche scientifique.

*Technologies de pointe*

64. Les technologies de pointe, telles que l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et l'informatique en nuage, ont considérablement amélioré l'acquisition de données et le traitement des vastes quantités de données générées aujourd'hui, notamment en les simplifiant et en les rendant moins coûteuses. Bien que le véritable potentiel des méthodes d'intelligence artificielle n'ait pas encore été pleinement exploité, ces méthodes ont déjà permis d'établir des corrélations et des prévisions de données d'une précision et d'une complexité sans précédent, et trouvent des applications de plus en plus larges dans des domaines tels que la modélisation du temps, des océans et des glaces, l'exploitation de systèmes non embarqués et le traitement et l'interprétation fiables et améliorés des observations. Les services de gestion des données en nuage, en permettant un partage et une intégration accrues des données en temps quasi réel, facilitent les services opérationnels et prévisionnels, mais nécessitent une gouvernance solide pour atténuer les risques. La gestion des écosystèmes marins critiques a été facilitée par l'apprentissage automatique reposant sur l'intelligence artificielle et par l'analyse automatisée des images. On assiste également à l'apparition d'aires marines protégées mobiles reposant sur l'intelligence artificielle, qui adaptent leur position en temps réel au fur et à mesure que les espèces menacées migrent à travers l'océan.

*Établissement de modèles*

65. L'initiative de l'Union européenne baptisée « jumeau numérique de l'océan » permettra de créer à partir de données historiques ou obtenues en temps réel des modèles numériques interactifs de l'océan à haute résolution capables de simuler l'éventail des relations qu'entretiennent les activités humaines et l'océan et ses écosystèmes, et d'asseoir ainsi sur la connaissance l'évolution de la prise de décision concernant l'utilisation et la gestion des ressources océaniques, d'atténuer les effets de l'activité humaine et des aléas naturels et de contribuer à une économie bleue durable.

*Normalisation des meilleures pratiques*

66. Harmoniser et normaliser l'acquisition et le traitement des données, axés sur les observations prioritaires, reste difficile bien que particulièrement important. Des projets tels que la Stratégie d'observation des interactions air-mer (OASIS) et le système des meilleures pratiques relatives à l'océan visent à y remédier. Au nombre des avantages découlant de l'application de meilleures pratiques normalisées dans les activités maritimes figurent l'interopérabilité, la compatibilité et la reproductibilité des données océaniques, qui permettent de comparer les données, de détecter les changements et d'améliorer la modélisation et la prévision, ainsi que de créer les conditions d'une collaboration. Afin de rendre plus cohérent le mode de classification des formes du relief sous-marin, un nouveau glossaire des caractéristiques morphologiques des fonds marins a été élaboré, qui a permis de mettre au point de nouveaux outils d'automatisation de certaines parties du processus de classification.

*Normes relatives à l'échange de données*

67. L'élaboration et l'adoption de normes communes en matière de données et de métadonnées provenant de sources multiples peuvent en faciliter la compatibilité, l'interopérabilité et la lisibilité par machine, ce qui est essentiel à des fins d'efficacité d'utilisation et d'échange. Le Modèle universel de données hydrographiques S-100 et la suite de spécifications de produits de données marines qui en relèvent peuvent être appliqués dans une variété de disciplines océaniques liées à la protection et à l'utilisation durable de l'océan. Par exemple, la spécification de produit S-121

Limites et frontières maritimes est utilisée pour coder l'information numérique liée aux limites, zones et frontières maritimes. La norme qui constitue le Protocole universel des Nations Unies pour l'échange de données relatives à la pêche régit la gestion durable des ressources halieutiques conformément aux objectifs de développement durable 12 et 14 et l'harmonisation des besoins en matière d'échange de données sur les pêches et contribue au suivi des activités de pêche.

#### *Bases de données et gestion des données*

68. Les nouvelles technologies maritimes sont riches d'avantages pour la société : dans la chaîne de valeur des données, elles permettent de découvrir et de prendre en compte des quantités record de données issues de diverses sources, de les mettre en commun dans des bases de données ouvertes et de les utiliser en temps quasi réel. La gestion et l'analyse des données évoluent de plus en plus vers l'utilisation de systèmes d'information géographique sur géoportails interactifs en ligne, à l'aide des logiciels commerciaux ou logiciels libres applicables pour la mise en place d'infrastructures de données spatiales marines. Afin d'en maximiser la valeur, il est utile d'élaborer des stratégies d'exploitation des données qui permettent un maximum d'ouverture et de transparence, ainsi que l'obtention de résultats, sans compromettre pour autant la qualité, l'intégrité, la sécurité, la vie privée et la confidentialité, dans le cadre de procédures alliant souplesse et adaptabilité aux influences externes et aux nouvelles technologies. Pour pouvoir être gérées efficacement, les données doivent en outre être faciles à trouver, accessibles, interopérables et réutilisables. Tous les acteurs concernés doivent s'employer à améliorer la quantité et la qualité des données mises en commun, ainsi que les conditions dans lesquelles on en accorde l'accès, d'autant que les données sont au cœur des possibilités qu'offrent les nouvelles technologies.

69. La base de données DeepData de l'Autorité internationale des fonds marins comprend des données de pointe sur la biodiversité et les écosystèmes des grands fonds. Le Réseau européen d'observation et de données du milieu marin, pour sa part, a récemment mis en place son service de données marines entièrement centralisé mettant à contribution de nouvelles façons de procéder et technologies telles que l'intelligence artificielle. Les données recueillies lors des expéditions effectuées dans le cadre de l'Année internationale du saumon sont disponibles sur un portail de données spécial<sup>2</sup>.

### **III. Coopération et coordination internationales**

70. Il est indispensable de renforcer la coopération et la coordination intersectorielles aux niveaux national, régional et mondial si l'on veut assurer le développement continu et l'application efficace des nouvelles technologies maritimes et mettre ces technologies au service de la réalisation du Programme 2030, en particulier de l'objectif de développement durable n° 14.

71. À l'échelle mondiale et régionale, des initiatives telles que le réseau mondial des centres de coopération en matière de technologies maritimes, GreenVoyage2050 et le projet de l'OMI baptisé IMO CARES (Coordinated Actions to Reduce Emissions from Shipping – mesures coordonnées visant à réduire les émissions provenant des transports maritimes) s'appuient sur une action coordonnée pour accélérer l'adoption de nouvelles technologies à l'échelle mondiale et permettre ainsi au secteur du transport maritime de gagner en efficacité énergétique. Dans le secteur des énergies renouvelables, une action coordonnée est menée à la faveur d'initiatives telles que le cadre de collaboration sur l'énergie des océans/les énergies marines renouvelables de

<sup>2</sup> <https://yearofthesalmon.org/>.

l'Agence internationale pour les énergies renouvelables, l'Alliance mondiale pour l'énergie éolienne en mer (Global Alliance for Offshore Wind) et l'Alliance mondiale pour l'énergie marine (Global Ocean Energy Alliance), laquelle concentre son attention sur les besoins des petits États insulaires en développement et des pays les moins avancés en matière d'accès aux technologies énergétiques marines. Le Comité exécutif de la technologie, dans le cadre de la CCNUCC, travaille avec les entités des Nations Unies et d'autres organisations à l'intégration des innovations technologiques dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques et de l'atténuation de leurs effets.

72. La surveillance aérienne du domaine maritime, les outils de visualisation des données et les technologies satellitaires ont ouvert de nouvelles possibilités de collaboration aux fins d'une meilleure protection de la vie humaine en mer. Les organisations ou arrangements régionaux de gestion des pêches jouent un rôle important dans la promotion de la coopération en matière d'utilisation des nouvelles technologies de suivi, de contrôle et de surveillance, essentielles à la gestion des pêches et à la lutte contre la pêche illicite, non déclarée et non réglementée. La collaboration entre les organisations ou arrangements régionaux de gestion des pêches et les États membres offre l'occasion de déterminer les besoins régionaux en matière de suivi, de contrôle et de surveillance compte dûment tenu des caractéristiques propres des flottes nationales, en permettant aux start-ups locales du secteur des technologies de proposer des solutions sur mesure.

73. Dans le domaine de l'observation des océans, les plateformes de collaboration et les partenariats tels que ceux du Système mondial d'observation de l'océan jouent un rôle essentiel dans la coordination de l'action mondiale en matière de mise au point et d'application des nouvelles technologies. L'Autorité internationale des fonds marins coordonne les efforts déployés au niveau international pour mettre sur pied des outils et des technologies innovants, des pratiques optimales de collecte des données et des capacités scientifiques concernant la zone internationale des fonds marins, notamment dans le cadre de l'initiative pour la connaissance durable des fonds marins qu'elle vient de monter.

74. Un meilleur accès à la technologie, aux financements et à l'expertise est essentiel pour permettre aux pays en développement, en particulier les petits États insulaires et les pays les moins avancés, d'exploiter pleinement les avantages des nouvelles technologies maritimes, et il existe de nombreuses activités et de nombreux programmes visant à renforcer les capacités à cet égard. Les besoins comprennent la formation du personnel, la fourniture et l'entretien des équipements, l'accès aux données générées par les nouvelles technologies, les capacités de gestion et de traitement de ces données et le transfert de technologie.

75. La coordination et la coopération entre les gouvernements, les organisations intergouvernementales et régionales, le secteur privé et les établissements d'enseignement supérieur, à la faveur, notamment, de partenariats public-privé et de dialogues industriels, ainsi que de la Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques au service du développement durable, pourraient stimuler l'investissement dans les nouvelles technologies maritimes en permettant de déterminer les besoins communs, de regrouper la demande, de réduire les risques du marché et d'œuvrer à la normalisation des technologies et des données. Cette collaboration peut aider à inventorier les possibilités de production efficace, modulaire et massive, de solutions techniques propres à améliorer la disponibilité d'instruments peu coûteux, de petite taille et faciles à déployer, et rendre ainsi la technologie plus accessible aux pays en développement. Elle peut également stimuler la participation de ces derniers aux nouveaux secteurs de l'économie bleue, tels que

les secteurs des énergies marines renouvelables, de la biotechnologie marine et de l'observation des océans.

76. La coordination pourrait également permettre de renforcer la co-conception, en associant aux processus les utilisateurs finaux afin d'adapter les techniques marines à leurs besoins, et d'aligner l'action menée à l'échelon national sur les initiatives régionales et mondiales, en particulier dans les domaines de la normalisation des données et des processus. Il est essentiel de garantir la protection des données et de la vie privée pour surmonter la résistance des parties prenantes à cet égard. Une amélioration des liens entre les institutions publiques, les acteurs privés et les établissements d'enseignement supérieur peut également contribuer à combler le fossé entre la science, la technologie et la politique océaniques.

77. Les progrès de la miniaturisation et de la convivialité des systèmes de robots, de capteurs et de dispositifs de communication, désormais disponibles à moindre coût, offrent également de nouvelles possibilités en matière de participation du grand public, d'amélioration des connaissances de base sur les océans et d'association de nouveaux acteurs au domaine de l'océanographie, par exemple dans le cadre du Programme de navires occasionnels et du projet Odyssée du Système mondial d'observation de l'océan, qui mobilisent des navires commerciaux et privés pour l'observation des océans, ainsi que dans le cadre d'initiatives nationales de sciences participatives.

#### **IV. Aspects juridiques et réglementaires**

78. Les nouvelles technologies maritimes offrent un potentiel considérable pour ce qui est d'accroître la sécurité, l'efficacité et la viabilité des activités liées aux océans et de faciliter la mise en œuvre des obligations juridiques internationales existantes. Par exemple, il a été relevé qu'elles constituaient des outils de travail de base dans le cadre de la réalisation du mandat de l'Autorité internationale des fonds marins conformément aux dispositions de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer. En outre, l'utilisation de moyens de surveillance aérienne maritime, notamment de drones, et de systèmes de détection par satellite des signaux de détresse dans le cadre des opérations de recherche et sauvetage peut renforcer la protection des personnes en mer. De plus, les récentes avancées technologiques intervenues dans le domaine de la pêche vont dans le sens des efforts de conservation et d'utilisation durable des ressources biologiques marines et de décarbonation des activités de pêche. En revanche, les contraintes technologiques, y compris le coût important de l'utilisation et de la maintenance des nouvelles technologies maritimes, peuvent entraver le respect par les États de leurs obligations.

79. Le régime juridique international applicable à toutes les activités menées dans les mers et les océans consiste en un ensemble multiforme d'instruments juridiques mondiaux, régionaux et bilatéraux, ainsi que de lois et de réglementations nationales adoptées dans le cadre juridique global de la Convention. Ces instruments contraignants sont complétés par des instruments non contraignants, tels que les normes et déclarations adoptées par des organisations internationales compétentes lors de conférences internationales et dans d'autres instances, en ce qui concerne les activités menées dans les océans, y compris, le cas échéant, les activités entreprises à l'aide de nouvelles technologies maritimes. Ensemble, la Convention et ces instruments fournissent un cadre juridique et réglementaire complet et efficace de gouvernance et de gestion des technologies maritimes, qui en régit également le développement et le transfert.

80. Des avancées technologiques telles que les navires sans équipage et les connaissances électroniques ont soulevé, signale-t-on, des problèmes juridiques

qu'il faudra traiter dans le cadre du droit maritime international. L'OMI a fait savoir que, pour s'assurer que son cadre normatif pouvait évoluer au rythme de l'évolution technologique des navires de surface autonomes, elle avait procédé à un exercice de définition réglementaire pour vérifier que les instruments actuellement à sa disposition étaient applicables aux navires présentant divers degrés d'automatisation, d'autres travaux étant en cours, par ailleurs, en vue de l'élaboration d'un instrument assorti d'objectifs portant sur l'exploitation de ces navires. Un État a relevé qu'une plus grande réglementation des navires de surface autonomes permettrait de continuer de progresser dans l'automatisation maritime, tout en préservant la sécurité et la viabilité des processus.

81. D'autres efforts d'importance particulière à cet égard comprennent les travaux de la conférence intergouvernementale chargée d'élaborer un instrument international juridiquement contraignant se rapportant à la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer et portant sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale. Le texte du projet d'accord, dont la version finale a été mise au point à la reprise de la cinquième session de la conférence, qui s'est tenue du 20 février au 3 mars 2023, aborde une série de questions dans lesquelles les nouvelles technologies maritimes sont appelées à jouer un rôle.

82. Si le cadre juridique et réglementaire peut s'adapter en réaction aux technologies maritimes nouvelles, il peut tout aussi bien être le moteur de l'innovation et des progrès technologiques. Ces innovations pourraient contribuer à la résolution de la « triple crise planétaire » des changements climatiques, de la perte de biodiversité et de la pollution, cause de dommages graves sans précédent pour nos océans. Dans le contexte de l'atténuation des effets des changements climatiques, on a pu constater, par exemple, que les initiatives réglementaires de décarbonation du transport maritime international prises sous les auspices respectifs de l'OMI et de la Convention-cadre avaient conduit à une accélération des efforts. À cet égard, on a fait observer qu'en fonction des priorités exprimées par les États membres, les organisations ou arrangements régionaux de gestion des pêches pourraient tester des solutions de décarbonation innovantes ainsi que les effets qu'elles ont sur la consommation de carburant et les émissions, notamment, dans l'optique de la réalisation des objectifs fixés dans l'Accord de Paris.

83. En ce qui concerne la protection et la préservation du milieu marin, les réglementations et directives de l'OMI ont été considérées comme un moteur de l'innovation dans les domaines de la gestion des eaux de ballast, de l'encrassement biologique et des déchets plastiques marins. La fixation par certains États de valeurs limites d'émission acoustique dans le cadre de la construction de parcs éoliens en mer, conformément au Plan d'action pour la protection du milieu marin et le développement durable des zones côtières de la Méditerranée, a conduit à la mise au point de nouvelles technologies de réduction du bruit pour protéger les espèces marines sensibles. Toujours au niveau régional, la décision prise en 2022 de déclarer l'ensemble de la mer Méditerranée zone de contrôle des émissions d'oxydes de soufre et de particules en suspension, qui doit prendre effet en 2025, permettra de limiter davantage la pollution atmosphérique provenant des navires, conformément à l'annexe VI de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires de 1973, les parties contractantes étant également encouragées à étudier la faisabilité d'une semblable initiative pour le protoxyde d'azote.

## V. Conclusions

84. L'innovation technique engendre des gains d'efficacité, permet l'expansion des marchés et favorise la croissance économique. Les progrès technologiques futurs offrent la possibilité d'une plus grande exploitation des ressources océaniques, mais aussi la promesse d'une plus grande protection. La science, la technologie et l'innovation continueront de jouer un rôle croissant dans la gestion du développement responsable de l'économie océanique. L'activité économique liée aux océans devrait continuer de s'accélérer pour atteindre 3 000 milliards de dollars d'ici à 2030, des activités comme l'aquaculture, la pêche de capture, la transformation du poisson, l'éolien en mer et les activités portuaires étant appelées, quant à elles, à croître à un rythme plus rapide que l'économie mondiale.

85. Cependant, les avancées technologiques comportent leur lot d'incidences négatives, comme le souligne le présent rapport, y compris pour la réalisation du Programme 2030. L'accès aux technologies pouvant contribuer à la conservation et à l'utilisation durable des ressources marines, en particulier, reste inégal. La fracture technologique et numérique qui en résulte, au rebours du principe selon lequel personne ne doit être laissé pour compte, est particulièrement préjudiciable aux petits États insulaires en développement et aux pays les moins avancés, dont elle compromet notamment la capacité d'appliquer les dispositions du droit international énoncées dans la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer. Il convient également de faire toute leur place aux femmes et aux autres groupes marginalisés dans le cadre des technologies afin de permettre des solutions plus créatives et de promouvoir l'égalité des sexes. Il est nécessaire d'accroître la coopération et la coordination internationales pour combler les diverses lacunes existant en matière de développement des technologies maritimes et d'accès à celles-ci, notamment par le renforcement des capacités, le transfert de technologies et des investissements durables, que ce soit dans les ressources humaines ou les cadres institutionnels.

86. En ce qui concerne le cadre juridique, la Convention, ainsi que l'Assemblée générale l'a affirmé, définit le cadre juridique dans lequel doivent s'inscrire toutes les activités menées dans les océans et les mers et demeure, à ce titre, au fondement de la gouvernance et de la gestion des nouvelles technologies maritimes. Instrument-cadre, la Convention semble être d'une portée et d'une flexibilité suffisantes pour s'appliquer aux technologies nouvelles et naissantes, ce qui s'est vérifié dans une période de progrès technologique pourtant considérable. L'existence de ce cadre est d'une importance critique si l'on veut maximiser les avantages qu'offrent les nouvelles technologies maritimes tout en réduisant au minimum les effets négatifs potentiels de leur utilisation, notamment sur les ressources biologiques marines, la biodiversité, la sécurité et la sûreté maritimes, ainsi que la protection et la préservation du milieu marin. Il est également essentiel que les nouvelles technologies maritimes soient utilisées dans le respect du droit international, notamment des droits de l'homme et du droit humanitaire.

87. Les nouvelles technologies maritimes peuvent toutefois représenter un défi juridique et réglementaire, notamment pour ce qui est de savoir comment appliquer efficacement les instruments actuels les concernant. De nombreux efforts sont en cours pour renforcer le cadre juridique et réglementaire en vigueur, notamment en précisant la portée des instruments juridiques existants. Le cadre juridique et réglementaire devra donc évoluer en permanence afin de s'adapter face aux nouvelles technologies maritimes.