

# Océans : les écosystèmes marins face au réchauffement



© IRD/G. Di Raimondo

Gorgones  
et bancs de poissons  
en Papouasie occidentale,  
Indonésie.

**A**u cœur de la machine climatique terrestre, les océans subissent de plein fouet le changement climatique. Les effets observés aujourd’hui sur le milieu océanique sont nombreux : changements de la température de l’eau et des teneurs en oxygène, acidification, élévation du niveau de la mer, etc. Ces modifications physiques et biogéochimiques, et dans une moindre mesure la sévérité des événements extrêmes, influent sur les conditions de vie dans les océans. La répartition géographique des espèces ainsi que la dynamique des écosystèmes vont subir de profondes perturbations dans les décennies à venir et affecter les pêcheries au niveau mondial. Le déplacement des espèces vers les pôles conduira en particulier à une baisse des ressources halieutiques dans les régions tropicales compromettant la sécurité alimentaire dans nombre de pays du Sud.

## La vie océanique sous contrainte environnementale

### Les océans se réchauffent et s’acidifient

Les océans ont absorbé entre 1971 et 2010 90 % de l’augmentation de l’énergie stockée dans le système climatique terrestre. Ce gigantesque réservoir d’énergie voit donc sa température augmenter sous l’influence du réchauffement global. Selon le 5<sup>e</sup> rapport

du Giec, le réchauffement de l'océan superficiel est en moyenne de 0,11 °C par décennie entre 1971 et 2010. Les océans ont également un pouvoir régulateur vis-à-vis du carbone, en absorbant une partie du dioxyde de carbone émis par les activités anthropiques. Les chercheurs ont longtemps pensé que cette absorption du CO<sub>2</sub> était sans conséquence importante pour les océans et pour les organismes qui y vivent. Mais ils se sont rendu compte, il y a une quinzaine d'années, que la dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau de mer entraîne son acidification.

### Le rôle de l'environnement sur la vie océanique

Ces modifications physiques et biogéochimiques influent sur les conditions de vie dans les océans. En effet, l'environnement a un rôle dominant sur les dynamiques de populations de poissons. Cette influence est connue depuis les travaux de Johan Hjort au début du XX<sup>e</sup> siècle. Les études des carottes de sédiments océaniques permettent, grâce aux dépôts d'écaillés, d'estimer l'abondance en poissons depuis plus de 20 000 ans. Elles ont montré que les stocks de sardines ou d'anchois présentaient de très grandes variations d'amplitude en fonction des conditions climatiques.

Remontée  
du chalut servant  
à l'échantillonnage  
des poissons  
lors d'une campagne  
océanographique  
de l'Institut de la mer  
du Pérou.



© IRD/A. Bertrand

L'environnement influe en particulier sur les conditions de reproduction des différentes espèces. Les poissons pondent des œufs en grand nombre, leur petite taille (environ 1 mm) assurant leur flottaison. Mais 99 % des œufs meurent dans les premiers jours et la vie du 1 % restant est fortement conditionnée par des facteurs environnementaux. Des études récentes menées par l'IRD montrent que le nombre de parents n'expliquerait que 10 % de l'abondance d'une population. Les 90 % restants seraient liés au climat et aux relations écosystémiques. Les changements observés dans les océans influent donc largement sur le cycle de vie des espèces. Mais ils ont également des effets sur le métabolisme des individus (croissance, respiration, etc.), sur les interactions entre espèces (proie-prédateur, hôte-parasite, etc.) et sur les habitats.

## Des effets en cascade sur la biodiversité marine

### Le réchauffement de l'eau modifie la distribution des espèces

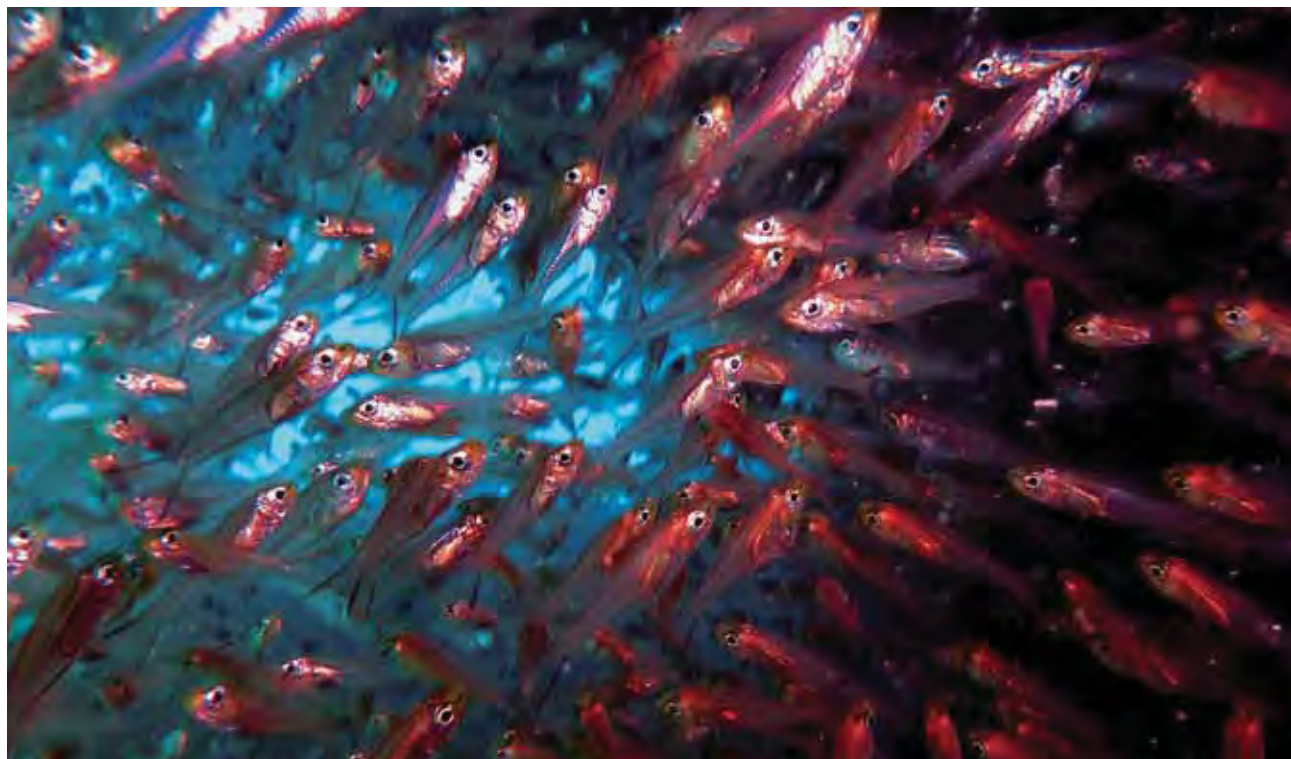
Poissons et invertébrés marins réagissent directement au réchauffement des océans en se déplaçant, généralement vers les plus hautes latitudes et les eaux plus profondes. Ces migrations leur permettent de rester dans des habitats dont la température est conforme à leurs besoins. Pour de nombreuses espèces étudiées, on constate que la vitesse de déplacement en direction des pôles atteint plus de 50 km par décennie. Des espèces de phytoplancton se sont déplacées de près d'un millier de kilomètres en quelques dizaines d'années, en réaction au réchauffement des eaux. Ces vitesses de migration enregistrées en milieu marin paraissent plus rapides qu'en milieu terrestre.

Mais le réchauffement de l'eau modifie également les cycles biologiques et l'abondance des organismes marins, du plancton aux grands prédateurs. Le calendrier de nombreuses étapes du développement biologique, telles que la reproduction et la migration des invertébrés et des poissons, mais aussi celles des oiseaux de mer, est devenu

Myriades d'alevins en éclosion dans les eaux de Nouvelle-Calédonie.

Le réchauffement des océans modifie les dates d'éclosion des œufs et, plus largement, le cycle biologique des organismes marins.

© IRD/B. Preuss





## L'écosystème du courant de Humboldt transformé par l'intensification de l'*upwelling*

Au large du Pérou et du Chili, le courant de Humboldt est un écosystème océanique d'une formidable productivité qui subit les perturbations climatiques du Pacifique. Un large travail interdisciplinaire des chercheurs de l'IRD (unités Marbec, Locean, Legos) et de leurs partenaires permet d'évaluer le rôle du réchauffement climatique dans les évolutions de cet écosystème.

L'écosystème du courant de Humboldt est le champion du monde de la production halieutique. Il couvre moins de 0,1 % de la surface mondiale des océans, mais fournit plus de 10 % des captures de poissons de la planète. Cette productivité est engendrée par un phénomène de remontée d'eaux profondes, froides et riches en éléments nutritifs, l'*upwelling*. Ces eaux riches favorisent le développement d'énormes populations de plancton végétal et animal, qui alimentent une chaîne trophique comportant de nombreuses espèces de poissons, d'oiseaux et de mammifères marins.

Mais cet écosystème très riche est soumis à des contraintes environnementales très fortes : l'activité biologique et la faible ventilation des eaux conduisent à la formation d'une couche d'eau désoxygénée qui s'étend depuis quelques mètres sous la surface jusqu'à 800 m de profondeur. L'écosystème renferme la zone de minimum d'oxygène (ZMO) la plus étendue, la plus intense et la plus superficielle au monde.

Cette zone contraint de nombreuses espèces de poissons à se concentrer près de la surface, là où l'oxygène est plus abondant.

### Extension de la zone de minimum d'oxygène

L'impact du changement climatique sur le courant de Humboldt est d'ores et déjà perceptible. Alors que l'océan mondial se réchauffe, de façon paradoxale, la zone océanique qui borde les côtes péruviennes et chiliennes se refroidit depuis plus d'un siècle, à cause d'une intensification de l'*upwelling*. Riches en nutriments, ces remontées d'eaux froides et profondes augmentent également la productivité du système. Cette tendance favorise l'extension de la zone de minimum d'oxygène. En effet, l'augmentation de la quantité de matière organique qui va ensuite être dégradée par les bactéries accroît la consommation d'oxygène. Incapables de supporter les contraintes d'un habitat réduit, certaines espèces marines, comme la sardine, risquent à terme de disparaître de la zone.

Colonie de cormorans sur l'île de Pescadores au large des côtes du Pérou. Poissons, mammifères marins, oiseaux, l'ensemble de la chaîne trophique du littoral péruvien est touché par le changement climatique.

© IRD/G. Roudaut



Toujours sur les côtes péruviennes, des travaux récents montrent que le réchauffement de l'eau augmente également la stratification des eaux océaniques. Autrement dit, la barrière physique entre l'eau de surface et la zone désoxygénée se renforce (cette barrière est liée à une différence de densité entre les eaux chaudes et peu denses en surface et les eaux froides et denses en profondeur). Une des conséquences est que les tourbillons de la couche de surface de l'océan, qui forment de véritables oasis de vie en déformant cette barrière, pourraient voir leurs caractéristiques modifiées. Ces changements pourraient affecter directement les populations de poissons.

#### Qui du fou, du cormoran ou du pélican sortira gagnant ?

De nombreux oiseaux marins tirent profit de la grande richesse du système en « poissons fourrage ». Alors qu'on s'attendrait à rencontrer une espèce par niche, trois espèces (les fous, les cormorans et les pélicans) coexistent ici en très grand nombre, alors même qu'elles semblent occuper exactement la même niche écologique : elles se nourrissent en effet du même poisson et se reproduisent sur les mêmes sites. Des travaux récents montrent cependant que les trois espèces exploitent la ressource commune de manière sensiblement différente : le cormoran tire avantage de ses excellentes capacités de plongée pour exploiter les bancs d'anchois, même lorsqu'ils sont relativement profonds ; le fou, par sa stratégie de chasse en réseau et ses capacités de vol, peut tirer profit de l'anchois, même très dispersé sur de grandes étendues ; le pélican, enfin, piètre voilier et plongeur, a fait le choix d'une vie de noctambule, partant chasser sa proie

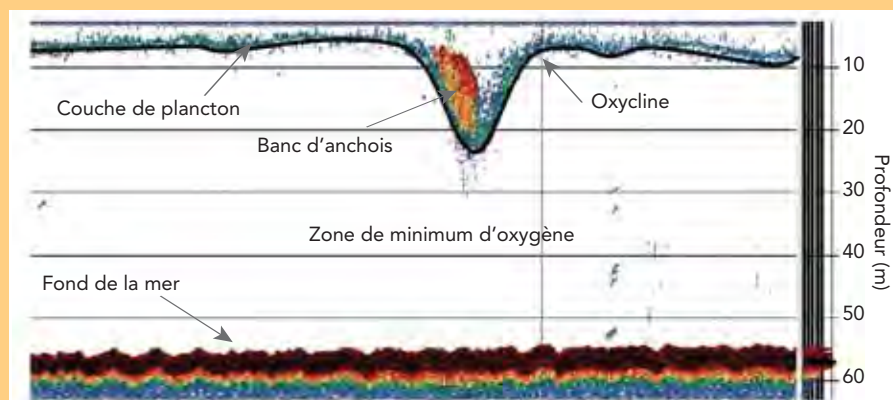
de nuit, lorsque celle-ci se disperse en couches lâches mais très proches de la surface. La variabilité climatique intrinsèque du système, conditionnant des changements brusques et fréquents dans la distribution des proies, donne alternativement l'avantage à l'une ou l'autre de ces trois espèces. Il s'agit probablement d'un facteur clé expliquant le maintien et la coexistence de ces trois grandes populations aviaires. Le changement climatique, en modifiant la structuration des masses d'eau et l'habitat des poissons fourrage, questionne la trajectoire future de ce fragile équilibre écologique. Fous et cormorans, chasseurs diurnes adaptés à exploiter les poissons agrégés dans les oasis de vie, céderont-ils du terrain au pélican, ce « picoreur » nocturne ? Les cormorans, qui produisent par ailleurs un guano de meilleure qualité, auront-ils encore des occasions d'exprimer leur avantage de plongeurs dans un écosystème plus stratifié ?

#### Fin de l'âge d'or

Cette fabuleuse productivité liée à l'*upwelling* est possible, car cet écosystème se trouve actuellement dans des conditions optimales. Comme l'ont montré des travaux de l'IRD, par vent trop faible, l'*upwelling* n'est pas efficace, donc le système est peu

productif, alors qu'un vent trop fort crée de la turbulence, dispersant ainsi la nourriture et les larves. Le vent le long des côtes du Pérou et du Chili est actuellement modéré (environ 5 m par seconde). Vers quel état va évoluer le système dans le futur, la question reste ouverte. Cependant, il est peu probable que l'actuel âge d'or de la prolifération des poissons (plus forte productivité des 20 000 dernières années) se poursuive à l'avenir.

Figure 21. Échogramme acoustique montrant la zone de minimum d'oxygène au Pérou. La limite (oxycline) entre les eaux superficielles oxygénées et la zone de minimum d'oxygène est à quelques mètres de profondeur. Les organismes sont donc concentrés dans une fine couche en surface et un banc d'anchois (zone rouge) se distribue dans une onde interne où l'oxycline est plus profonde. Source : IRD/Marbec.



plus précoce. Ainsi, au cours des cinquante dernières années, les pics de production de plancton ont lieu plus tôt pour de nombreuses espèces, avec une progression moyenne d'environ 4 à 5 jours par décennie. Si les autres espèces dépendantes de cette production printanière ne décalent pas leur cycle de ponte à la même vitesse que le plancton, leurs larves risquent alors de naître trop tard, quand la nourriture sera moins abondante.

### **L'effet amplificateur des interactions entre espèces**

Les effets en cascade, dus aux interactions entre espèces, sont également à prendre en compte dans les impacts liés au changement climatique. Dans le cas des interactions trophiques (proie-prédateur), les écologues savent depuis longtemps que la modification de l'abondance et de la répartition des consommateurs clés des chaînes alimentaires peut avoir d'importantes répercussions sur l'ensemble des espèces qui composent ces chaînes.

Parfois, les transformations du milieu et les interactions peuvent favoriser localement une plus grande densité de poissons. Il existe par exemple une relation bien établie entre la durée de la phase planctonique des larves et la température de l'eau : plus l'eau est chaude, plus cette phase planctonique est courte, parce que les larves se développent plus rapidement. En réduisant la durée de vie planctonique, particulièrement exposée à de multiples prédateurs, les taux de mortalité à cette étape sont réduits. En conséquence, le développement local des poissons concernés est favorisé, à condition qu'une nourriture suffisante et de taille adaptée soit disponible.

La compréhension des réponses au changement climatique, depuis les organismes jusqu'aux écosystèmes, constitue donc un défi majeur pour la recherche. Un autre niveau de complexité entre aussi en ligne de compte : l'adaptation. Les espèces peuvent en effet s'adapter aux modifications de leur milieu, voire à de nouvelles niches environnementales. Des observatoires de longue durée sont donc nécessaires pour suivre l'évolution des espèces.

## **Menaces sur les écosystèmes coralliens**

### **Le blanchissement des coraux**

Un impact connu du réchauffement de l'eau sur les coraux est le phénomène de blanchissement corallien. Lorsque la température de l'océan s'élève de quelques degrés, les coraux expulsent des algues microscopiques, les zooxanthelles, avec lesquelles ils vivent en symbiose. Ces organismes leur fournissent pourtant les éléments nutritifs



essentiels à leur développement. Sans elles, les coraux s'épuisent et perdent leurs couleurs, laissant alors apparaître leurs squelettes blancs. Le blanchissement peut ainsi conduire à la mort du corail et avoir un impact sur l'écosystème très riche des récifs.

Certains récifs du Pacifique touchés par de forts épisodes de blanchissement du corail il y a bientôt deux décennies ne sont jamais revenus à leur état initial. Des recherches sur des sites coralliens de l'océan Indien ayant subi un blanchissement massif, suite au phénomène climatique El Niño de 1997-1998, montrent également comment la diversité, la taille et la structuration des communautés de poissons suivent le déclin du récif corallien.

Mais, selon les chercheurs, ces épisodes de mortalité restent toutefois difficilement prédictibles. Si le stress thermique est un facteur de blanchissement, une cascade de processus complexes n'est pas encore élucidée. Des études récentes sur l'état de la barrière de corail en Nouvelle-Calédonie montrent par ailleurs que le phénomène de blanchissement y est peu présent. Les anomalies de température de la mer n'auraient probablement pas atteint les seuils critiques.

### **L'impact de l'acidification sur les organismes calcaires**

En diminuant la disponibilité en carbonate de calcium dans l'eau, l'acidification des océans affecte les organismes marins à coquille ou squelette calcaire, en particulier les coraux. Mais les recherches sur les effets de l'acidification commencent à peine. S'il est établi que les réponses des coraux et des algues calcaires à l'acidification diffèrent selon

Colonie corallienne en phase finale après blanchissement, dans les fonds marins de Tahiti.

Ce phénomène est dû à une augmentation anormale de la température de l'eau entraînant l'expulsion d'algues microsymbiotiques.



Encadré 15

### Cartographier les risques pour quantifier la vulnérabilité future des atolls

L'étude des extinctions massives de la biodiversité dans les atolls du Pacifique sud entre 1993 et 2012 a permis d'évaluer la vulnérabilité de ces écosystèmes face au changement climatique.

Plusieurs atolls fermés de l'océan Pacifique ont connu durant les dernières décennies des mortalités massives d'espèces benthiques et pélagiques, en lien notamment avec des conditions climatiques inhabituelles mais localisées.

Sur la base de huit événements de ce type, entre 1993 et 2012, dans onze lagons semi-fermés d'atolls isolés en Polynésie française, les chercheurs des unités Entropie et Locean et leurs partenaires ont identifié les seuils environnementaux (température, vent, houle) au-delà desquels l'écosystème est en péril.

Cette recherche a ainsi permis de quantifier la vulnérabilité des atolls étudiés, en fonction de seuils limites ayant déclenché des épisodes de mortalité par le passé.

Grâce à ces résultats, une cartographie des risques permet d'identifier les zones les plus vulnérables face à des variations futures des températures, de la houle et du vent. Les seuils environnementaux risquant d'être atteints plus fréquemment à l'avenir avec le changement climatique, les modèles d'évolution du climat peuvent également donner une idée de la vulnérabilité future des systèmes.

© IRD/S. Andrefouët



Platier d'îlot à Madang (Papouasie-Nouvelle-Guinée).

Entre changement climatique, pression environnementale et globalisation, les petits États insulaires d'Océanie cherchent un modèle de développement durable adapté à leur contexte spécifique.

l'espèce considérée, de nombreux travaux sont nécessaires afin de mieux comprendre les différences de vulnérabilité et les capacités spécifiques d'adaptation.

Des recherches en laboratoire montrent que, contrairement aux attentes, plusieurs espèces ne seront pas affectées par l'acidification des océans, alors qu'elles ne pourront pas survivre à un réchauffement de l'eau. Mais les projections globales sur le devenir des récifs coralliens face au changement climatique restent difficiles en l'état des connaissances actuelles.

L'acidification des océans pourrait également réduire la probabilité de survie de certains poissons, notamment d'espèces commerciales comme le cabillaud. Cette pression supplémentaire sur la ressource halieutique vient fragiliser un peu plus des stocks souvent largement exploités.



## Modéliser les effets du changement climatique sur les écosystèmes

Les premiers modèles globaux de l'impact du changement climatique sur la vie des océans ont estimé l'évolution de la répartition des espèces de poissons en fonction de la température de l'eau. Ces projections montrent le déplacement des espèces vers des latitudes plus hautes. La zone intertropicale enregistrerait en particulier une diminution du volume de poissons de 15 à 40 % d'ici 50 ans, selon les scénarios climatiques utilisés. Des modèles plus complexes, prenant en compte d'autres critères que la température, comme les changements biogéochimiques de l'océan, permettent progressivement d'améliorer les prédictions. Mais ces estimations à l'échelle du globe sont difficiles à décliner localement. En effet, les modifications de température ou d'acidification sont inégalement réparties dans les océans.



© Nasa

Le courant froid de Benguela remonte du sud vers le nord le long de la côte namibienne.

Encadré 16

### Un laboratoire virtuel pour évaluer l'impact du changement climatique sur les écosystèmes marins

Développé par l'unité Marbec, le modèle Osmose (*Object-oriented Simulator of Marine ecOSystem Exploitation*) représente en détail le cycle de vie de nombreuses espèces et leurs interactions. Croissance, prédation, reproduction, migration, sources de mortalité et autres processus dynamiques sont paramétrés en fonction des contraintes physiologiques et environnementales.

Ce modèle peut être considéré comme un laboratoire virtuel permettant d'évaluer, par exemple, les impacts liés à la pêche des prédateurs ou au réchauffement des océans. Le modèle Osmose E2E (*end-to-end*) a en particulier été développé pour intégrer les principales composantes des écosystèmes marins, depuis les aspects physiques, biogéochimiques

et biologiques, jusqu'aux scénarios économiques des pêches.

Appliqué à différents milieux, par exemple aux écosystèmes d'*upwelling* (Benguela, Humboldt), aux écosystèmes tempérés (déroit de Géorgie, golfe du Lion) ou tropicaux (golfe du Mexique, delta du Sine Saloum), ce modèle permet d'étudier les effets synergiques ou antagonistes de la pêche et de l'environnement.

Dans l'écosystème d'*upwelling* du Benguela sud par exemple, les résultats de simulations montrent que l'action combinée des facteurs pêche et intensité du vent conduit systématiquement à une biomasse de petits poissons pélagiques moins importante que ne le prévoit la simple addition de leurs effets séparés.

Une modélisation fine des écosystèmes marins est en particulier nécessaire pour évaluer les effets des interactions entre les différentes composantes du milieu. L'IRD s'est engagé depuis une quinzaine d'années dans la modélisation des écosystèmes pour développer des modèles génériques utilisables par une communauté large de chercheurs du Sud et du Nord. Ces modèles permettent également d'explorer les dynamiques futures des écosystèmes marins. Il s'agit-là d'un exercice difficile en termes de validation et de calibration des modèles, mais qui est aujourd'hui indispensable pour comprendre l'évolution du milieu marin dans un contexte de changement global (encadré 16).

## L'impact sur la pêche et la sécurité alimentaire mondiale

La pêche est notre dernière activité de prélèvement, à l'échelle industrielle, d'une ressource sauvage sensible aux fluctuations environnementales. Et la pression sur cette ressource s'accroît, alors que la consommation humaine augmente, résultat de la croissance démographique et des changements de comportement alimentaire. Le poisson est aujourd'hui la principale source de protéines animales pour un milliard de personnes à travers le monde. Or, les profondes perturbations des écosystèmes marins attendues dans les décennies à venir vont affecter encore davantage les pêcheries au niveau mondial, compromettant la sécurité alimentaire dans nombre de pays du Sud.

Pêche à la senne de *Sardinella aurita* au large de Joal au Sénégal. La remontée vers le nord des sardinelles sous l'effet du réchauffement des eaux modifie la carte des pêches.



© IRD/W. Turmine

Des projections du potentiel mondial de capture ont été faites, à l'horizon 2055, pour plus d'un millier d'espèces de poissons marins et d'invertébrés exploités. Elles montrent que le réchauffement de l'eau peut conduire à une redistribution à grande échelle du potentiel global de capture, avec une augmentation moyenne de 30 à 70 % dans les régions de haute latitude et une baisse pouvant aller jusqu'à 40 % dans les régions tropicales.

D'autres simulations plus récentes intègrent les effets biochimiques et écologiques dans l'évaluation des impacts. L'acidification des océans et la réduction de la teneur en oxygène pourraient abaisser les potentiels de capture de 20 à 30 % par rapport à des simulations faites sans tenir compte de ces facteurs. Les changements qui affectent la communauté phytoplanctonique pourraient de plus réduire le potentiel de capture projetée de 10 % environ.

### Les sardinelles remontent la côte nord-ouest africaine

La modélisation de la distribution des sardinelles en fonction des caractéristiques environnementales des milieux confirme une nette tendance de cette espèce des côtes ouest-africaines à migrer vers le nord. Sa remontée sur les côtes du Maroc en fait aujourd'hui une nouvelle ressource pour la pêche marocaine.

Pour modéliser la distribution des espèces de poissons marins, l'unité Lemar développe un outil de prévision associant les techniques des systèmes d'information géographique (SIG) et l'utilisation des données satellites. Cette méthode repose sur l'estimation des relations existant entre la présence effective des espèces à un endroit donné et les caractéristiques environnementales correspondantes. À partir de bases de données mondiales, les chercheurs ont collecté les enregistrements de présence d'un maximum d'espèces dans une zone allant de l'Afrique de l'Ouest au nord-est de l'Atlantique. Ils ont par ailleurs rassemblé 30 ans de données mensuelles de température de surface de la mer, ainsi que d'autres paramètres océaniques et bathymétriques. En croisant ces informations, ils ont caractérisé des enveloppes environnementales propres à chaque espèce. En projetant ensuite chaque enveloppe sur des séries de données environnementales (1981 à 2013), il leur est possible de modéliser la distribution potentielle des poissons étudiés et de suivre l'évolution de la limite nord et/ou sud de leur zone de distribution.

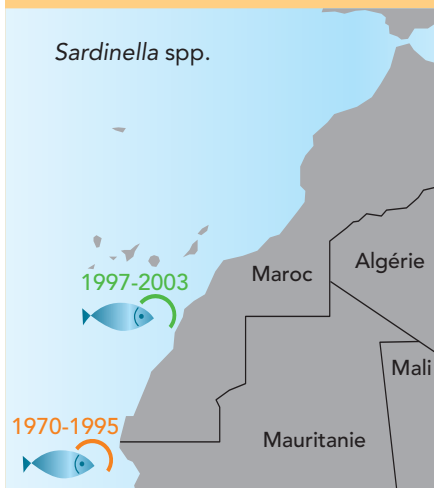
Les résultats montrent l'évolution de la zone de répartition de chaque espèce au fil du temps, avec une nette tendance à migrer vers le nord. Par exemple, le suivi des sardinelles, petits pélagiques qui préfèrent les eaux

relativement froides, montre l'apparition d'un nouveau stock dans les eaux marocaines au nord du Cap Blanc, limite habituelle du front thermique. Cette migration vers le nord a été confirmée par l'analyse microchimique des otolithes de cette espèce dans la zone Sénégal-Mauritanie-Maroc.

#### Les sardinelles, une nouvelle ressource pour le Maroc

Alors que le déplacement d'espèces est souvent considéré comme une contrainte, en particulier en termes de sécurité alimentaire, il peut être également source d'opportunités économiques, comme l'ont montré des chercheurs de l'unité Prodig et leurs partenaires de l'Institut national de recherche halieutique du Maroc. L'extension du stock de sardinelles sénégal-mauritanien aux eaux marocaines se traduit en effet par des captures dans les régions de Dakhla et Laâyoune au Maroc de l'ordre de 50 000 tonnes par an. Certains opérateurs de la filière marocaine des petits pélagiques ont su tirer profit de cette nouvelle réalité. Ils ont conclu des accords avec une partie des armateurs de la flotte sardinière pour s'assurer d'un approvisionnement en matières premières. Ils se sont également attachés à modifier les modes de conditionnement et de transformation de la sardine pour les adapter aux spécificités physiques et organoleptiques de la sardinelle.

Figure 22.  
Évolution de l'aire de distribution de *Sardinella* spp. au Maroc.  
Source : Institut national de recherche halieutique







© IRD-ifremer/Facio/M. Taquet

Banc de thons  
à nageoires jaunes  
dans l'océan Indien.  
La zone intertropicale  
enregistrerait  
une diminution  
du volume de poissons  
de 15 à 40 %  
d'ici 50 ans.

### **Le déplacement des espèces redessine la carte des pêches**

La baisse des stocks de poissons est en passe de transformer la carte des pêches, avec des effets directs sur la sécurité alimentaire et sur l'économie mondiale. Les produits de la pêche sont en effet l'une des ressources renouvelables les plus échangées sur la planète, et plus des deux tiers des poissons sont capturés dans les zones de pêche situées dans les pays du Sud. La diminution des captures dans cette zone induira une réorganisation de tout le système mondial de marché du poisson, en affectant grandement les pays de la zone intertropicale.

L'IRD, avec la communauté du Pacifique (CPS) et leurs partenaires français, australiens et américains, a étudié la réponse de la biomasse de poissons au changement climatique dans le Pacifique, en fonction des différents scénarios du Giec. D'après les modélisations effectuées, l'élévation de la température des eaux de surface, plus importante à l'ouest du bassin océanique, entraînerait la migration des thons vers la Polynésie, à l'est. La pêche des bonites, poissons de la famille des thonidés qui constituent 90 % des prises, sera très affectée. En effet, les zones de prises s'éloigneraient ainsi des côtes mélanésiennes, des îles Salomon ou encore de Papouasie-Nouvelle-Guinée. L'exode de ces thons en dehors des eaux territoriales de ces pays représentera une perte économique significative, en particulier parce que les droits de pêche versés par les grandes pêcheries internationales représentent une importante rentrée financière pour les petits États insulaires.

Dans un tel contexte de transformation, la gestion des pêches doit plus que jamais prendre en compte la vulnérabilité des espèces capturées. Une approche écosystémique des ressources halieutiques, autrement dit capable d'intégrer les facteurs environnementaux dans l'évaluation des stocks de poissons, devient alors un enjeu majeur pour éviter l'extinction rapide des espèces.

Encadré 18

### **EuroMarine : des gènes aux écosystèmes dans des océans changeants**

Le réseau européen de sciences marines EuroMarine a vu le jour en 2014. Réunissant 66 organisations membres réparties dans 22 pays, ce consortium a été conçu pour donner voix à l'ensemble de la communauté scientifique marine européenne. L'initiative fait suite à l'expérience de trois anciens réseaux d'excellence européens (Eur-Oceans, Marine Genomics Europe et MarBEF), et sa direction scientifique est partagée entre l'IRD et le CNRS.

Un des objectifs d'EuroMarine est de promouvoir une science de pointe sur le changement climatique, à travers notamment la compréhension et la modélisation des écosystèmes marins dans des océans changeants. Ce consortium soutient l'identification et le développement de sujets scientifiques émergents, en finançant notamment des appels à propositions concurrentiels.

## **Des risques de pollution accrus**

Un effet peu connu du changement climatique est le risque d'une contamination accrue des poissons par des polluants naturels dans les zones d'*upwelling*. Les chercheurs de l'IRD et leurs partenaires ont montré en effet le relargage naturel de contaminants, et notamment de métaux lourds, des profondeurs des océans en surface, à cause de l'intensification de l'*upwelling* sur la côte atlantique marocaine. Les éléments traces métalliques, comme le cadmium, s'accumulent alors dans la chaîne alimentaire aquatique, dans le zooplancton, chez les mollusques et les poissons, puis passent chez les consommateurs terminaux comme les mammifères marins, les oiseaux et l'homme. Les conséquences pour la santé humaine sont d'autant plus préoccupantes qu'une grande partie des captures provient des zones d'*upwelling*.

Finalement, le déplacement des poissons est une des manifestations les plus visibles du changement climatique sur le règne vivant. Comprendre et anticiper la redistribution des espèces marines à l'échelle du globe sous l'effet du réchauffement de l'eau permet de fournir des informations importantes pour la planification de la pêche et de la conservation marine.

Cury Philippe, Bertrand Arnaud, Bertrand Sophie, Lett Christophe, Weigel Jean-Yves, Masski H., Andréfouët Serge. (2015).

Océans : les écosystèmes marins face au réchauffement.

In : Reinert M., Janicot Serge (ed.), Aubertin Catherine (ed.), Bernoux Martial (ed.), Dounias Edmond (ed.), Guégan Jean-François (ed.), Lebel Thierry (ed.), Mazurek Hubert (ed.), Sultan Benjamin (ed.), Sokona Y. (pref.), Moatti Jean-Paul (pref.).

Changement climatique : quels défis pour le Sud ?

Marseille : IRD, 87-99. ISBN 978-2-7099-2168-8