

— ÉTUDES MARINES —

ENJEUX
CLIMATIQUES

N°18 – Juin 2020
Centre d'études stratégiques de la Marine

Conséquences du changement climatique sur les écosystèmes marins exploités par la pêche et la conchyliculture

Pierre PETITGAS, Clara ULRICH, Arnaud AUBER, Sophie GOURGUET,
Martin HURET, David MAZURAS, Fabrice PERNET, Stéphane POUVREAU,
Marion RICHARD, Arianna SERVILI, Olivier THÉBAUD, José ZAMBONINO
Ifremer

Le rejet massif de gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre par les activités humaines au cours des cent cinquante dernières années se traduit, dans l'océan mondial, par un réchauffement des couches superficielles, leur acidification et la diminution de la concentration en oxygène dissous. Le réchauffement de la surface entraîne une stratification verticale plus prononcée, empêchant le brassage entre la couche supérieure et les eaux plus profondes, ce qui diminue la production planctonique. Ces mécanismes biophysiques étant interconnectés, leurs effets sur les organismes en sont décuplés. D'autres conséquences sont aussi notables comme la montée du niveau de la mer, les événements climatiques extrêmes (tempêtes, canicules océaniques). Ces effets combinés ont un impact sur les écosystèmes marins, et par conséquent sur les ressources exploitées. De fait, des changements dans les distributions spatiales d'espèces et dans les écosystèmes sont déjà observables dans la plupart des régions océaniques de la planète, ce qui engendre des enjeux socio-économiques majeurs.

Par le jeu des réseaux trophiques, la production biologique du plancton est à la base de la productivité de l'ensemble des ressources marines. Elle dépend de la disponibilité en sels minéraux, de la lumière et d'une certaine stabilité verticale de la colonne d'eau. Sur les plateaux continentaux des mers régionales européennes, les panaches des fleuves et les nutriments qu'ils apportent sont un facteur d'enrichissement planctonique majeur. S'y ajoutent des phénomènes d'enrichissement océanographique, comme par exemple l'*upwelling*¹, sous la dépendance des courants horizontaux et verticaux induits par les vents et les différences de densité des masses d'eau (température et salinité). Les régimes des vents et des précipitations influencent donc largement la productivité des écosystèmes marins européens.

Le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) a publié en septembre 2019 un rapport spécifiquement dédié à l'océan. Les scénarios globaux qui y sont présentés concernent l'atmosphère et l'océan mondial. Pour l'Europe, ceux-ci prévoient une différence entre le sud et le nord qui seraient séparés par une ligne proche de la latitude de Bordeaux : au sud, moins de précipitations et un réchauffement plus intense, au nord, des hivers de type plus continental, des étés plus chauds et pluvieux et des régimes de vents d'ouest plus soutenus.

1. Remontée d'eau provoquée par des vents marins.

Pour prédire les effets sur les mers régionales et les écosystèmes côtiers qui hébergent la majorité des ressources halieutiques et aquacoles, une descente d'échelle est nécessaire. Des modèles régionaux de l'océan (ex : golfe de Gascogne, mer du Nord) sont mis en œuvre, qui utilisent les résultats des modèles globaux et qui sont contraints par les conditions régionales des vents, des fleuves et de leurs nutriments. Les modèles régionaux fournissent des projections de l'environnement marin, comprenant les paramètres physiques de l'océan (température, salinité, pH, oxygène, courants, à différentes profondeurs) et les abondances planctoniques par groupes d'espèces et de tailles. Ces données permettent d'envisager les conditions probables dans lesquelles évolueront les maillons trophiques supérieurs dont font partie les ressources exploitées (poissons, mollusques). À partir de là, pour prédire les impacts sur les ressources, différentes approches sont utilisées : niches écologiques, vulnérabilités, modélisation couplée.

À partir des travaux conduits par l'*Ifremer* sur différentes thématiques de recherche, cet article présente une synthèse des connaissances des impacts du changement climatique sur les écosystèmes et les ressources dont dépendent les secteurs de la pêche et de la conchyliculture. Il décrit d'abord les changements observés dans la biogéographie des espèces, puis rappelle le rôle des paramètres physiques (température, oxygène, pH) sur les organismes, ce qui conduit à expliquer les mécanismes biologiques et physiologiques par lesquels les poissons et les coquillages sont affectés par ces changements et les mécanismes d'adaptation possibles. Considérant l'ensemble des individus et des espèces, nous nous intéressons ensuite au devenir des populations et des écosystèmes et à l'impact sur la productivité globale. En conclusion, nous apportons un éclairage politique et économique sur les conséquences du changement climatique sur la pêche et l'aquaculture ainsi que sur l'inévitable nécessité pour ces filières de s'adapter à ces changements.

Constat : des changements biogéographiques dans la distribution des espèces

Les espèces sont réparties sur des espaces géographiques particuliers où les conditions physiques (température, salinité, O₂, pH...) et biotiques (nourriture, compétiteurs, parasites...) sont propices à chacune pour sa physiologie (respiration, croissance, reproduction) au cours des différents stades de sa vie. Les conditions de vie liées à la présence des espèces peuvent être estimées à partir de leur distribution spatiale actuelle. Les conditions prédites dans les scénarios de projection climatique permettent alors d'estimer les futurs habitats potentiels des espèces

et ainsi d'anticiper des changements dans leur distribution spatiale. Actuellement, ces prédictions se font en général pour chaque espèce indépendamment, sans considérer les interactions entre elles ni les fonctions qu'elles ont dans l'écosystème, qu'il faudra pourtant un jour prendre en compte.

Des changements de distribution spatiale de poissons commerciaux (pélagiques, démersaux ou benthiques) sont déjà observés en Atlantique Nord dans les données des campagnes scientifiques, avec un déplacement « apparent » des aires de répartition vers le nord. De tels changements peuvent être la conséquence de différents processus : les individus peuvent par exemple se déplacer physiquement afin d'échapper à des conditions défavorables. Les changements latitudinaux de populations peuvent aussi être la conséquence de variations d'abondance, comme une diminution au sud et une hausse au nord. La pression de pêche peut renforcer l'effet du climat. Une « tropicalisation » des communautés de poissons a par exemple été décrite en baie de Somme, Manche et mer du Nord, marquée à la fois par une augmentation des espèces préférant les eaux chaudes dans certains secteurs et une diminution de celles préférant les eaux froides dans d'autres. Sur la dimension verticale, on trouve maintenant certains poissons, comme la plie en mer du Nord, dans des eaux plus profondes qu'avant, un phénomène analogue à la remontée en altitude de certaines espèces en montagne.

Si certaines espèces telles que la morue voient l'extension géographique de leur distribution se réduire avec une diminution des abondances sur leurs habitats les plus méridionaux, d'autres espèces montrent au contraire une augmentation marquée de leur aire de distribution. C'est le cas par exemple du merlu ou du maquereau, qui est maintenant largement présent et pêché autour de l'Islande et en mer de Norvège, avec des changements dans ses habitats d'hivernage et ses dates de migration. Notons que les changements les plus importants ont souvent d'abord lieu là où les espèces sont en limite de leur répartition biogéographique.

Les mécanismes sous-jacents des changements observés sont nombreux. En effet, pour qu'une population s'installe sur une aire géographique nouvelle, il faut que tout ou partie de son cycle de vie (œufs, larves, juvéniles, adultes, migrations, dérives larvaires) puisse se réaliser, sachant que chaque stade de vie occupe une niche écologique particulière sur des habitats différents. Dans certains cas (anchois en mer du Nord), on sait que l'apparente extension spatiale correspond à une augmentation de la productivité (reproduction, croissance) de petites populations, limitées par des conditions défavorables.

Ainsi, pour comprendre et prédire les changements de distribution mais aussi de productivité des ressources marines, il est nécessaire de comprendre les effets physiologiques sur chaque individu et ses capacités de réponse, puis d'agrèger ces effets à l'échelle des populations et des écosystèmes.

Pourquoi? Impact des différents changements de l'océan sur les ressources marines

Effets combinés de la température et de l'oxygène dissous

Pour les organismes à sang froid (comme le sont la majorité des organismes marins), une augmentation de température se marque par l'augmentation du métabolisme de base qui induit une demande en oxygène et en nourriture plus forte.

Or température et oxygène sont intimement liés. L'oxygène dissous est utilisé pour la respiration des organismes et la dégradation de la matière organique. Le réchauffement de la surface limite le brassage vertical de la colonne d'eau et sa réoxygénation par l'atmosphère. Ce phénomène est encore accentué lors des canicules marines, notamment en milieu côtier. La demande en oxygène des organismes augmente du fait d'un métabolisme accéléré, alors même que la teneur en oxygène diminue. Le stock d'oxygène disponible s'épuise, ce qui induit des hypoxies (diminution de l'oxygène) de fond puis de surface, voire des anoxies (absence d'oxygène). L'hypoxie est d'autant plus sévère si la canicule suit un épisode d'eutrophisation du fait de la dégradation de la matière organique.

La sensibilité des organismes à un épisode hypoxique dépend de leur capacité de mobilité, de leur physiologie, de leur relation avec le sédiment. Les poissons à forte capacité natatoire peuvent quitter la zone, ce qui n'est pas le cas pour les espèces fixées (coquillages) ou à faible mobilité (invertébrés benthiques). De nombreuses études rapportent que les crustacés sont les moins tolérants à l'hypoxie, suivis des vers polychètes et des mollusques. En condition anoxique, le sédiment devient ainsi dépourvu d'animaux et recouvert de bactéries.

Effets combinés de la température et de la nourriture

L'habitat devient physiologiquement défavorable pour un organisme quand, la température augmentant, l'oxygène et la nourriture ne sont plus disponibles dans les proportions spécifiques à l'espèce. Les conséquences se marquent en premier lieu sur la mortalité et l'occupation des habitats, mais aussi sur la croissance et la reproduction. Des modèles physiologiques ont été développés, qui considèrent l'effet conjoint de ces paramètres et permettent donc d'estimer les conditions physiologiquement défavorables aux espèces. Ainsi, la migration de l'anchois en été dans le golfe de Gascogne a pu être expliquée physiologiquement par la température élevée et la faible abondance de plancton sur les habitats délaissés.

De plus, les changements de température et d'oxygène impactent la qualité de la nourriture disponible. Plusieurs études ont fait état de changements majeurs dans l'abondance des différentes espèces de plancton disponibles. Ces changements se répercutent en cascade dans le réseau trophique car toutes les espèces n'ont pas la même valeur nutritive. Un exemple de ce phénomène est observé dans les bassins conchylicoles en France. L'analyse des suivis des flores phytoplanctoniques y révèle une diminution de l'abondance de la microalgue du genre *Skeletonema* depuis le début des années 2000. Or une étude récente montre que la croissance de l'huître creuse est plus importante en présence de cette microalgue.

Acidification

L'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère acidifie l'océan quand il se dissout dans l'eau. Cette acidification se marque par une baisse du pH, une augmentation de la pression partielle en CO₂ et une diminution de la concentration en ions carbonate, un élément indispensable à la fabrication des coquilles et squelettes des organismes marins. Des effets négatifs de l'acidification ont été montrés sur le développement, la croissance, la calcification, la sensibilité aux maladies et la survie de nombreuses espèces, en particulier pour les mollusques. Chez l'huître creuse, des expériences ont montré que l'acidité de l'eau augmente fortement la mortalité des larves. Les zones côtières sont caractérisées par un métabolisme pouvant engendrer des variations de pH journalières et saisonnières importantes. Les premières données de pH disponibles en rade de Brest suggèrent que les milieux côtiers seraient vulnérables à l'acidification en présentant occasionnellement des valeurs de pH inférieures au seuil critique établi pour les larves d'huîtres. Dans ces expériences, l'effet limitant du pH est seul considéré, sans tenir compte d'effets synergiques ou antagonistes d'autres facteurs de stress comme l'hypoxie, la température ou l'alimentation.

Comment? Changements physiologiques et adaptation chez les individus

Les changements conjoints de température, d'oxygène, de pH et de nourriture impliquent des stress multiples répétés pour les organismes qui se marquent, à terme, sur leur croissance et leur reproduction.

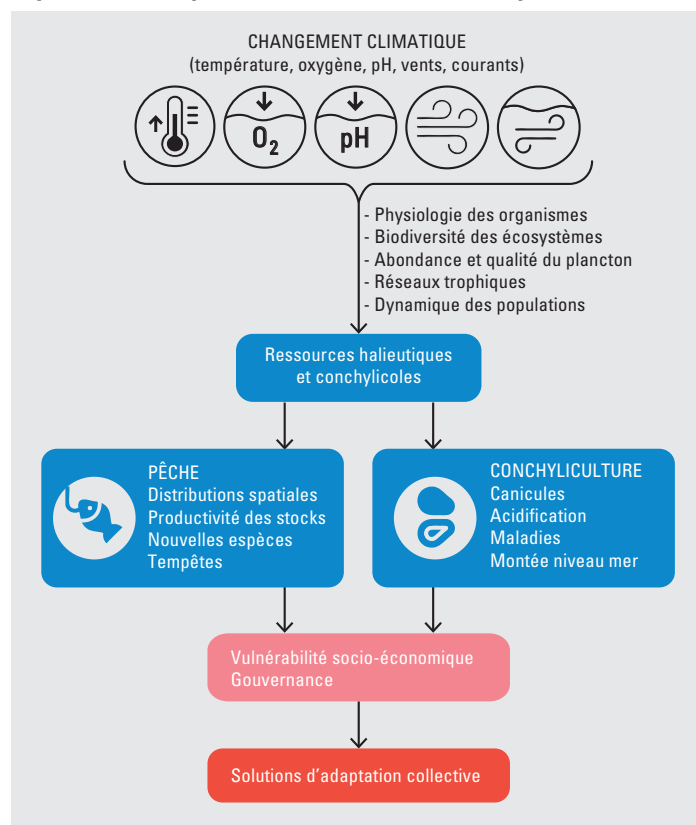
Reproduction

Le cycle saisonnier de la température et de la photopériode synchronise la ponte chez la plupart des espèces en régions tempérée et froide. La température agit au niveau du cerveau et des gonades (axe reproducteur) en modulant les réactions biochimiques qui induisent la production d'hormones sexuelles et de gamètes. En conséquence, les changements atypiques de température peuvent modifier la période et la durée de ponte des poissons. Des décalages ont ainsi déjà été observés dans les dates de ponte chez certains poissons (ex: ponte plus précoce chez la sole). Cela impacte ensuite la survie des premiers stades de vie, *via* notamment la dispersion des œufs et larves.

Des changements dans les dates de ponte et de survie larvaire sont aussi observés chez les mollusques, en particulier chez l'huître creuse. Cette espèce a été introduite pour la conchyliculture en France dans les années 1970 et la température agissait alors comme un facteur limitant la ponte au nord de la Loire. Les données des stations d'observation montrent que plus la température estivale est élevée, meilleure est la survie des larves ainsi que leur captage. Les étés chauds dans les écosystèmes septentrionaux sont propices à sa reproduction et au captage, favorisant la progression vers le nord de sa distribution. De fait, aujourd'hui, le captage de jeunes larves par les professionnels est régulier en rade de Brest et les conditions de température sont favorables à la ponte jusqu'en Norvège.

L'acidification a aussi des effets sur la reproduction chez les poissons. Des études récentes suggèrent que l'acidification conduirait à un avancement de la période de ponte (effet synergétique avec le réchauffement), à une augmentation du nombre d'œufs produits et à une altération du comportement reproducteur chez les mâles. Les études rapportent néanmoins des effets contradictoires, sans doute liés à la durée de l'exposition à l'acidification dans les expériences. Il existe différentes hypothèses sur les mécanismes impliqués: altération des concentrations ioniques des fluides internes qui induirait des défauts de neurotransmission; impact direct sur le système neuro-circadien qui perturberait la synchronisation de la ponte avec les signaux environnementaux.

Impacts et conséquences du changement climatique



Croissance

Les réponses physiologiques ont été largement étudiées chez la sole, une espèce benthique d'intérêt commercial vivant en zone côtière, qui est donc fréquemment exposée à des épisodes chauds et hypoxiques. Un ensemble de réponses physiologiques et comportementales est mis en œuvre pour favoriser la tolérance à ces conditions défavorables, réponses visant à améliorer l'absorption de l'oxygène (augmentation de la ventilation branchiale), à faciliter son transport vers les tissus (modification de l'hémoglobine) et à limiter les besoins de l'organisme en oxygène (dépression métabolique, glycolyse). L'organisme diminue son activité métabolique, ce qui a des répercussions sur son alimentation et sa croissance, voire sa reproduction.

Le rôle de la nourriture a été étudié chez les poissons petits pélagiques. Les données d'observation montrent une tendance à la diminution de la taille et du poids à l'âge adulte chez les deux espèces et dans les deux régions. Après avoir analysé différentes hypothèses, il est probable que des changements dans la composition du plancton soient en partie responsables de ce phénomène. Une diminution des tailles a aussi été observée en mer du Nord sur d'autres espèces (hareng et sprat), qui a été corrélée à une diminution d'abondance des principales espèces de zooplancton.

Tolérance à l'hypoxie

Les différences de tolérance entre les individus ou les populations peuvent être d'origine environnementale ou génétique. Des études ont montré que la variabilité entre les individus pour la tolérance à l'hypoxie pouvait être liée en partie aux conditions trophiques. En effet, des juvéniles ayant une alimentation trop riche en lipides seront plus sensibles à une baisse de concentration en oxygène dans le milieu du fait d'un métabolisme de base plus élevé. Ces mêmes travaux indiquent que les conditions environnementales rencontrées par les soles pendant les stades précoces de développement peuvent influencer leur tolérance à l'hypoxie aux stades de vie ultérieurs. Ainsi, des expositions à des environnements hypoxiques ou à des températures chaudes au stade larvaire auront un effet bénéfique sur la tolérance à l'hypoxie au stade juvénile. Il est à noter que ce conditionnement adaptatif est espèce-dépendante car il n'est pas observé chez toutes les espèces.

Quelles conséquences écologiques ?

Changement de productivité des populations exploitées

À l'échelle d'une population, la productivité résulte d'un ensemble de processus permettant de maintenir ou d'augmenter le nombre d'individus (reproduction et arrivée d'une nouvelle génération) et leur masse (croissance).

Les populations de nombreuses espèces (dont les espèces commerciales) sont présentes dans différents écosystèmes, souvent localisés sur un gradient de latitude. Par exemple, de nombreuses espèces commerciales, comme les sole, sprat, anchois, moule, huître, sont présentes partout en Europe, en mer Méditerranée, sur les côtes atlantiques, en mer du Nord, en Baltique et présentent des adaptations régionales et des différences de productivité. L'adaptation génétique régionale permet d'assurer une croissance suffisante pendant la période productive qui

sera, par exemple, plus intense mais plus courte aux latitudes plus élevées, et d'accumuler suffisamment de réserves pour passer un hiver plus long et rigoureux.

Des différences entre les populations existent aussi pour la tolérance aux conditions des contraintes hypoxiques et thermiques. Il a été montré chez le flet que les populations du sud ont une meilleure capacité à faire face à ces contraintes par rapport aux populations du nord et que cette variation est due à une adaptation génétique locale.

Grâce à la modélisation, il est possible de prédire l'évolution globale des populations selon les scénarios climatiques en couplant des modèles physiologiques décrivant les changements de croissance et de reproduction des organismes à des modèles régionaux de l'océan fournissant les conditions physiques et la nourriture (plancton). De telles expériences numériques ont été conduites avec différents scénarios du GIEC à l'horizon 2050 et 2100 associés à des scénarios de pêche. Par exemple, pour le golfe de Gascogne, les hivers seraient plus doux, la production planctonique diminuée, mais le pic de production avancé dans la saison. Ces conditions favoriseraient le renouvellement des générations d'anchois, en diminuant les mortalités hivernales des juvéniles. Dans la zone côtière, les conditions estivales de température et de nourriture favoriseraient la ponte de l'huître creuse dans la rade de Brest mais, à l'inverse, des hivers doux seraient susceptibles d'augmenter les risques de mortalité sur cette espèce.

Devenir des écosystèmes

Chaque espèce est donc amenée à réagir au changement climatique. Cela modifie l'environnement biotique des autres espèces, générant une modification globale des écosystèmes avec des effets en cascade. Le lien entre les caractéristiques des espèces et leurs fonctions dans l'écosystème est un sujet actif de recherche qui permet d'envisager la possible évolution d'un écosystème. Pour ce faire, les vulnérabilités au changement environnemental sont d'abord estimées, puis intégrées pour obtenir une vulnérabilité globale des fonctions dans l'écosystème.

Depuis les années 1980, différents programmes de surveillance de l'environnement marin et des ressources halieutiques ont été mis en place en Europe. Les données permettent aujourd'hui d'analyser les tendances dans des séries de paramètres concernant les compartiments des écosystèmes (hydrologie, plancton, poissons, benthos, prédateurs supérieurs). Des changements majeurs dans l'organisation globale des écosystèmes ont été décrits, associés à des modifications des forçages

météorologiques et hydrologiques. On parle de changement de régime pour l'écosystème. Soit l'écosystème est résilient, soit, au-delà d'un point de bascule dans les forçages, il change d'état plus ou moins progressivement. En mer du Nord, au début des années 1990, l'écosystème est par exemple passé d'un régime avec des températures plus froides, une abondance élevée de gros zooplancton, une part relative importante de gros poissons démersaux (ex : morue) à un régime avec des températures plus chaudes, une composition différente du zooplancton, une abondance plus importante de poissons d'espèces pélagiques et benthiques. Les préférences alimentaires sont un moyen de propager vers les hauts niveaux trophiques les changements dans le plancton dus aux conditions hydrologiques. Des états de l'écosystème avec plus d'anchois ou plus de sardine ont aussi été décrits en Afrique du Sud pour différents régimes de vents qui favorisent ou défavorisent les remontées d'eau froide, conduisant à un plancton de plus ou moins grande taille, favorisant donc l'anchois plutôt que la sardine. Cependant, les effets de la pêche se combinent à ceux du changement climatique dans l'évolution des écosystèmes exploités.

Les microalgues du phytoplancton sont à l'origine de nutriments essentiels comme des acides gras particuliers et vitamines qui se diffusent dans le réseau trophique par le biais de la prédation. La capacité d'un écosystème à soutenir des espèces commerciales de haut niveau trophique (ex : morue, saumon) dépend en partie de la biodiversité du phytoplancton et de la complexité du réseau trophique. La mer Baltique en offre un exemple saisissant. L'écosystème change à la suite des entrées d'eaux atlantiques, plus salines et riches en oxygène. La diversité du plancton s'en trouve modifiée. La production de thiamine (une vitamine) est alors suffisante pour permettre aux poissons de haut niveau trophique de ne pas être carencés et la productivité de leurs populations augmente. Sinon, le système est carencé dans les hauts niveaux trophiques et la part relative des poissons petits pélagiques, de plus bas niveau trophique, est plus importante. La productivité des stocks halieutiques dépend donc de l'état de l'écosystème, ce qui impose une vision globale dans la gestion des ressources.

Enfin, d'autres changements des écosystèmes sont importants, avec notamment les augmentations d'espèces invasives, toxiques ou nuisibles, augmentant par exemple les risques pathogènes sur la production conchylicole. Ces risques ne sont pas liés uniquement au changement climatique mais plutôt au changement global qui intègre aussi l'impact des activités humaines sur la qualité de l'eau des bassins versants. Les canicules en milieu côtier représentent aussi un risque de surmortalité pour la conchyliculture, tout comme un risque de modification profonde des écosystèmes côtiers. En France, la canicule marine ayant eu lieu

dans la lagune de Thau en 2018 en est un exemple frappant. Elle a engendré une surmortalité de coquillages en élevage, de poissons et de nombreux organismes benthiques, provoquant une crise économique et environnementale. Des peuplements de palourdes ont aussi été décimés lors de cette canicule dans la lagune de Berre, impactant la pêche. Les canicules (chaleur et hypoxie) menacent donc les écosystèmes côtiers, la pêche et la conchyliculture, en commençant par les milieux confinés tels que les lagunes méditerranéennes.

Quelles implications pour la pêche et la conchyliculture ?

Les changements attendus qui auront potentiellement le plus d'impact sur la filière pêche seraient les changements de distribution et de productivité des ressources actuelles, l'apparition de nouvelles ressources non encore réglementées dans certaines zones et la nécessité de pallier la probable augmentation des tempêtes. Pour la conchyliculture, les implications du changement climatique se présentent plutôt en matière de risques dans le domaine côtier : hypoxies, acidification, pathogènes et montée du niveau de la mer. En conséquence, des impacts pour les filières sont à identifier, tant pour les profits et revenus des producteurs que pour le bien-être des consommateurs ou encore la valeur nutritionnelle et sanitaire des produits de la mer. Il est donc essentiel de prévoir des scénarios pour élaborer des stratégies d'adaptation et de prévention.

Politique européenne de la pêche et partage des quotas

Le changement climatique va affecter différemment les pays en fonction de la latitude. Cela va certainement entraîner des crispations politiques, à l'image des récentes tensions entre l'Union européenne et l'Islande à propos des quotas du maquereau et du hareng.

Les changements de distribution spatiale posent des questions de partage et d'accès aux ressources non seulement entre États historiques, mais aussi avec les nouveaux pays riverains qui n'ont pas de droits antérieurs. Un exemple emblématique est le retour récent du thon rouge dans les eaux de l'Atlantique Nord, alors qu'aucun pays d'Europe du Nord n'a de part de quota disponible. Cependant, adapter les politiques publiques reste un défi ; la « stabilité relative » est ainsi un problème particulièrement épineux. Ce mécanisme fixe les règles de répartition des quotas pour chaque espèce communautaire, entre États membres, mais les clefs de partage ont été fixées dans les années 1970-1980 et jamais actualisées depuis. Elles ne reflètent plus qu'imparfaitement la disponibilité de chaque espèce pour

les pêcheurs des différents pays, certains de ceux-ci n'utilisant pas toute leur part quand d'autres dépassent la leur. Ils doivent soit échanger des quotas soit rejeter à la mer du poisson qu'ils n'ont pas le droit de commercialiser. Cette situation risque de s'aggraver significativement sous l'impact du changement climatique.

Gouvernance et pratiques d'atténuation

Si de plus en plus de travaux s'intéressent aux conséquences du changement climatique sur l'évolution de la distribution spatiale et de la productivité des ressources halieutiques, la recherche s'est encore peu penchée sur les réponses humaines à ces évolutions. Pourtant, celles-ci peuvent conditionner non seulement les conséquences économiques et sociales des changements, mais également – du fait de la réponse des activités de pêche et des pressions associées – l'évolution des écosystèmes marins exploités. Les travaux sur ce sujet doivent donc s'intéresser à l'analyse des réponses passées, à la prédiction des réponses futures des activités humaines, mais aussi à l'adaptation des systèmes de gouvernance, dont le rôle clef pour garantir la durabilité des pêcheries est bien établi.

Dans un premier temps, on peut rappeler que les projections de la production halieutique sont à la réduction, mais que celles-ci doivent être comparées à la production maximale durable (RMD) et non pas à la production actuelle, souvent en-dessous de ce maximum dû à la surexploitation des stocks. Ce qui veut dire qu'une gestion au RMD efficace et adaptative, avec des mises à jour régulières de l'objectif RMD prenant en compte à la fois les changements de distribution spatiale et de la productivité, permettrait déjà de compenser en partie les pertes prévues et de maintenir des pêcheries productives et rentables, même dans des scénarios climatiques pessimistes.

Dans un second temps, on s'intéresse à d'autres approches possibles que le RMD pour mieux atténuer les changements futurs. Par exemple, dans le golfe de Gascogne, l'impact du changement climatique sur la performance bio-économique des pêcheries démersales a été examiné à l'aide d'un modèle de simulation pour évaluer l'impact de différentes stratégies de gestion. La stratégie qui permet de maintenir un meilleur niveau de performance bio-économique est celle qui ne se focalise pas uniquement sur la productivité des stocks halieutiques mais aussi sur le redéploiement des activités de pêche en fonction de leur rentabilité économique. Cela se traduit par une structure de captures plus diversifiée qui permet de maintenir un meilleur niveau de performance bio-économique, même dans le scénario climatique le moins favorable.

Les entreprises de pêche devront ainsi choisir entre aller pêcher dans de nouvelles zones et y chercher de nouveaux droits ou, au contraire, rester dans leurs zones de pêche habituelles mais ouvrir de nouvelles filières pour capturer les espèces nouvelles qui s'y seraient développées. Ceci impliquera des efforts scientifiques pour évaluer les nouvelles ressources en lien avec ces changements, et peut-être de nouvelles habitudes alimentaires des consommateurs.

En conchyliculture aussi les pratiques de production évolueront, probablement encadrées par une gouvernance collective adaptée. La gestion des transferts d'animaux vivants entre les bassins ostréicoles et la régulation de la densité dans les parcs à huîtres sont deux leviers pour répondre aux problèmes de production. Les stratégies de prévention des risques devront être étendues aux hypoxies fondées sur des réseaux de surveillance à haute fréquence. Mais cela ne semble pas suffire. La hiérarchisation des réponses de la filière au changement climatique pourrait être conduite avec une analyse de vulnérabilité bioéconomique de la filière conchylicole. Cela passera par une évaluation de la vulnérabilité des écosystèmes côtiers, des espèces en question et des entreprises vis-à-vis du changement climatique ainsi que des possibilités d'adaptation au moyen d'actions locales.