

**Annexe 4**

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)  
Contribution du Groupe de travail II au sixième rapport d'évaluation  
Changement climatique 2022 : impacts, adaptation et vulnérabilité

Chapitre 3 : Océans et écosystèmes côtiers (résumé)



# 3

## Les écosystèmes marins et côtiers et leurs services

**Auteurs coordonnateurs principaux :** Sarah R. Cooley (États-Unis) et David S. Schoeman (Australie)

**Auteurs principaux :** Laurent Bopp (France), Philip Boyd (Australie/Royaume-Uni), Simon Donner (Canada), Shin-Ichi Ito (Japon), Wolfgang Kiessling (Allemagne), Paulina Martinetto (Argentine), Elena Ojea (Espagne), Marie-Fanny Racault (Royaume-Uni/France), Björn Rost (Allemagne), Mette Skern-Mauritzen (Norvège), Dawit Yemane Ghebrehiwet (Afrique du Sud/Érythrée)

**Auteurs contributeurs :** Ibidun Adelekan (Nigéria), Johann D. Bell (Australie), Julia Blanchard (Australie), Jessica Bolin (Australie), William W. L. Cheung (Canada), Andrés Cisneros-Montemayor (Canada/Mexique), Sam Dupont (Suède/Belgique), Stephanie Dutkiewicz (États-Unis), Thomas Frölicher (Suisse), Juan Diego Gaitán-Espitia (Hong Kong, Région administrative spéciale, Chine/Colombie), Jorge García Molinos (Japon/Espagne), Bruce Glavovic (Nouvelle-Zélande/Afrique du Sud), Helen Gurney-Smith (Canada), Marjolijn Haasnoot (Pays-Bas), Rebecca Harris (Australie), Stephanie Henson (Royaume-Uni), Manuel Hidalgo (Espagne), Elisabeth Holland (Fidji), Robert Kopp (États-Unis), Rebecca Kordas (Royaume-Uni/États-Unis), Lester Kwiatkowski (France/Royaume-Uni), Judy Lawrence (Nouvelle-Zélande), Nadine Le Bris (France), Gonéri Le Cozannet (France), Salvador E. Lluch-Cota (Mexique), Cheryl Logan (États-Unis), Felix Mark (Allemagne), Yunus Mgaya (Tanzanie), Coleen Moloney (Afrique du Sud), Aditi Mukherji (Népal), Norma Patricia Muñoz Sevilla (Mexique), Patrick Nunn (Australie), Dieter Piepenburg (Allemagne), Gregoire Randin (Fidji/France/Suisse), Nussaibah B. Raja (Allemagne/Maurice), Anusha Rajkaran (Afrique du Sud), Anthony J. Richardson (Australie), Stephanie Roe (Philippines/États-Unis), Raquel Ruiz Diaz (Espagne), Diana Salili (Vanuatu), Jean-Baptiste Sallée (France), Kylie Scales (Australie/Royaume-Uni), Daniela Schmidt (Royaume-Uni/Allemagne), Michelle Scobie (Trinité-et-Tobago), Craig T. Simmons (Australie), Chandni Singh (Inde), Aimée Slangen (Pays-Bas), Seree Supratid (Thaïlande), Olivier Torres (France), Andrew Yool (Royaume-Uni)

**Éditeurs-réviseurs :** Karim Hilmi (Maroc) et Lisa Levin (États-Unis)

**Responsable scientifique pour le chapitre :** Jessica Bolin (Australie)

**Chapitre à citer en référence comme suit :**

Cooley, S., D. Schoeman, L. Bopp, P. Boyd, S. Donner, D.Y. Ghebrehiwet, S.-I. Ito, W. Kiessling, P. Martinetto, E. Ojea, M.-F. Racault, B. Rost, et M. Skern-Mauritzen, 2022: Oceans and Coastal Ecosystems and Their Services. Dans : *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (États-Unis), p. 379–550, doi:10.1017/9781009325844.005.

## Table des matières

Résumé .....	3
--------------	---

[...]

## Résumé

Les écosystèmes marins et côtiers contribuent à la vie sur Terre et à de nombreux aspects du bien-être humain. Couvrant les deux tiers de la planète, les océans abritent une vaste biodiversité et modulent le système climatique mondial en régulant les cycles de la chaleur, de l'eau et des éléments, y compris le carbone. En plus d'être la source de biens alimentaires, de minéraux, d'énergie et d'emplois, les systèmes marins revêtent une importance centrale dans de nombreuses cultures. Depuis les évaluations précédentes<sup>1</sup>, de plus en plus d'éléments de preuve concernant les effets des changements climatiques sur les systèmes marins et côtiers, la manière dont les communautés humaines subissent ces effets et les possibilités d'adaptation écologique et humaine ont été rassemblés au moyen de nouvelles études en laboratoire, observations sur le terrain et études de processus ainsi que d'un plus grand nombre de simulations de modélisation et de la prise en compte des savoirs des populations autochtones et des connaissances locales.

*Observations : vulnérabilités et impacts*

**Les changements climatiques d'origine anthropique exposent les écosystèmes marins et côtiers à des conditions sans précédent depuis des millénaires (*degré de confiance élevé*<sup>2</sup>), avec des incidences considérables sur la vie dans les océans et le long de leurs côtes (*degré de confiance très élevé*). Des modifications fondamentales des caractéristiques physiques et chimiques des océans, agissant séparément et ensemble, modifient le calendrier des activités saisonnières (*degré de confiance très élevé*), la distribution (*degré de confiance très élevé*) et l'abondance (*degré de confiance très élevé*) des organismes marins et côtiers, des microbes aux mammifères et des individus aux écosystèmes, dans chaque région. Les observations pluridécennales, les études en laboratoire et dans des mésocosmes de même que les méta-analyses des données publiées témoignent de ces modifications. Les déplacements de l'aire de répartition géographique des espèces marines suivent généralement le rythme et la direction du réchauffement du climat (*degré de confiance élevé*) : le réchauffement en surface depuis les années 1950 a déplacé les communautés et les taxons marins vers les pôles à une moyenne (amplitude moyenne  $\pm$  *très probable*<sup>3</sup>) de  $59,2 \pm 15,5$  km par décennie (*degré de confiance élevé*), avec une variation importante des réactions entre les taxons et les régions. Les événements saisonniers se produisent  $4,3 \pm 1,8$  j à  $7,5 \pm 1,5$  j plus tôt par décennie chez les organismes planctoniques (*degré de confiance très élevé*) et en moyenne  $3 \pm 2,1$  j plus tôt par décennie pour les poissons (*degré de confiance très élevé*). Le réchauffement, l'acidification et la désoxygénation modifient les communautés écologiques en favorisant la propagation de**

<sup>1</sup> Les évaluations précédentes du GIEC comprennent le cinquième rapport d'évaluation (GIEC, 2013 ; GIEC, 2014b ; GIEC, 2014c ; GIEC, 2014d), le rapport spécial sur le réchauffement planétaire de 1,5°C (GIEC, 2018), le rapport spécial sur l'océan et la cryosphère dans le contexte du changement climatique (GIEC, 2019b) et la contribution du Groupe de travail 1 au sixième rapport d'évaluation.

<sup>2</sup> Dans le présent rapport, les qualificatifs suivants sont utilisés pour décrire les preuves disponibles : limitées, moyennes ou solides ; pour le degré de concordance : faible, moyen ou élevé. Le degré de confiance est exprimé à l'aide de cinq qualificatifs : très faible, faible, moyen, élevé et très élevé, et est indiqué en italique (par exemple, *degré de confiance moyen*). Pour un niveau de preuve et de concordance donné, différents degrés de confiance peuvent être attribués, mais des niveaux de preuve et de concordance croissants sont corrélés à un degré de confiance croissant.

<sup>3</sup> Dans le présent rapport, les termes ci-après sont utilisés pour indiquer la probabilité évaluée d'une issue ou d'un résultat : quasi-certain (probabilité de 99 à 100 %), très probable (90 à 100 %), probable (66 à 100 %), à peu près aussi probable qu'improbable (33 à 66 %), improbable (0 à 33 %), très improbable (0 à 10 %) et extrêmement improbable (0 à 1 %). D'autres qualificatifs peuvent également être utilisés le cas échéant : extrêmement probable (95-100 %) ; plus probable qu'improbable (>50-100 %) ; et extrêmement improbable (0-5 %). La probabilité évaluée est indiquée en italique (par exemple, *très probable*). Ce rapport utilise également le terme « fourchette de probabilité » pour indiquer que la probabilité estimée d'un résultat se situe dans la fourchette de probabilité de 17-83 %.

conditions physiologiquement sous-optimales pour de nombreux poissons et invertébrés marins (*degré de confiance moyen*). Ces réactions, et d'autres, entraînent ensuite la perte d'habitats (*degré de confiance très élevé*), le déclin des populations (*degré de confiance élevé*), l'augmentation des risques de disparition et d'extinction d'espèces (*degré de confiance moyen*) et la réorganisation des réseaux alimentaires marins (*degré de confiance moyen à élevé*, selon l'écosystème). {3.2, 3.3, 3.3.2, 3.3.3, 3.3.3.2, 3.4.2.1, 3.4.2.3–3.4.2.8, 3.4.2.10, 3.4.3.1, 3.4.3.2, 3.4.3.3, encadré 3.2}

**Les vagues de chaleur marines qui durent de plusieurs semaines à plusieurs mois exposent les espèces et les écosystèmes à des conditions environnementales qui dépassent leurs limites de tolérance et d'acclimatation (*degré de confiance très élevé*).** Dans son sixième rapport d'évaluation, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a conclu que les vagues de chaleur marines étaient plus fréquentes (*degré de confiance élevé*), plus intenses et plus longues (*degré de confiance moyen*) depuis les années 1980 et que, depuis au moins 2006, elles étaient *très probablement* attribuables aux changements climatiques anthropiques. Les écosystèmes de haute mer, côtiers et du plateau continental, y compris les récifs coralliens, les rivages rocheux, les forêts de varech, les herbiers marins, les mangroves, l'océan Arctique et les mers semi-fermées, ont récemment été le cadre d'une mortalité massive due aux vagues de chaleur marines (*degré de confiance très élevé*). Ces dernières, y compris les phénomènes bien documentés qui se sont produits le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord (2013-2016) et de la côte est de l'Australie (2015-2016, 2016-2017 et 2020), entraînent des modifications brusques dans la composition des communautés qui peuvent persister pendant des années (*degré de confiance très élevé*) et qui sont associées à la perte de biodiversité associée (*degré de confiance très élevé*), à l'effondrement de la pêche et de l'aquaculture régionales (*degré de confiance élevé*) et à la réduction de la capacité des espèces formant les habitats de protéger les rivages (*degré de confiance élevé*). {sixième rapport d'évaluation du GIEC, chapitre 9, 3.2.2.1, 3.4.2.1–3.4.2.5, 3.4.2.7, 3.4.2.10, 3.4.2.3, 3.4.3.3.3, 3.5.3}

**Aux niveaux local et régional, les changements climatiques aggravent les effets sur la vie marine des facteurs anthropiques non climatiques, tels que la dégradation des habitats, la pollution marine, la surpêche et la surexploitation, l'enrichissement en nutriments et l'introduction d'espèces allogènes (*degré de confiance très élevé*).** Bien que les multiples facteurs climatiques et non climatiques puissent avoir des effets bénéfiques ou neutres sur la vie marine, ils ont la plupart du temps des effets négatifs (*degré de confiance élevé*). Le réchauffement exacerbe l'eutrophisation côtière et l'hypoxie associée, provoquant des « zones mortes » (*degré de confiance très élevé*), qui ont de graves répercussions sur les écosystèmes côtiers et ceux du plateau continental (*degré de confiance très élevé*), notamment une mortalité massive, une réduction des habitats et des perturbations de la pêche (*degré de confiance moyen*). La surpêche exacerbe les effets des multiples facteurs induits par le climat sur les prédateurs situés au sommet de la chaîne alimentaire marine (*degré de confiance moyen*). L'urbanisation et les changements associés dans la dynamique de l'eau douce et des sédiments accentuent la vulnérabilité des écosystèmes côtiers comme les plages de sable, les marais salants et les forêts de mangrove à l'élévation du niveau de la mer et aux changements dans l'énergie des vagues (*degré de confiance très élevé*). Bien que ces facteurs non climatiques compliquent l'attribution des effets aux changements climatiques, une gestion adaptative, inclusive et fondée sur des preuves réduit les pressions cumulées sur les écosystèmes marins et côtiers et diminue leur vulnérabilité face aux changements climatiques (*degré de confiance élevé*). {3.3, 3.3.3, 3.4.2.4–3.4.2.8, 3.4.3.4, 3.5.3, 3.6.2, encadré interchapitre sur l'élévation du niveau de la mer dans le chapitre 3}

**Les effets de l'évolution du climat sur les environnements marins et côtiers ont été à l'origine de modifications mesurables dans des secteurs économiques spécifiques, de pertes économiques et de préjudices psychologiques et ont modifié les activités**

**culturelles et récréatives dans le monde entier (degré de confiance élevé).** Les mouvements des stocks de poissons dus au climat entraînent un déplacement vers les pôles de l'activité de pêche commerciale, artisanale et à petite échelle et récréative et une diversification des prises (*degré de confiance élevé*). Les changements climatiques accentuent la propagation géographique et les risques de pathogènes marins tels que le *Vibrio* sp. (*degré de confiance très élevé*), qui mettent en danger la santé humaine et diminuent les services écosystémiques d'approvisionnement et culturels (*degré de confiance élevé*). L'interaction entre les facteurs induits par le climat et les facteurs non climatiques favorise le déplacement et la bioaccumulation des toxines et des contaminants dans les réseaux alimentaires marins (*preuves moyennes, concordance élevée*) et augmente la salinité des eaux, des aquifères et des sols côtiers (*degré de confiance très élevé*), ce qui met en danger la santé humaine (*degré de confiance très élevé*). La combinaison des facteurs climatiques et non climatiques expose également les zones côtières densément peuplées aux inondations (*degré de confiance élevé*) et diminue la protection physique des personnes, des biens et des sites d'importance culturelle (*degré de confiance très élevé*). {3.4.2.10, 3.5.3, 3.5.5, 3.5.5.3, 3.5.6, encadré interchapitre sur l'élévation du niveau de la mer dans le chapitre 3}

*Projections : vulnérabilités, risques et impacts*

**Les conditions océaniques devraient continuer à s'écarter de l'état préindustriel (quasi-certain), l'ampleur du réchauffement, de l'acidification, de la désoxygénation, de l'élévation du niveau de la mer et d'autres facteurs induits par le climat dépendant du scénario d'émission (degré de confiance très élevé), et à accroître le risque de disparition régionale et mondiale d'espèces marines (degré de confiance moyen).** La richesse des espèces marines près de l'équateur et dans l'Arctique devrait continuer à diminuer, même avec un réchauffement inférieur à 2 °C d'ici à la fin du siècle (*degré de confiance moyen*). Dans l'océan profond, tous les niveaux de réchauffement planétaire entraîneront d'ici à 2100 des déplacements des niches thermiques plus rapides que ceux qui ont conduit à une réorganisation importante de la biodiversité marine à la surface des océans ces 50 dernières années (*degré de confiance moyen*). À des niveaux de réchauffement supérieurs à 2 °C d'ici à 2100, les risques de disparition, d'extinction et d'effondrement des écosystèmes progressent rapidement (*degré de confiance élevé*). Les archives paléoclimatiques indiquent qu'à des niveaux de réchauffement planétaire extrêmes (>5,2 °C), une extinction massive des espèces marines pourrait se produire (*degré de confiance moyen*). {encadré 3.2, 3.2.2.1, 3.4.2.5, 3.4.2.10, 3.4.3.3, encadré interchapitre PALEO dans le chapitre 1}

**Les impacts climatiques sur les écosystèmes marins et côtiers seront exacerbés par l'augmentation de l'intensité, de la récurrence et de la durée des vagues de chaleur marines (degré de confiance élevé), entraînant dans certains cas la disparition d'espèces, l'effondrement d'habitats ou le dépassement de points de bascule écologiques (degré de confiance très élevé).** Certains écosystèmes côtiers formant des habitats, dont de nombreux récifs coralliens, des forêts de laminaires et des prairies sous-marines, subiront des déphasages irréversibles dus aux vagues de chaleur marines avec des niveaux de réchauffement planétaire supérieurs à 1,5 °C et seront fortement menacés au cours de ce siècle, même dans les scénarios <1,5 °C prévoyant des périodes de réchauffement supérieur à 1,5 °C (*degré de confiance élevé*). Dans le cadre du scénario SSP1-2.6, les récifs coralliens risquent de souffrir d'un déclin généralisé, de perdre leur intégrité structurelle et de connaître une érosion nette d'ici au milieu du siècle en raison de l'intensité et de la fréquence croissantes des vagues de chaleur marines (*degré de confiance très élevé*). Dans ces conditions, il est très probable que le taux d'élévation du niveau de la mer sera supérieur au taux de croissance des récifs d'ici à 2050, en l'absence de mesures d'adaptation. D'autres écosystèmes côtiers, notamment les forêts de laminaires, les mangroves et les herbiers marins, sont vulnérables à des déphasages vers des états

alternatifs à mesure que les vagues de chaleur marines s'intensifient (*degré de confiance élevé*). La perte des forêts de laminaires devrait être la plus forte à la limite chaude de l'aire de répartition des espèces à basse latitude (*degré de confiance élevé*). {3.4.2.1, 3.4.2.3, 3.4.2.5, 3.4.4}

**L'intensification des impacts des changements climatiques sur la vie marine modifiera davantage la biomasse animale marine (*degré de confiance moyen*), le calendrier des événements écologiques saisonniers (*degré de confiance moyen*) et les aires de répartition géographique des taxons côtiers et marins (*degré de confiance moyen*), perturbant ainsi les cycles de vie (*degré de confiance moyen*), les réseaux alimentaires (*degré de confiance moyen*) et la connectivité écologique dans toute la colonne d'eau (*degré de confiance moyen*).** Il ressort de multiples sources de données que les réactions aux changements climatiques risquent fort de s'amplifier le long des réseaux trophiques dans de vastes régions marines. Les baisses modérées prévues de la biomasse phytoplanctonique mondiale vont de pair avec des déclin plus importants de la biomasse animale totale (d'ici à 2080-2099 par rapport à 1995-2014) allant de (moyenne  $\pm$  fourchette très probable)  $-5,7 \pm 4,1$  % à  $-15,5 \pm 8,5$  % dans les scénarios SSP1-2,6 et SSP5-8,5, respectivement (*degré de confiance moyenne*). Les diminutions prévues des concentrations de nutriments dans la partie supérieure de l'océan, probablement associées à une augmentation de la stratification, réduiront les flux de carbone vers les écosystèmes mésopélagiques et d'eau profonde (*degré de confiance moyen*), ce qui entraînera une diminution de la biomasse de la méiofaune et de la macrofaune des abysses (d'ici à 2081-2100 par rapport à 1995-2014) de  $-9,8$  % et de  $-13,0$  % dans les scénarios SSP1-2.6 et SSP5-8.5, respectivement (*preuves limitées*). D'ici à 2100, dans  $18,8 \pm 19,0$  % à  $38,9 \pm 9,4$  % de l'océan, se produira très probablement un déplacement de plus de 20 jours (d'avance et de retard) du début de la période de croissance du phytoplancton dans les SSP1-2.6 et SSP5-8.5, respectivement (*degré de confiance faible*). Cette modification du calendrier augmente le risque de décalage dans le temps entre les efflorescences du plancton et les saisons de frai des poissons (*degré de confiance moyen à élevé*) et amplifie le risque d'échec du recrutement de poissons pour les espèces dont les lieux de frai sont restreints, en particulier aux latitudes moyennes à élevées de l'hémisphère Nord (*degré de confiance faible*). Les modifications de l'aire de répartition prévues pour les espèces marines (*degré de confiance moyen*) suggèrent des disparitions et une forte diminution de la biodiversité tropicale. Aux latitudes plus élevées, l'expansion des aires de répartition entraînera une homogénéisation accrue de la biodiversité. La perte de biodiversité prévue menace au bout du compte la résilience des écosystèmes marins (*degré de confiance moyen à élevé*), avec des effets ultérieurs sur la fourniture de services (*degré de confiance moyen à élevé*). {3.2.2.3, 3.4.2.10, 3.4.3.1-3.4.3.5, 3.5, contribution du Groupe de travail 1 au sixième rapport d'évaluation, section 2.3.4.2.3}

**Les risques liés à l'élévation du niveau de la mer pour les populations et les écosystèmes côtiers seront très probablement multipliés par dix bien avant 2100 en l'absence des mesures d'adaptation et d'atténuation convenus par les parties à l'Accord de Paris (*degré de confiance très élevé*).** L'élévation du niveau de la mer dans le cadre des scénarios d'émissions qui ne limitent pas le réchauffement à  $1,5$  °C augmentera le risque d'érosion côtière et de submersion des terres côtières (*degré de confiance élevé*) ainsi que la perte d'habitats et d'écosystèmes côtiers (*degré de confiance élevé*) et aggravera la salinisation des eaux souterraines (*degré de confiance élevé*), compromettant ainsi les écosystèmes et les moyens de subsistance côtiers (*degré de confiance élevé*). Dans le scénario SSP1-2.6, le taux de croissance de la plupart des récifs coralliens (*degré de confiance très élevé*), des mangroves (*probable, degré de confiance moyen*) et des marais salants (*probable, degré de confiance moyen*) ne sera pas en mesure de suivre le rythme d'élévation du niveau de la mer d'ici à 2050, les incidences écologiques s'intensifiant rapidement au-delà de 2050, en particulier pour les scénarios associant des émissions élevées à un développement côtier agressif (*degré de confiance très élevé*). La diminution

de la protection naturelle du littoral qui en résultera mettra en danger un nombre croissant de personnes (*degré de confiance très élevé*). La capacité de s'adapter aux incidences côtières actuelles, de faire face aux risques côtiers futurs et d'empêcher une nouvelle accélération de l'élévation du niveau de la mer au-delà de 2050 dépend de la mise en œuvre immédiate de mesures d'atténuation et d'adaptation (*degré de confiance très élevé*). {3.4.2.1, 3.4.2.4, 3.4.2.5, 3.4.2.6, 3.5.5.3, encadré interchapitre sur l'élévation du niveau de la mer dans le chapitre 3}

**Les changements climatiques modifieront de nombreux services écosystémiques fournis par les systèmes marins (*degré de confiance élevé*), mais les impacts sur les communautés humaines dépendront de la vulnérabilité globale de chacun, qui est fortement influencée par le contexte local et les modes de développement (*degré de confiance très élevé*).** La composition des captures et la diversité des pêcheries régionales vont se modifier (*degré de confiance élevé*) et les pêcheurs qui sont en mesure de se déplacer, de se diversifier et de tirer parti de la technologie pour maintenir leurs prises diminuent leur propre vulnérabilité (*degré de confiance moyen*). Une gestion qui élimine la surpêche facilite l'adaptation future des pêcheries aux changements climatiques (*degré de confiance très élevé*). Les communautés tributaires de la mer, y compris les peuples autochtones et les populations locales, sont davantage menacées de perdre leur patrimoine culturel et leur alimentation traditionnelle à base de produits de la mer (*degré de confiance moyen*). En l'absence de mesures d'adaptation, les personnes tributaires des produits de la mer courent un risque accru d'exposition aux toxines, aux agents pathogènes et aux contaminants (*degré de confiance élevé*) et les communautés côtières courent un risque accru de salinisation des eaux souterraines et des sols (*degré de confiance élevé*). Les systèmes d'alerte précoce et les programmes d'éducation du public sur les changements environnementaux, élaborés et mis en œuvre en tenant compte du contexte local et culturel, peuvent réduire ces risques (*degré de confiance élevé*). L'aménagement et la gestion du littoral sur la base des projections d'élévation du niveau de la mer réduiront le nombre de personnes et la quantité de biens exposés (*degré de confiance élevé*), mais les politiques passées d'aménagement du littoral entravent le changement (*degré de confiance élevé*). Les flux financiers actuels sont inégaux au niveau mondial et globalement insuffisants pour faire face aux coûts prévus des impacts climatiques sur les systèmes socioécologiques côtiers et marins (*degré de confiance très élevé*). Une gouvernance inclusive qui a) s'adapte à une vie marine changeante sur le plan géographique, b) soutient financièrement les transformations humaines nécessaires, c) assure une éducation efficace du public et d) intègre les preuves scientifiques, les connaissances autochtones et les savoirs locaux pour gérer les ressources de manière durable est celle qui est la plus à même de réduire la vulnérabilité humaine face à toutes les modifications prévues des services écosystémiques marins et côtiers (*degré de confiance très élevé*). {3.5.3, 3.5.5, 3.5.6, 3.6.3, encadré 3.4, encadré interchapitre Maladies, chapitre 2, encadré interchapitre Élévation du niveau de la mer dans le chapitre 3}.

*Solutions, arbitrages, risque résiduel, décisions et gouvernance*

**L'homme s'adapte déjà aux changements induits par le climat dans les systèmes marins et si d'autres mesures d'adaptation seront nécessaires même dans les scénarios à faibles émissions (*degré de confiance élevé*), une adaptation transformatrice sera d'autant plus essentielle dans les scénarios à fortes émissions (*degré de confiance élevé*).** Les scénarios à faible taux d'émission offrent un plus large éventail d'options d'adaptation fondées sur la nature, réalisables, efficaces et à faible risque (par exemple, restauration, revégétalisation, conservation, systèmes d'alerte précoce pour les événements extrêmes et éducation du public) (*degré de confiance élevé*). Dans les scénarios à fortes émissions, les options d'adaptation (par exemple, infrastructures matérielles pour la protection des côtes, migration ou évolution assistée, diversification des moyens de subsistance, migration et relocalisation des populations) sont plus incertaines et nécessitent des changements de gouvernance transformateurs (*degré de confiance élevé*).

L'adaptation transformatrice devra réinventer les institutions pour surmonter les obstacles découlant des précédents historiques, en réduisant les barrières actuelles à l'adaptation aux changements climatiques dans les secteurs culturel, financier et de la gouvernance (*degré de confiance élevé*). Sans transformation, les inégalités mondiales risquent de s'accroître entre les régions (*degré de confiance élevé*) et des conflits entre les juridictions pourraient apparaître et s'intensifier. {3.5, 3.5.2, 3.5.5.3, 3.6, 3.6.2.1, 3.6.3.1, 3.6.3.2, 3.6.3.3, 3.6.4.1, 3.6.4.2, 3.6.5, encadré interchapitre sur l'élévation du niveau de la mer dans le chapitre 3, encadré interchapitre Maladies dans le chapitre 2}

**Les options d'adaptation disponibles ne permettent pas de compenser les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes marins et les services qu'ils fournissent (*degré de confiance élevé*). Mises en œuvre à des échelles appropriées, elles peuvent, lorsqu'elles sont associées à des mesures d'atténuation ambitieuses et urgentes, réduire de manière significative ces impacts (*degré de confiance élevé*).** De plus en plus d'éléments d'information tirés des mesures d'adaptation mises en œuvre indiquent que la gouvernance à plusieurs niveaux, les systèmes d'alerte précoce pour les aléas marins associés au climat, les prévisions saisonnières et dynamiques, la restauration des habitats, la gestion écosystémique, la gestion climato-compatible et la pêche durable sont des options qui tendent à être à la fois réalisables et efficaces (*degré de confiance élevé*). Les aires marines protégées, telles qu'elles sont actuellement mises en œuvre, ne confèrent pas de résistance face au réchauffement et aux vagues de chaleur (*degré de confiance moyen*) et ne devraient pas fournir une protection importante contre les impacts climatiques après 2050 (*degré de confiance élevé*). Cependant, elles peuvent beaucoup contribuer à l'adaptation et à l'atténuation si elles sont conçues pour faire face aux changements climatiques, mises en œuvre de manière stratégique et bien gérées (*degré de confiance élevé*). La restauration de l'habitat limite la perte liée aux changements climatiques de services écosystémiques, y compris la biodiversité, la protection des côtes, l'utilisation récréative et le tourisme (*degré de confiance moyen*), présente des avantages en matière d'atténuation à l'échelle locale et régionale (par exemple, via la séquestration du carbone par les écosystèmes à « carbone bleu ») (*degré de confiance élevé*) et peut préserver les stocks de poissons dans un climat plus chaud (*preuves limitées*). Des mesures d'atténuation ambitieuses et rapides à l'échelle mondiale offrent davantage d'options et de voies d'adaptation pour préserver les écosystèmes et leurs services (*degré de confiance élevé*). {3.4.2, 3.4.3.3, 3.5, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.5.4, 3.5.5.5, 3.6.2.1, 3.6.2.2, 3.6.2.3, 3.6.3.1, 3.6.3.2, 3.6.3.3, 3.6.5, figure 3.24, figure 3.25}

**Les solutions fondées sur la nature pour l'adaptation des écosystèmes marins et côtiers peuvent avoir de multiples retombées positives lorsqu'elles sont bien conçues et mises en œuvre (*degré de confiance élevé*), mais leur efficacité diminue sans des actions d'atténuation ambitieuses et urgentes (*degré de confiance élevé*).** Les solutions fondées sur la nature, telles que la gestion écosystémique, les approches de conservation intelligentes face au climat (comme la pêche et la conservation climato-compatibles et la restauration des habitats côtiers, peuvent être efficaces par rapport au coût et générer des avantages sociaux, économiques et culturels tout en contribuant à la conservation de la biodiversité marine et à la réduction des facteurs anthropiques cumulés (*degré de confiance élevé*). L'efficacité des solutions fondées sur la nature diminue avec le réchauffement ; la conservation et la restauration ne suffiront pas à elles seules à protéger les récifs coralliens au-delà de 2030 (*degré de confiance élevé*) et les mangroves au-delà des années 2040 (*degré de confiance élevé*). La multidimensionnalité des impacts des changements climatiques et leurs interactions avec d'autres facteurs de stress anthropogéniques appellent des approches intégrées qui mettent en évidence les arbitrages et les synergies dans les différents secteurs et à différentes échelles spatiales et temporelles afin de renforcer la résilience des écosystèmes marins et côtiers et les services qu'ils fournissent (*degré de confiance élevé*). {3.4.2, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.5.3, 3.5.5.4, 3.5.5.5, 3.6.2.2, 3.6.3.2, 3.6.5, figure 3.25, tableau 3.sixième rapport d'évaluation}

**Les mesures d'adaptation liées au milieu marin, en particulier celles qui font appel à des solutions fondées sur la nature, s'attaquent aux inégalités existantes, intègrent des processus de prise de décision et de mise en œuvre justes et inclusifs et contribuent aux objectifs de développement durable de l'ONU (degré de confiance élevé).** Il existe des synergies essentiellement positives entre les options d'adaptation concernant la vie aquatique (objectif de développement durable n° 14), la lutte contre les changements climatiques (objectif 13) et les objectifs sociaux, économiques et de gouvernance (objectifs 1-12, 16-17) (*degré de confiance élevé*), mais la contribution potentielle des mesures d'adaptation liées au milieu marin à l'objectif Faim zéro (objectif 2) n'a pas été démontrée et est subordonnée à l'ampleur de l'action d'atténuation (*degré de confiance élevé*). En outre, les inégalités existantes et les pratiques bien ancrées sont un frein à des mesures efficaces et justes de lutte contre les changements climatiques dans les communautés côtières (*degré de confiance élevé*). Une dynamique se dessine en faveur d'une gouvernance internationale et régionale transformatrice qui favorisera des mesures d'adaptation marines et côtières globales et équitables tout en réalisant l'objectif 14 (*preuves solides*) et sans compromettre la réalisation des autres objectifs de développement durable.