



Synthèse de l'article

Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate

Mai 2021

Référence

Enric Sala, Juan Mayorga, Darcy Bradley, Reniel B. Cabral, Trisha B. Atwood, Arnaud Auber, William Cheung, Christopher Costello, Francesco Ferretti, Alan M. Friedlander, Steven D. Gaines, Cristina Garilao, Whitney Goodell, Benjamin S. Halpern, Audra Hinson, Kristin Kaschner, Kathleen Kesner-Reyes, Fabien Leprieur, Jennifer McGowan, Lance E. Morgan, David Mouillot, Juliano Palacios-Abrantes, Hugh P. Possingham, Kristin D. Rechberger, Boris Worm, Jane Lubchenco. *Nature* 592, 397–402 (2021).

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z>

Protéger l'océan pour la préservation de la biodiversité, l'approvisionnement en nourriture et l'atténuation du changement climatique.



Sommaire

Le rôle des aires protégées et de leur planification pour optimiser les objectifs multiples : protection de la biodiversité, production de ressources alimentaires marines, séquestration de carbone.....	2
Protection de la biodiversité.....	3
Production de ressources alimentaires marines.....	4
Stockage du carbone.....	5
Hiérarchisation multi-objectifs.....	6
Nécessité d'une coopération internationale.....	6
Discussion.....	7
Pour aller plus loin.....	8



L'océan mondial abrite une importante biodiversité, contenant des formes de vie et des ressources génétiques uniques qui fournissent des services écosystémiques importants. Cependant, les activités humaines compromettent la capacité de l'océan à fournir ces services et freinent l'expansion du système d'aires marines protégées. De nouveaux arguments scientifiques sont nécessaires pour mieux protéger l'océan.

La 15^e réunion de la Conférence des parties (COP15) de la Convention des Nations unies sur la diversité biologique (CDB), qui doit se tenir en 2021, devrait déboucher sur un accord mondial en faveur de la nature, avec un consensus émergent visant à protéger au moins 30 % de l'océan global d'ici 2030 (O'Leary *et al.*, 2016, Roberts *et al.*, 2020) afin d'atteindre les objectifs de conservation de la biodiversité et d'atténuation du changement climatique.

Les résultats de cette étude donnent du crédit à cet objectif et suggèrent qu'une augmentation substantielle de la surface des aires marines protégées et une répartition spatiale cohérente de ces dernières pourraient avoir un triple avantage : non seulement mieux protéger la biodiversité par rapport à l'existant, notamment des espèces remplissant les rôles fonctionnels les plus rares (voir le projet [FRB-Cesab Free](#)), mais aussi stimuler la productivité des pêcheries, en exploitant une moins grande surface mais avec de meilleurs rendements, et amoindrir les émissions de carbone remis en suspension par le chalutage alors qu'il est séquestré dans le substrat.

Le cadre méthodologique développé par les auteurs est suffisamment flexible pour intégrer les préférences des différents gouvernements ou parties prenantes dans l'identification des zones prioritaires, ce qui peut aider à motiver une expansion concertée de la protection des océans et contribuer à la résolution de trois grands défis auxquels l'humanité est confrontée pour ce 21^e siècle - à savoir le déclin de la biodiversité mondiale, la nécessité de nourrir une population croissante et l'impératif d'atténuer le changement climatique.

Enfin, ce cadre permet d'identifier les co-bénéfices généralisés découlant d'une protection élargie qui surmontent l'idée reçue selon laquelle la protection de la biodiversité n'est pas bénéfique pour le secteur de la pêche.

Le rôle des aires protégées et de leur planification pour optimiser les objectifs multiples : protection de la biodiversité, production de ressources alimentaires marines, séquestration de carbone

Les aires protégées, en particulier les zones sous protection forte, dans lesquelles les activités extractives et destructives telles que la pêche, l'exploitation minière et la destruction de l'habitat, sont interdites, sont des outils de gestion efficaces pour préserver et restaurer la biodiversité des océans et les services associés. Elles permettent notamment de rendre la gestion conventionnelle des pêches plus résiliente et contribuent à l'atténuation du changement climatique en protégeant les stocks de carbone marin (Sala et Giakoumi, 2018, Worm *et al.*, 2006, Lester *et al.*, 2009, Roberts *et al.*, 2017).

Pourtant, en mars 2021, selon les données de l'[atlas des aires marines protégées](#), seulement 7 % de la superficie des océans a été désignée ou proposée comme aire protégée, avec seulement 2,7 % sous protection forte. Ce faible niveau de protection des océans s'explique en partie par les conflits entre protection et exploitation. Plutôt que de considérer que protection et exploitation s'excluent nécessairement, les auteurs montrent qu'une planification stratégique de la conservation peut simultanément produire des avantages pour la conservation de la biodiversité, l'approvisionnement en nourriture et le stockage du carbone.



Les efforts précédents pour identifier les priorités de conservation globale des océans se sont principalement concentrés sur des définitions étroites de la biodiversité et ont ignoré d'autres aspects clés tels que les rôles fonctionnels et l'histoire évolutive des espèces. De plus, le fait de se concentrer sur un seul objectif dans un océan à usages multiples aboutit souvent à des compromis importants qui réduisent les effets de la conservation.

Pour surmonter ces limitations, les auteurs ont développé une méthode de planification des aires protégées pour optimiser concomitamment les objectifs de protection de la biodiversité, d'approvisionnement en nourriture et d'amointrissement des émissions du carbone par chalutage. Ce cadre tient compte des impacts humains qui peuvent être atténués par des aires hautement ou entièrement protégées et ceux qui ne peuvent pas être atténués par des aires marines protégées (par exemple, la pollution par les nutriments, le réchauffement et l'acidification des océans). Cette méthode cherche à maximiser les bénéfices de la protection par rapport à un scénario de maintien du *statu quo* (c'est-à-dire un monde sans protection supplémentaire par rapport à la situation actuelle).

Protection de la biodiversité

La biodiversité marine englobe de nombreux niveaux de complexité, des gènes aux écosystèmes. Les auteurs ont cherché à identifier les zones où les aires marines protégées seraient les plus efficaces en matière de conservation de la biodiversité, notamment la réduction du risque d'extinction des espèces, le maintien d'une diversité d'espèces à la fois en termes de caractéristiques fonctionnelles (traits) et en termes d'histoire évolutive (diversité phylogénétique). À cette fin, les auteurs ont défini le bénéfice pour la biodiversité d'un réseau donné d'aires protégées comme étant la somme pondérée du gain marginal de la persistance de caractéristiques spécifiques de la biodiversité résultant de la suppression des impacts habituels dans un scénario de maintien du *statu quo* (pour plus de détails consulter la partie méthodologique de la publication : <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03371-z>).

Les principaux résultats montrent que les zones prioritaires pour optimiser la conservation de la biodiversité sont réparties comme suit :

- Au sein des zones faisant partie des 10 % les plus prioritaires, 90 % d'entre elles se trouvent dans les 200 miles de zones économiques exclusives (ZEEs), administrées par des nations côtières. Ces ZEEs abritent une biodiversité irremplaçable et sont souvent fortement affectées par des activités humaines qui peuvent être réduites par des mesures de conservation comme les aires protégées.
- Il y a également de nombreuses zones prioritaires en haute mer, notamment autour des monts sous-marins, des plateaux *offshores* et des biotopes biogéographiquement uniques comme la péninsule Antarctique, la dorsale médio-atlantique, le plateau des Mascareignes, la dorsale de Nazca et la dorsale sud-ouest de l'Inde.

Les bénéfices pour la biodiversité mondiale augmentent de façon extrêmement importante lorsque l'on augmente, même modérément, la surface à protéger au sein des zones prioritaires. **Ainsi, 90 % des bénéfices potentiels des aires protégées pourraient être atteints en protégeant stratégiquement 21 % de l'océan, ce qui représente 43 % des ZEEs et 6 % de la haute mer.** Cette mesure augmenterait considérablement la protection moyenne des espèces considérées en danger d'extinction (statut EN de l'IUCN) et en danger critique d'extinction (statut CR de l'IUCN), dont le taux de protection passerait de 1,5 % à 82 % et de 1,1 % à 87 %, respectivement.

Le changement climatique modifie et modifiera la répartition géographique des espèces marines. Par conséquent, les avantages des réseaux d'aires protégées conçus pour les conditions actuelles peuvent changer à l'avenir. Afin d'évaluer ces changements, les auteurs ont réévalué leur priorisation de conservation en utilisant les distributions d'espèces pour 2050 dans le cadre d'un scénario de «fortes émissions de gaz à effet de serre» (Giec, scénario A2) :

- Environ 80 % des zones qui font partie des 10 % les plus prioritaires sur le critère de la biodiversité le resteront en 2050.
- Certaines régions tempérées et certaines parties de l'Arctique seraient classées parmi les priorités les plus élevées en matière de conservation de la biodiversité d'ici 2050.
- De vastes zones de haute mer situées entre les tropiques et l'hémisphère sud seraient moins prioritaires.

Production de ressources alimentaires marines

Dans les aires à protection forte ou en protection intégrale, la biomasse des poissons et invertébrés commerciaux augmente au fil du temps et, si les conditions biologiques sont favorables, elle peut également accroître la productivité des zones pêchées aux alentours de la zone protégée par le biais de la prolifération des adultes et des larves (Goni *et al.*, 2011, Halpern *et al.*, 2010, Lynham *et al.*, 2020), y compris dans les zones de surpêche.

Les zones prioritaires qui permettraient d'améliorer les rendements futurs des pêcheries ont été identifiées en modélisant les effets d'une protection sur 1 150 stocks marins exploités commercialement (représentant environ 71 % du rendement maximal durable mondial), tout en tenant compte de leur statut de gestion actuel, de leur niveau d'exploitation, de la redistribution de l'effort de pêche et des attributs biologiques pertinents.

Deux hypothèses ont été étudiées pour anticiper la redistribution de l'effort de pêche après la mise en place d'une aire protégée : la première suppose que l'effort de pêche se déplace vers les zones de pêche restantes en dehors des zones protégées. Le second suppose l'absence de redistribution, de sorte que l'effort de pêche en dehors de la zone protégée reste constant.

- Dans l'hypothèse d'un déplacement total de l'effort de pêche, les aires marines stratégiquement placées et couvrant 28 % de l'océan pourraient augmenter l'approvisionnement en ressources alimentaires marines de 5,9 millions de tonnes par an en comparaison d'un scénario de maintien du *statu quo*, sans protection supplémentaire et avec une pression de la pêche non diminuée. Pour atteindre 90 % de ce potentiel, une protection stratégique de 5,3 % de l'océan est suffisante. De plus, ce résultat ne reflète que les stocks riches en données et en incluant tous les stocks à l'échelle mondiale l'augmentation du rendement pourrait en réalité être de 8,3 millions de tonnes par an.
- Dans l'hypothèse d'un effort de pêche constant en dehors des nouvelles zones protégées, l'approvisionnement en nourriture serait là encore supérieur à celui issu du scénario *statu quo* à hauteur de 5,2 millions de tonnes par an (7,3 millions de tonnes en incluant tous les stocks) et la superficie nécessaire à protéger pour obtenir 90 % de ces avantages serait ramenée à 3,8 % de la superficie totale de l'océan, donc un fort gain pour un effort relativement faible de protection supplémentaire.

Les zones présentant le plus grand potentiel d'approvisionnement en nourriture sont situées dans les ZEEs qui fournissent actuellement 96 % des prises de pêche mondiales et hébergent la plupart des pêcheries surexploitées du monde.

Stockage du carbone

Les sédiments marins constituent le plus grand réservoir de carbone organique de la planète et sont cruciaux pour le stockage du carbone à long terme, car sans perturbation, le carbone organique séquestré dans les sédiments marins peut y rester pendant des millénaires (Atwood *et al.*, 2020, Estes *et al.*, 2019).

Cependant, la perturbation de ces réserves de carbone peut re-minéraliser le carbone sédimentaire en CO₂ et donc accroître l'acidification des océans, réduire le pouvoir tampon de l'océan et potentiellement contribuer à l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère. Ainsi, la protection des fonds marins riches en carbone est une solution naturelle efficace pour lutter contre le changement climatique (Roberts *et al.*, 2017, Griscom *et al.*, 2017).

En utilisant les informations transmises par satellite sur l'activité de pêche des chalutiers entre 2016 et 2019, agrégées à une résolution de 1 km², les auteurs estiment que 4,9 millions de km², soit 1,3 % de l'océan mondial, sont chalutés chaque année. Cette perturbation des fonds marins se traduit par une émission de CO₂ aqueux estimée à 1,47 Pg (1 Pg = 1 milliard de tonnes), en raison de l'augmentation du métabolisme du carbone dans les sédiments au cours de la première année suivant le chalutage. Si le chalutage se poursuit les années suivantes, les émissions diminuent à mesure que les stocks de carbone des sédiments s'épuisent. Cependant, après 9 ans de chalutage continu les émissions se stabilisent à environ 40 % des émissions de la première année, soit environ 0,58 Pg de CO₂. Si l'intensité et l'empreinte du chalutage restent constantes, les émissions de carbone des sédiments se maintiendront donc à environ 0,58 Pg CO₂ jusqu'à environ 400 ans de chalutage, après quoi tous les sédiments seront épuisés.

Bien qu'une émission de 1,47 Pg de CO₂ ne représente que 0,02% du carbone sédimentaire marin total, cela équivaut à 15-20 % du CO₂ atmosphérique absorbé par l'océan chaque année (Gruber *et al.*, 2019). Ce total est comparable aux estimations de la perte de carbone dans les sols terrestres causée par l'agriculture (Davidson *et Akerman*, 1993). De plus, l'augmentation de la teneur en CO₂ dans la colonne d'eau et les eaux interstitielles des sédiments peut avoir des effets complexes, potentiellement massifs et encore mal connus sur le cycle du carbone marin, la productivité primaire et la biodiversité (Atwood *et al.*, 2020, Legge *et al.*, 2020).

Les travaux ont permis d'identifier les zones où les aires protégées peuvent efficacement empêcher la reminéralisation du carbone des sédiments en CO₂ aqueux en raison des perturbations anthropiques. Les zones prioritaires sont situées là où les stocks de carbone sont les plus importants et les menaces anthropiques sont les plus élevées, notamment dans la ZEE chinoise, les zones côtières atlantiques de l'Europe et les zones d'*upwelling* productives.

L'étude a aussi permis d'identifier que les pays avec le plus grand potentiel pour contribuer à l'atténuation du changement climatique par la protection des stocks de carbone sont ceux qui possèdent de grandes ZEEs et d'importantes pêcheries industrielles de chalutage de fond. Le bénéfice global tiré de la protection du carbone sédimentaire est important, car l'empreinte spatiale du chalutage de fond est faible. **Il est possible d'éliminer 90 % du risque actuel de perturbation du carbone dû au chalutage de fond grâce à une protection stratégique d'uniquement 3,6 % de l'océan (principalement dans les ZEEs), là encore des gains substantiels pour un effort supplémentaire de protection restreint.**

Hierarchisation multi-objectifs

Trois analyses distinctes ont été réalisées pour pouvoir hierarchiser les actions nécessaires pour créer une solution multi-objectifs :

1. Explorer les synergies entre les objectifs en superposant des cartes d'aires marines à protéger en priorité et à objectif unique pour atteindre 90% des bénéfices de chaque objectif :

- Les zones combinant les trois objectifs sont essentiellement situées au sein des ZEEs et couvrant 0,3 % de l'océan mondial.
- Les zones combinant deux objectifs sur trois couvrent 2,7 % de la superficie totale des océans.

→ Dans ce cas, les zones à protégées sont peu étendues.

2. Estimer les co-bénéfices qui découleraient de la priorisation d'un seul objectif :

- Atteindre 90 % du bénéfice relatif à la biodiversité permettrait engendrerait un bénéfice de 89 % pour les émissions de carbone, mais au prix d'une perte de 27 millions de tonnes de poissons capturables.

→ Dans ce cas, des compromis importants doivent être consentis.

3. Effectuer une approche de hierarchisation multi-objectifs qui permet aux parties prenantes d'accorder un poids (i.e., niveau de priorité) à chaque objectif pour maximiser les avantages nets sur une gamme de préférences possibles. Des poids égaux peuvent être attribués à chacun des trois objectifs, mais c'est rarement le cas en conditions réelles. Par exemple, en choisissant les deux objectifs de protection de la biodiversité et de l'approvisionnement alimentaire et en considérant ici le stockage du carbone comme un co-bénéfice (poids = 0), les diverses pondérations modifient les bénéfices finaux :

- Si la société accordait autant de valeur aux avantages de la biodiversité qu'aux avantages liés à l'approvisionnement alimentaire, la stratégie de conservation optimale serait de protéger 45 % de l'océan, fournissant 71 % des bénéfices maximums possibles en termes de biodiversité, 92 % des bénéfices possibles en termes d'approvisionnement alimentaire et 29 % des avantages liés au carbone.
- Les résultats suggèrent également qu'en protégeant jusqu'à 71 % de l'océan, nous protégerions 91 % de la biodiversité, 48 % du carbone stockés, sans changement des rendements futurs de la pêche.
- Si, au contraire la société n'accordait aucune valeur à la biodiversité, la stratégie optimale nécessiterait la protection de 28 % de l'océan, ce qui représenterait un gain net de 5,9 millions de tonnes en ressources alimentaires marines (8,3 millions de tonnes en tenant compte des stocks non évalués) et, accessoirement, 35 % de la protection de la biodiversité et 27 % de la protection des stocks de carbone.
- Ce n'est que dans le cas où la biodiversité est jugée comme un poids négatif, qu'il serait optimal de protéger moins de 28 % de l'océan. En supposant qu'il n'y ait pas de redistribution de l'effort de pêche après la protection, l'analyse donne un résultat légèrement différent. Dans ce cas, il faudrait protéger seulement 12 % de l'océan pour obtenir le même gain de pêche.

Nécessité d'une coopération internationale

Au-delà d'identifier les zones de protection prioritaires, l'étude a aussi démontré toute l'importance de devoir raisonner à l'échelle internationale plutôt que nationale en vue d'optimiser les bénéfices sur la biodiversité, l'approvisionnement en nourriture et les émissions de carbone. Pour le démontrer, les auteurs ont calculé les avantages cumulés pour la biodiversité, de la zone la plus prioritaire à la moins prioritaire et ce pour trois scénarios différents :

- (1) L'expansion systématique des aires marines protégées est réalisée sur l'océan global et donc sans considération des priorités nationales.
- (2) L'expansion systématique des aires marines protégées est réalisée au sein de chaque ZEE (et donc quel que soit le niveau de priorité de chaque ZEE).
- (3) L'allocation des aires marines protégées est réalisée de manière aléatoire.

Les auteurs constatent qu'un effort coordonné à l'échelle mondiale pourrait permettre d'atteindre 90 % du bénéfice maximal possible en matière de biodiversité avec moins de la moitié de la surface océanique sous protection, basée uniquement sur les priorités nationales (21 % contre 44 % de la surface de l'océan, respectivement).

Une analyse comparable des priorités mondiales pour étendre le réseau d'aires protégées terrestres a également révélé d'importants gains d'efficacité grâce à une coordination mondiale (Montesino Pouzols *et al.*, 2014). Une approche aléatoire de la conservation est moins efficace et nécessiterait de protéger 85 % de l'océan pour obtenir les mêmes résultats.

Discussion

Il existe un consensus croissant sur le fait que la conservation des océans peut apporter des avantages durables en matière de biodiversité, d'atténuation du changement climatique et de sécurité alimentaire.

Le cadre développé par les auteurs montre qu'une planification stratégique de la conservation peut concilier des objectifs souvent considérés contradictoires, en utilisant une priorisation stratégique et efficace pour les aires marines protégées à l'échelle mondiale.

Ces résultats soulignent la nécessité d'un investissement plus important dans les aires marines protégées, quelle que soit les préférences des acteurs concernés. Un tel changement, ainsi que les améliorations requises en matière d'application et de conformité, pourraient être difficiles à mettre en œuvre.

Une voie possible consiste à améliorer le niveau de protection et l'efficacité de la gestion des aires marines existantes, aujourd'hui faiblement protégées et qui sont situées dans les zones de protection prioritaires, afin qu'elles soient plus efficaces et puissent offrir tous leurs avantages. Les chercheurs ont constaté que ces objectifs ne peuvent pas être atteints par quelques pays à eux seuls, surtout si l'on tient compte des co-bénéfices. Il y a donc un rôle important de coordination à jouer pour la plupart des pays côtiers pour contribuer à la réalisation de chacun des objectifs considérés.

Les préoccupations relatives aux inégalités potentielles entre les pays devront être prises en charge par la coopération internationale, y compris grâce à des mécanismes de financement durables pour réduire les charges potentielles à court terme pesant sur les nations dont les ZEE sont de grande taille et dont le niveau de priorité de protection est important.

Les avantages liés à l'approvisionnement en ressources alimentaires marines nécessitent également une meilleure gestion des pêches qui devrait aller de pair avec des efforts de conservation améliorés, par exemple, en abordant les problèmes potentiels associés à la redistribution de l'effort de pêche. Les aires protégées ne sont pas considérées dans cette étude comme le meilleur outil de gestion des pêches, mais ses résultats montrent plutôt que les aires protégées peuvent améliorer le rendement des pêches, tout en protégeant la biodiversité, les stocks de carbone et d'autres services écosystémiques.

Les aires protégées et la gestion responsable de la pêche ne s'excluent donc pas mutuellement ; elles sont plutôt complémentaires et permettent en plus de lutter contre le changement climatique.



Pour aller plus loin

L'analyse repose sur une série d'hypothèses :

- La distribution actuelle des impacts humains est une bonne approximation pour estimer les impacts découlant d'une stratégie « sans protection supplémentaire ». Cependant, les impacts humains sur l'océan sont dynamiques et continueront d'évoluer à l'avenir. Néanmoins, les menaces actuelles ont souvent des effets durables qui sont bien pris en compte par le cadre présenté ici. Les auteurs ont également développé un scénario du pire cas, dans lequel ils supposent que tout ce qui n'est pas protégé sera détruit.
- La distribution relative aux impacts humains reste constante après la protection d'une zone donnée. Par exemple, il est supposé que l'effort de pêche se redistribue dans l'aire de répartition d'un stock proportionnellement à l'effort de pêche avant la protection. Au contraire, si l'effort de pêche se déplaçait majoritairement vers des zones qui étaient auparavant moins pêchées, si l'effort de pêche se concentrait près des aires protégées ou si l'effort de pêche total augmentait, les résultats seraient probablement différents.
- La variabilité des populations et des captures n'ont pas été introduites dans l'analyse. Or les aires marines protégées sont connues pour réduire la variabilité des populations et des captures. La prise en compte plus explicite de ces variabilités permettrait de renforcer les avantages des aires marines protégées. Les zones protégées ont également tendance à augmenter l'abondance des espèces cibles des grands prédateurs, avec des effets possibles sur la chaîne alimentaire qui ne peuvent pas être facilement pris en compte et qui dépassent le cadre de cette analyse (Caselle *et al.*, 2015).
- Les résultats relatifs au carbone libéré par le chalutage présentent une très bonne estimation préliminaire, basée sur les données disponibles, mais d'autres recherches sont nécessaires pour vérifier ces estimations à différentes échelles.
- La combinaison d'ensembles de données mondiales disparates introduit une incertitude dans les résultats.
- Il est nécessaire de réaliser des analyses régionales pour mieux déterminer les zones prioritaires pour les aires marines protégées à cette échelle. Cette analyse peut également être étendue pour modéliser explicitement les coûts d'une meilleure protection des océans (Mc Crea-Strub *et al.*, 2011) et pour inclure des bénéfices supplémentaires tels que l'augmentation des revenus du tourisme (Costello *et al.*, 2016), l'amélioration du bien-être humain (Ban *et al.*, 2019) et les économies dues à l'amélioration de la protection contre les inondations et les tempêtes dans les habitats côtiers (Barbier *et al.*, 2018). La réduction des émissions de CO₂ grâce à la réduction de l'effort de chalutage pourrait également générer des crédits carbone, et fournir une opportunité significative pour financer la création d'aires protégées.

synthèse Hélène Soubelet,
directrice de la FRB

relecture Marie-Claire Danner,
responsable scientifique au sein de la TSU de
l'évaluation Ipbès sur l'usage durable des espèces
sauvages

Arnaud Auber,
chercheur à l'Ifremer, membre du projet Free,
porteur du projet FRB-Cesab Maestro et co-auteur
de la publication

David Mouillot,
Professeur à l'Université de Montpellier, porteur
du projet FRB-Cesab Pelagic et co-auteur de
publication