

Vulnérabilité
des **ressources halieutiques et aquacoles**
du **Pacifique tropical**
face au **changement climatique**

Résumé à l'intention
des **États et Territoires insulaires océaniques**

Johann D. Bell, Johanna E. Johnson, Alex S. Ganachaud,
Peter C. Gehrke, Alistair J. Hobday, Ove Hoegh-Guldberg,
Robert Le Borgne, Patrick Lehodey, Janice M. Lough,
Tim Pickering, Morgan S. Pratchett et Michelle Waycott

© 2012, Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS)

Tous les droits de reproduction ou de traduction à des fins commerciales/lucratives, sous quelque forme que ce soit sont réservés. Le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique autorise la reproduction ou la traduction partielles du présent document à des fins scientifiques ou éducatives ou pour les besoins de la recherche, à condition qu'il soit fait mention de la CPS et de la source. La reproduction et/ou la traduction intégrales ou partielles de ce document, sous quelque forme que ce soit, à des fins commerciales/lucratives ou à titre gratuit, doit faire l'objet d'une autorisation écrite préalable. Il est interdit de modifier ou de publier séparément des graphismes originaux de la CPS sans autorisation préalable.

Texte original : anglais

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, catalogage avant publication (CIP)

Vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique : Résumé à l'intention des États et Territoires insulaires océaniques

1. Fishery management — Oceania. 2. Marine ecosystem management — Oceania. 3. Climatic changes — Oceania. 4. Aquaculture — Management — Oceania

I. Secretariat of the Pacific Community

639.20995 AACR2
ISBN : 978-982-00-0544-0

Pour toute citation, veuillez utiliser la référence suivante :

J.D. Bell, J.E. Johnson, A.S. Ganachaud, P.C. Gehrke, A.J. Hobday, O. Hoegh-Guldberg, R. Le Borgne, P. Lehodey, J.M. Lough, T. Pickering, M.S. Pratchett et M. Waycott (2012) Vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique : Résumé à l'intention de la Polynésie française, de la Nouvelle-Calédonie et de Wallis et Futuna.

Photographie de couverture : Vague déferlant sur un récif corallien à Wallis, par Franck Mazeas. Dessin de couverture : Carla Appel. Mise en page : Boris Colas.

Les avis exprimés dans le présent rapport ne reflètent pas nécessairement ceux du Secrétariat général de la Communauté du Pacifique ou des autres organisations contributrices. L'élaboration du présent ouvrage a été en grande partie financée par l'Agence australienne pour le développement international (AusAID). Le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie a fourni les fonds nécessaires à l'élaboration, la traduction et l'impression du présent résumé.

Publié par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique,
Nouméa (Nouvelle-Calédonie)
BP D5, 98 848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie
(Adresse électronique : spc@spc.int)

Ce document peut également être consulté à l'adresse suivante :
<http://www.spc.int/climate-change/fisheries/assessment>

Imprimé en Nouvelle-Zélande par Stredder Print Ltd, Auckland, 2012

Vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique : Résumé à l'intention des États et Territoires insulaires océaniques

Affiliation des auteurs

Johann D Bell

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Johanna E Johnson

C₂O Consulting, and National Marine Science Centre, Southern Cross University, Coffs Harbour, Australie

Alexandre S Ganachaud

Institut de Recherche pour le Développement, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Peter C Gehrke

Snowy Mountains Engineering Corporation, Brisbane, Australie

Alistair J Hobday

Climate Adaptation Flagship, CSIRO Marine and Atmospheric Research, Hobart, Australie

Ove Hoegh-Guldberg

Global Change Institute and ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, University of Queensland, St Lucia, Australie

Robert Le Borgne

Institut de Recherche pour le Développement, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

Patrick Lehodey

Collecte Localisation Satellites, Division océanographique spatiale, Ramonville, France

Janice M Lough

Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australie

Timothy D Pickering

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Suva, Fidji

Morgan S Pratchett

ARC Centre of Excellence for Coral Reef Studies, James Cook University, Townsville, Australie

Michelle Waycott

School of Marine and Tropical Biology, James Cook University, Townsville, Australie

Avant-propos

Les peuples du Pacifique entretiennent une relation singulière avec la mer et ses ressources. Les poissons et les coquillages sont communément représentés dans le folklore des pays océaniques et il n'est d'autre endroit au monde où un si grand nombre d'États et de Territoires dépendent autant des ressources halieutiques pour leur développement économique, leur sécurité alimentaire et leurs moyens d'existence. Parce que ces liens sont uniques, les chefs d'État et de gouvernement des pays membres du Forum ont demandé à ce que soient « [élaborées] et [mises] en œuvre des mesures de conservation et de gestion à l'échelon national et régional afin de garantir une utilisation durable des ressources halieutiques ». C'est également une priorité du Plan pour le Pacifique.

Face à l'envol de la croissance démographique dans de nombreux États et Territoires de la région, il faut repenser l'exploitation durable des ressources naturelles au service du développement économique, humain et social. *L'avenir de la pêche en Océanie*, une étude réalisée récemment par l'Agence des pêches du Forum et le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, constitue, à cet égard, un guide précieux qui doit nous aider à retirer un maximum d'avantages de la pêche et de l'aquaculture. Cela dit, la mesure dans laquelle nous parviendrons à protéger ces avantages sur le long terme sera fonction de notre capacité à reconnaître et à gérer les nombreux facteurs qui interviennent dans la production et l'exploitation des poissons et des coquillages.

On peut aujourd'hui avancer de façon quasiment incontestable que l'impact du climat, qui influence déjà lourdement les productions halieutique et aquacole, devrait encore s'intensifier au cours des prochaines années. Si nous voulons prendre des mesures efficaces, nous devons connaître le degré de vulnérabilité du secteur face au changement climatique et les meilleures solutions d'adaptation.

Pour mettre ces informations à la disposition de la région, le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique a publié, avec le généreux concours de l'Agence australienne pour le développement international (AusAID), un ouvrage validé par des arbitres scientifiques, intitulé *Vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique*. Le présent document fait la synthèse de cette évaluation de la vulnérabilité climatique régionale et met en avant les principaux résultats qui intéressent chaque État et chaque Territoire, afin de rendre l'information plus facilement exploitable.

Les mesures pratiques décrites dans le présent ouvrage, qu'il s'agisse de mesures d'adaptation, de politique ou d'investissement, sont nécessaires à la protection des avantages socioéconomiques de la pêche et de l'aquaculture dans le contexte actuel du changement climatique. Ce sont des outils de planification essentiels. Je préconise leur utilisation à toutes les parties prenantes des secteurs de la pêche et de l'aquaculture des États et Territoires insulaires océaniques ainsi qu'à leurs partenaires dans le développement.

Jimmie Rodgers
Directeur Général
Secrétariat général de la Communauté du Pacifique



Table des matières	Page
Remerciements	vi
1. Introduction	1
2. Résumé par Territoire	7
2.1 Polynésie française.....	7
2.2 Nouvelle-Calédonie.....	21
2.3 Wallis et Futuna.....	35
3. Mesures d'adaptation et politiques d'appui	45
4. Déficience de l'information	73
5. Investissements requis	83
6. Résumés techniques	93
6.1 Approche générale et utilisation des modèles climatiques.....	93
6.2 Observations et projections des changements dans le climat de surface du Pacifique tropical {chapitre 2}.....	97
6.3 Observations et projections des changements dans l'océan Pacifique tropical {chapitre 3}.....	103
6.4 Vulnérabilité climatique des réseaux trophiques hauturiers dans le Pacifique tropical {chapitre 4}.....	113
6.5 Vulnérabilité climatique des récifs coralliens dans le Pacifique tropical {chapitre 5}.....	120
6.6 Vulnérabilité climatique des mangroves, des herbiers et des platiers intertidaux dans le Pacifique tropical {chapitre 6}.....	126
6.7 Vulnérabilité climatique des habitats d'eau douce et des habitats estuariens dans le Pacifique tropical {chapitre 7}.....	133
6.8 Vulnérabilité climatique des ressources hauturières dans le Pacifique tropical {chapitre 8}.....	137
6.9 Vulnérabilité climatique des ressources côtières dans le Pacifique tropical {chapitre 9}.....	142
6.10 Vulnérabilité climatique des ressources dulcicoles et estuariennes dans le Pacifique tropical {chapitre 10}.....	147
6.11 Vulnérabilité climatique de l'aquaculture dans le Pacifique tropical {chapitre 11}.....	152
Bibliographie	161
Abbréviations	163

Remerciements

L'ouvrage *Vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique*, validé par un comité de lecture et sur lequel s'appuie le présent rapport, est le fruit d'un partenariat qui regroupait au départ l'Agence australienne pour le développement international (AusAID) et le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS), et qui s'est enrichi des contributions de 36 institutions partenaires. Le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie a prêté son généreux concours pour la publication des parties de cette évaluation exhaustive qui intéressent les collectivités françaises du Pacifique.

La CPS tient à remercier les nombreux scientifiques qui ont contribué à l'écriture des différents chapitres de l'ouvrage *Vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique*. Les directeurs des services des pêches des États et Territoires insulaires océaniques et les membres du groupe de travail technique constitué pour orienter le projet ont formulé de précieux conseils sur la compilation du présent résumé afin qu'il réponde au mieux aux besoins des décideurs et des autres parties prenantes.

La mise en page a été réalisée par Carla Appel et Boris Colas, les conseils de rédaction ont été formulés par Angela Templeton, et Céline Barré s'est chargée de l'harmonisation du format et de la relecture.

La CPS tient également à témoigner sa gratitude aux équipes de modélisation du Programme de diagnostic et d'inter-comparaison des modèles climatiques (*Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison, PCMDI*) et du Groupe de travail sur les modèles couplés du Programme mondial de recherche sur le climat (WCRP en anglais), dont les travaux ont contribué à la mise à disposition de l'ensemble des données multi-modèle CMIP3 du WCRP. Ces travaux sous-tendent les évaluations de la vulnérabilité des habitats et des stocks de poissons, des communautés de pêcheurs et des entreprises de pêche qui sont résumées dans le présent rapport.

1. Introduction

Dans l'ensemble du Pacifique tropical, la pêche et l'aquaculture contribuent de façon essentielle au développement économique, à la génération de recettes publiques, à la sécurité alimentaire et au maintien des moyens d'existence {chapitre 1}. Ces dernières années, les droits de licence versés par les nations pratiquant la pêche hauturière à grande distance ont compté pour 3 à 40 % des recettes publiques de sept États et Territoires insulaires océaniques, tandis que l'activité de pêche des flottilles nationales de pêche industrielle et/ou de transformation du poisson a contribué à hauteur de 3 à 22 % au produit intérieur brut (PIB) de cinq États et Territoires de la région¹ {chapitre 12}. La pêche côtière « aux petits métiers » a représenté, pour sa part, entre 2 et 17 % du PIB de cinq États et Territoires océaniques¹.

De la même façon que la pêche contribue à plus d'un titre à l'économie structurée des pays océaniques, la pêche et l'aquaculture jouent un rôle important dans l'hygiène nutritionnelle et la subsistance des populations de toute la région {chapitre 12}. Les ressources marinesⁱ sont le pilier de la sécurité alimentaire dans le Pacifique tropical : elles représentent entre 50 et 90 % des protéines animales consommées par les communautés côtières d'un très large éventail d'États et de Territoires insulaires océaniques, tandis que la consommation nationale de poisson par personne est, dans un grand nombre de pays océaniques, trois à quatre fois supérieure à la moyenne mondiale². En milieu rural, la majorité du poisson consommé (60–90 %) provient de la pêche vivrière. La pêche commerciale est aussi pratiquée par un très grand nombre d'Océaniques – elle constitue la première ou la deuxième source de revenus pour près de 47 % des ménages dans les communautés côtières de 17 pays, choisies pour leur représentativité³. La pêche industrielle et les entreprises de transformation emploient plus de 12 000 personnes¹, tandis que l'aquaculture est source de travail pour plus de 6 000 personnes, rien que dans les secteurs de la perliculture et de la crevetticulture, et permet par ailleurs à 10 000 ménages de consommer ou de vendre du poisson⁴ {chapitre 11}.

Au vu de tous ces avantages, le Plan pour le Pacifique⁵ établit que le développement des États et Territoires de la région va de pair avec une gestion efficace des ressources halieutiques et des habitats qui les abritent. Le Plan fixe au rang de ses priorités *l'élaboration et la mise en œuvre de mesures de protection et de gestion à l'échelon national et régional afin de garantir une utilisation durable des ressources halieutiques*. L'importance d'une gestion responsable et efficace des ressources halieutiques de la région a été à nouveau soulignée par les chefs d'État et de gouvernement des pays membres du Forum dans leur Déclaration de Vava'uⁱⁱ. La récente étude intitulée *L'avenir de la pêche en Océanie*⁶ met par ailleurs en avant les différents facteurs qui influent sur le secteur et les mesures qui doivent être prises pour maximiser les avantages socioéconomiques que les pays océaniques peuvent retirer de la pêche et de l'aquaculture.

i Dans le présent document, les termes « ressources marines » et « poisson » désignent à la fois les poissons et les invertébrés.

ii www.forumsec.org.fj/pages.cfm/documents/forum-resolutions

La variation climatique, dont on connaît l'incidence profonde sur la répartition et l'abondance des ressources marines et sur la productivité aquacole, tant dans le Pacifique tropical (chapitres 8–11) que dans les autres régions du monde (chapitre 1), est un facteur qui devrait gagner en importance dans le secteur halieutique. Les États et Territoires de la région doivent savoir si l'évolution future du climat et l'acidification de l'océan sont susceptibles de rendre caducs les plans actuellement mis en place pour optimiser les avantages socioéconomiques majeurs qu'ils retirent de la pêche et de l'aquaculture.

Pour répondre à cette question importante, le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique a coordonné la réalisation d'une évaluation exhaustive de la vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical dans le contexte du changement climatique⁷. Cette évaluation s'intéresse à l'intégralité des activités de pêche hauturière, côtière et dulcicole et d'aquaculture pratiquées dans les États et Territoires insulaires océaniques, dans la région s'étendant de 130° E à 130° O et de 25° N à 25° S. Elle s'appuie sur les analyses répertoriées ci-dessous.

- Changements observés et projetés dans le climat de surface et l'océan Pacifique tropical.
- Effets des changements intervenant dans le climat de surface et l'océan sur les écosystèmes marins et dulcicoles (habitats des poissons) où se pratiquent la pêche et l'aquaculture dans la région.
- Effets directs des changements intervenant dans le climat de surface et l'océan et effets indirects de la modification des habitats des poissons sur la répartition et l'abondance des stocks de poissons et d'invertébrés visés par les pêcheries hauturières, côtières et dulcicoles et l'aquaculture dans le Pacifique tropical.
- Conséquences du changement climatique en termes de contribution de la pêche et de l'aquaculture au développement économique et à la génération de recettes publiques dans les États et Territoires insulaires océaniques, et de maintien de la sécurité alimentaire et des moyens de subsistance de leurs populations.
- Mesures d'adaptation et politiques préconisées pour réduire au minimum les menaces et tirer le meilleur parti des débouchés associés au changement climatique.
- Déficience de l'information qu'il faut pallier pour améliorer le degré de confiance placé dans les évaluations de la vulnérabilité et recherches nécessaires pour obtenir l'information manquante.
- Investissements requis pour appliquer les mesures d'adaptation jugées prioritaires et combler le manque de connaissances.

Les évaluations de la vulnérabilité portant sur les ressources naturelles, l'économie, la sécurité alimentaire et les moyens d'existence se fondent sur les scénarios d'émissions représentatifs B1 (hypothèse basse) et A2 (hypothèse haute) du quatrième Rapport d'évaluation (AR4) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

(GIEC)⁸ et proposent deux horizons temporels : 2035 et 2100. D'après les projections réalisées à partir du scénario B1, la concentration du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère devrait atteindre 400–450 ppm d'ici à 2035 et 500–600 ppm d'ici à 2100. Les projections du scénario A2 font également état d'une concentration atmosphérique de CO₂ à 400–450 ppm d'ici à 2035, laquelle augmentera pour atteindre 750–800 ppm d'ici à 2100⁹ {chapitre 1}¹⁰.

Étant donné que les émissions mondiales de CO₂ dépassent actuellement les projections du scénario A2ⁱⁱⁱ, et que les pays océaniques se soucient de connaître leur degré de vulnérabilité à court et moyen terme, nous avons également évalué les répercussions du changement climatique sur la contribution de la pêche et de l'aquaculture à l'économie et au bien-être des populations en nous basant sur le scénario A2 à l'horizon 2050^{iv}.

L'étude de la vulnérabilité des habitats et des stocks de poisson ainsi que des avantages socioéconomiques de la pêche et de l'aquaculture repose, quant à elle, sur le cadre largement reconnu qu'a adopté le GIEC et plusieurs autres initiatives d'évaluation de la vulnérabilité climatique (figure 1.1) {chapitre 1}. Dans ce cadre, on considère que la vulnérabilité est fonction de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation.

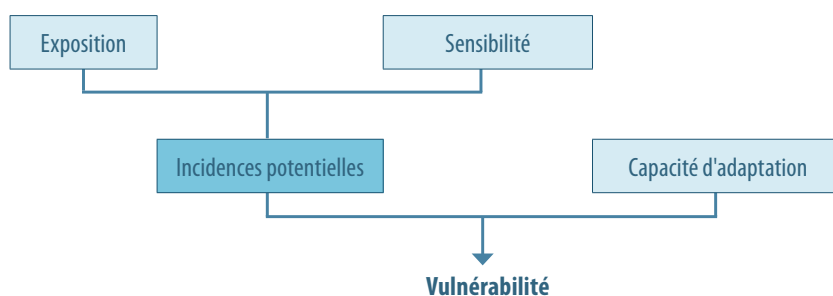


Figure 1.1 Cadre employé pour évaluer la vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique. Adapté de Schroter et du ATEAM Consortium (2004)²³.

À partir de ce cadre d'évaluation, nous nous sommes intéressés aux projections de changements dans les paramètres atmosphériques (climat de surface) et océaniques établies pour les quatre combinaisons possibles de scénarios d'émissions (B1 et A2) et de calendriers (2035 et 2100) (pour désigner ces combinaisons, on parlera plus simplement de « scénarios »)^v et nous les avons déclinées suivant deux modes

iii Voir www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo_growth pour consulter les dernières tendances de progression des émissions de CO₂.

iv Les projections du scénario d'émissions A2 pour 2050 se fondent sur les résultats du modèle appliqué au scénario d'émissions B1 pour l'année 2100 {chapitre 1}.

v Remarque : étant donné que les projections d'émissions de CO₂ à l'horizon 2035 établies pour les scénarios B1 et A2 sont très similaires, elles sont généralement considérées ensemble dans le présent résumé.

d'analyse (figure 1.2). Pour le premier mode d'analyse, nous avons utilisé les changements projetés dans le climat de surface [chapitre 2]¹¹ et dans l'océan Pacifique tropical [chapitre 3]¹² pour définir l'exposition « directe » des stocks marins visés par la pêche et l'aquaculture au changement climatique et à l'acidification des océans. Pour le second mode d'analyse, nous nous sommes appuyés sur les évaluations de la vulnérabilité des écosystèmes sous-tendant les activités de pêche et d'aquaculture [chapitres 4–7]^{13–16} pour déterminer l'exposition « indirecte » des stocks marins. Les estimations relatives à l'exposition directe et indirecte des stocks ont ensuite été intégrées pour effectuer des évaluations distinctes de la vulnérabilité des pêcheries hauturières, côtières et dulcicoles et de l'aquaculture pour chacun des quatre scénarios définis plus haut [chapitres 8–11]^{17–20}. Ensuite, nous avons utilisé les projections de changements affectant les stocks de poisson et la production aquacole pour définir : 1) les menaces que fait peser le changement climatique sur les plans mis en place pour maximiser les avantages tirés durablement de la pêche et de l'aquaculture en termes de développement économique, de recettes publiques, de sécurité alimentaire et de moyens d'existence ; et 2) les possibilités d'amélioration de ces plans [chapitre 12]²¹.

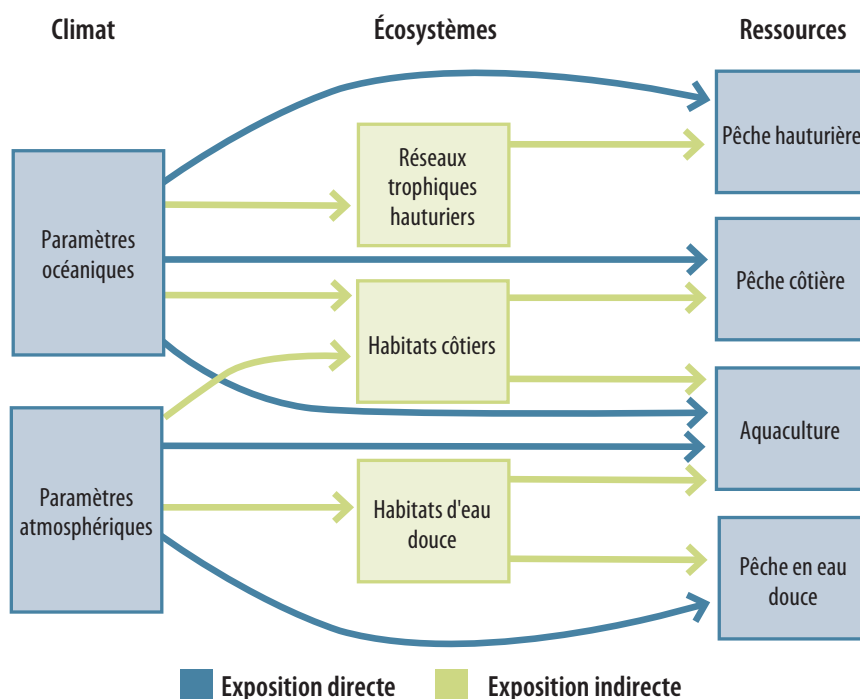


Figure 1.2 Modes d'analyse (directe et indirecte) employés pour élaborer les scénarios d'exposition climatique des ressources halieutiques et aquacoles dans le Pacifique tropical.

La dernière étape de l'évaluation a consisté à recommander des mesures pratiques d'adaptation et des politiques d'appui en vue de minimiser les menaces et de tirer le meilleur parti des possibilités créées. Ces mesures d'adaptation et ces politiques ne se

cantonnent toutefois pas à la gestion des effets projetés de l'évolution du climat. Dans tous les cas possibles, des solutions plurielles, bénéfiques sur plusieurs fronts, ont été privilégiées afin de traiter aussi les effets découlant : 1) d'autres facteurs qui touchent les avantages tirés de la pêche et de la production aquacole à court terme (comme la croissance démographique) ; et 2) du changement climatique à long terme (chapitre 13)²².

Le présent *Résumé à l'intention des collectivités françaises du Pacifique* vise à présenter les principales conclusions de l'étude de vulnérabilité sous un format utile à l'ensemble des parties prenantes des secteurs de la pêche et de l'aquaculture de la Polynésie française, de la Nouvelle-Calédonie et de Wallis et Futuna.

Vous trouverez dans la **deuxième section** du présent rapport un résumé des grandes catégories d'information suivantes pour chacun des Territoires considérés :

- Caractéristiques actuelles du climat de surface et de l'océan Pacifique tropical à proximité de chaque Territoire, et changements projetés dans le climat de surface et l'océan à partir des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100.
- Importance des ressources hauturières, côtières, dulcicoles et estuariennes (si applicable) et de l'aquaculture dans chaque Territoire. Pour chaque ressource, sont indiqués la valeur et le volume de la production récente, la superficie des habitats exploités pour cette production, les modifications de ces habitats projetées dans le contexte du changement climatique, et l'évolution projetée des prises de poissons ou de la production aquacole sous l'effet direct et indirect du changement climatique.
- Contribution actuelle de la pêche et de l'aquaculture au développement économique, à la génération de recettes publiques, à la sécurité alimentaire et au maintien des moyens d'existence, et conséquences du changement climatique sur ces avantages socioéconomiques.
- Mesures d'adaptation et politiques d'appui préconisées pour : 1) minimiser les menaces que fait peser le changement climatique sur la future contribution de la pêche et de l'aquaculture au développement économique, à la génération de recettes publiques, à la sécurité alimentaire et au maintien des moyens d'existence ; et 2) tirer le meilleur parti de toute nouvelle possibilité susceptible d'apparaître. Il faut toutefois noter que l'éventail complet de mesures d'adaptation recommandées pour examen à l'ensemble des 22 États et Territoires insulaires océaniques (selon le cas) sont reprises dans le présent résumé, bien que certaines d'entre elles ne s'appliquent pas à la Polynésie française, à la Nouvelle-Calédonie ou à Wallis et Futuna.

Dans un souci de concision, les mesures d'adaptation et les politiques sont décrites succinctement pour chaque Territoire dans le résumé correspondant (**section 2**), le texte renvoyant aux descriptions détaillées proposées à la **section 3**.

La **section 4** décrit dans les grandes lignes les déficiences de l'information qu'il faut encore combler afin de permettre à la région d'évaluer la vulnérabilité climatique de la pêche et de l'aquaculture avec un niveau supérieur de confiance. Cette section expose également en bref les recherches qui doivent être effectuées pour combler ces manques.

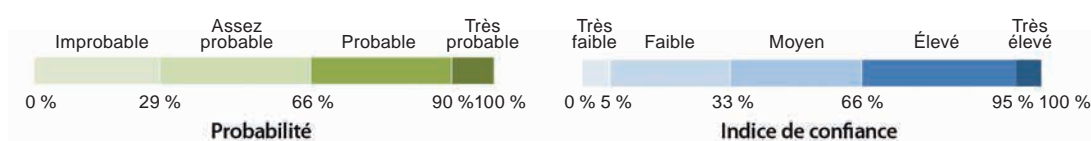
La **section 5** fait la synthèse des investissements requis pour appliquer les mesures d'adaptation recommandées dans les secteurs de la pêche et de l'aquaculture dans toute la région et pour obtenir progressivement les informations manquantes.

La **section 6** offre une brève description du travail de modélisation qui a servi à réaliser cette étude de vulnérabilité {chapitre 1} et des principaux changements projetés dans le climat de surface {chapitre 2}, l'océan Pacifique tropical {chapitre 3}, les habitats des ressources marines {chapitres 4–7}, les stocks marins {chapitres 8–10} et l'aquaculture {chapitre 11}. Comme indiqué dans la figure 1.2, toutes les informations obtenues ont été déclinées selon deux modes d'analyse afin de définir : 1) les conséquences du changement climatique sur la contribution de la pêche et de l'aquaculture au développement économique, à la génération de recettes publiques, à la sécurité alimentaire et au maintien des moyens d'existence des populations dans les États et Territoires insulaires océaniques ; et 2) les mesures d'adaptation et politiques d'appui applicables.

Les **sections 6.2** et **6.3** contiennent des informations sur le climat de surface et l'océan Pacifique tropical. Ces informations, cruciales pour interpréter le résumé proposé pour chaque État ou Territoire, devraient être lues avant de commencer la **section 2**.

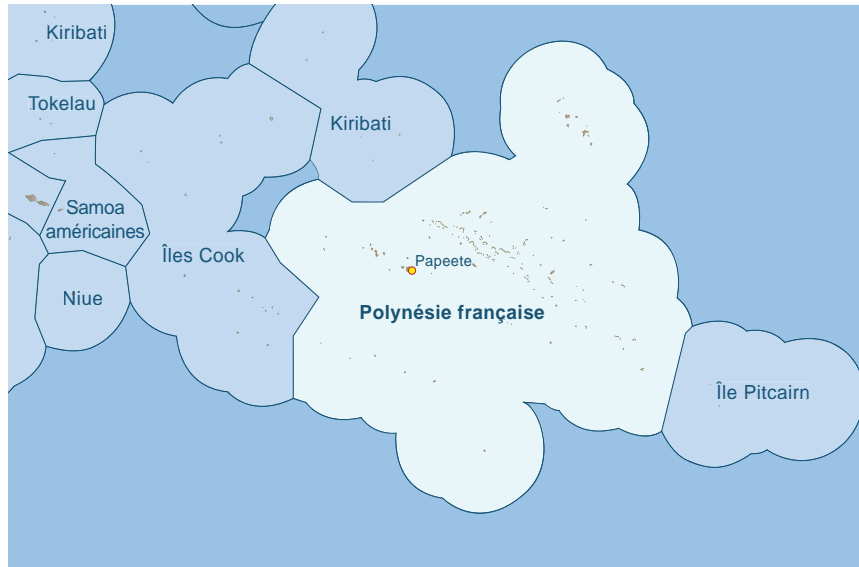
Le présent résumé est émaillé de renvois aux chapitres pertinents du rapport complet de l'étude de vulnérabilité⁷. Ces renvois sont indiqués à l'aide d'accolades – { } – afin de permettre au lecteur de consulter les analyses détaillées dont sont tirées les conclusions présentées. Les renvois à d'autres parties du présent résumé sont indiqués entre crochets. Les autres références bibliographiques, dont le nombre a été limité, sont répertoriées à la fin du présent ouvrage.

Dans les résumés préparés pour chaque État et Territoire, nous avons utilisé le baromètre ci-dessous pour attribuer une valeur aux différents effets projetés du changement climatique sur le climat de surface, l'océan, les habitats des ressources marines, la pêche et l'aquaculture afin d'indiquer le degré de probabilité des projections et notre niveau de confiance dans leur justesse.



2. Résumé par Territoire

2.1 Polynésie française



Principales caractéristiques

Population

Année	2010	2035	2050	2100
Population (x 1 000) ^a	269	331	349	379
Taux d'accroissement de la population ^a	1,2	0,6	0,3	0,4

a = Données du Département statistique et démographique de la CPS (www.spc.int/sdp).

Superficie de la ZEE (km²) 4 200 000

Superficie terrestre (km²) 3 521

% surface terrestre/ZEE 0,084

Activités de pêche et d'aquaculture : pêche hauturière et côtière, avec une activité de pêche limitée en eau douce et dans les estuaires et un peu d'aquaculture côtière.

Statut de membre de mécanismes régionaux de gestion de la pêche : membre de la Commission des pêches du Pacifique occidental et central.



Climat de surface et océan

Paramètres actuels

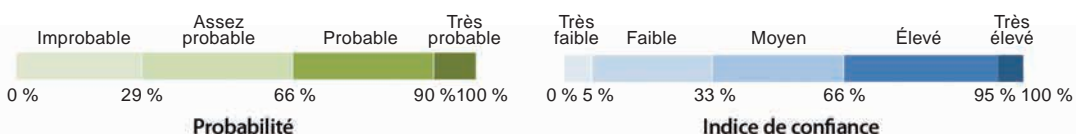
La Polynésie française est caractérisée par un climat tropical-subtropical [chapitre 2]. D'après les données récentes, la température moyenne de l'air à Tahiti-Faa'a s'élève à 26,5 °C et les précipitations moyennes sont d'environ 1 800 mm par an. La Polynésie française est incluse dans la province du gyre subtropical du Pacifique Sud (province SPSG) [chapitre 4, figure 4.6]. Ce tourbillon résulte de la circulation anticyclonique des vents, et les précipitations au centre de la province sont faibles. Le mode de rotation du gyre influe sur la structuration verticale de la colonne d'eau, les couches se formant plus en profondeur avec des eaux oligotrophes en surface [chapitre 4].

Changements projetés dans le climat de surface

D'après les projections, la température de l'air en Polynésie française devrait grimper sous l'effet du changement climatique tant pour le scénario d'émissions basses (B1) que pour le scénario d'émissions hautes (A2) en 2035 et en 2100 (voir chapitre 1, section 1.3 pour la définition des scénarios) par rapport aux moyennes à long terme [chapitre 2, section 2.5, tableau 2.6]. Les précipitations devraient décroître en été et s'accroître pendant la période hivernale dans les quatre scénarios.

Paramètre climatique ^a	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température de l'air (°C)	26,5 (Tahiti-Faa'a)	+0,5 à +1,0 	+0,5 à +1,0 	+1,0 à +1,5 	+2,5 à +3,0
Pluviométrie (mm)	1 807 (Tahiti-Faa'a)	-5 à -10 % 	-5 à -20 % 	-5 à -20 % 	-5 à -20 %
		Multiplication des périodes de précipitation et de sécheresse extrêmes			
Cyclones (nbre par an)	n/d	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Possible diminution du nombre total de cyclones tropicaux ➤ Probable intensification de la force des cyclones 			

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = pour des projections plus détaillées des précipitations, de la température de l'air et des cyclones dans le Pacifique Sud subtropical, consulter www.cawer.gov.au/projects/PCCSP ; n/d = données non disponibles.



Changements projetés dans l'océan

D'après les projections, la modification des principaux paramètres de la masse océanique tropicale entourant la Polynésie française par rapport aux moyennes à long terme devrait occasionner une hausse de la température des eaux de surface, une

élévation du niveau de la mer et une augmentation de l'acidification de l'océan. Une évolution des courants océaniques (accroissement dans le gyre du Pacifique Sud) et une réduction de l'apport en nutriments sont aussi attendues {chapitre 3, sections 3.3 et 3.4, tableaux 3.1 et 3.2}.

Paramètre océanique	Moyenne 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température des eaux de surface (°C)	25,9 ^a	+0,6 à +0,8 	+0,7 à +0,8 	+1,2 à +1,6 	+2,2 à +2,7
Niveau de la mer (cm)	+6 depuis 1960				
GIEC**		+8 	+8 	+18 à +38 	+23 à +51
Modèles empiriques ***		+20 à +30 	+20 à +30 	+70 à +110 	+90 à +140
pH de l'océan (unités)	8,08	-0,1 	-0,1 	-0,2 	-0,3
Courants	Augmentation dans le gyre du Pacifique Sud	Augmentation continue de l'intensité dans le gyre du Pacifique Sud			
Apports en nutriments	Légère baisse	Baisse expliquée par une plus forte stratification et une couche de mélange moins profonde			< -20 %

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** projections du quatrième Rapport du GIEC ; *** projections tirées de modèles empiriques récents {chapitre 3, section 3.3.8} ; a = moyenne pour la ZEE tirée de l'ensemble de données HadISST.



Pêche hauturière

Valeur et niveau actuels des captures

La Polynésie française compte une flottille locale de pêche hauturière industrielle qui sillonne les eaux de sa zone économique exclusive (ZEE), principalement pour pêcher le germon à la palangre. D'après les données récentes, cette flottille capture en moyenne chaque année plus de 6 500 tonnes de poisson, qui lui rapportent quelque 25,7 millions de dollars des États-Unis. La Polynésie française a également octroyé des permis de pêche à des flottilles étrangères autorisées à pêcher le thon dans sa ZEE, mais elles enregistrent ces derniers temps de faibles prises moyennes annuelles totales (~ 300 tonnes). Un volume considérable de prises est également débarqué en Polynésie française par des navires étrangers {chapitre 12}. Vous trouverez ci-dessous (Pêche côtière) des informations sur l'importance des thonidés pour la pêche artisanale côtière et la pêche commerciale à petite échelle.

Flottilles locales de pêche hauturière	Prises moyennes annuelles (tonnes) 2004–2008	Valeur des prises moyennes annuelles (million US\$)* 2004–2008
Pêche thonière		
Palangre	4 170	21,6
Canne	613	1,0
Autres méthodes	985	2,3
Pêche hauturière (autres espèces) ^a	750	0,8
Total	6 518	25,7

* Chiffres établis à partir de la valeur marchande par tonne de poisson pour la période 2004–2008 ; a = prises de poissons à rostre uniquement, dont la valeur a été estimée à 1 000 US\$ par tonne.

Habitats hauturiers

La ZEE de la Polynésie française se situe dans une région océanique généralement pauvre en nutriments, appartenant à la province du gyre subtropical du Pacifique Sud (SPSG) [chapitre 4, figure 4.6]. Cette province biogéographique se caractérise par le phénomène de plongée des eaux (downwelling), conjugué à de faibles concentrations de nitrate dans les eaux plus profondes. La production primaire nette y est faible, surtout en été lorsqu'une thermocline marquée se forme [chapitre 4, section 4.4.3]. Grâce aux remontées d'eaux côtières (upwelling) autour des îles, on peut trouver de petites zones où la productivité est plus riche en surface. De façon générale, la province SPSG ne constitue pas une aire d'alimentation de premier choix pour les thonidés.

Projections de l'évolution des habitats hauturiers

D'après les projections, sous l'effet du changement climatique, la couche de surface de la province SPSG devrait s'élargir et s'étendre vers le pôle, mais on attend dans la zone une baisse d'importants paramètres du réseau trophique (production primaire nette et biomasse zooplanctonique) [chapitre 4, tableau 4.3].

Caractéristiques du gyre subtropical du Pacifique Sud	Projections (%)			
	B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Superficie ^a	+4	+7	+7	+14
Position	Extension vers le pôle de la frontière méridionale			
Production primaire nette	-3	-5	-3	-6
Biomasse zooplanctonique	-3	-4	-5	-10

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = superficie calculée par modélisation des niveaux de nutriments et de salinité [chapitre 4, tableau 4.3].

Projections de l'évolution de la production de la pêche hauturière

D'après les premières modélisations appliquées aux scénarios d'émissions B1 et A2, les prises de bonite effectuées dans la ZEE de la Polynésie française devraient augmenter considérablement en 2035 et en 2100 par rapport à la moyenne des prises calculée sur 20 ans (1980–2000). En revanche, les prises de thon obèse devraient décroître d'après les projections des deux scénarios, tant pour 2035 que pour 2100 (chapitre 8, section 8.7). Quant à l'évolution des prises de thon jaune et de germon, le travail de modélisation est en cours. Pour le thon jaune, on devrait obtenir le même type de tendances que pour la bonite, tandis que le germon devrait se déplacer vers le pôle et se trouver en plus grande abondance aux bordures de la province SPSG.

Évolution projetée des prises de bonite (%)			Évolution projetée des prises de thon obèse (%)		
B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
+41	+49	+77	-2	-8	-12

* Approximations du scénario A2 en 2050.



Pêche côtière

Valeur et niveau actuels des captures

Les ressources côtières de Polynésie française comprennent quatre catégories d'organismes : poissons démersaux (poissons de fond qui peuplent les récifs coralliens et les herbiers), poissons pélagiques côtiers (notamment les thons, le coureur arc-en-ciel, le thazard du large et le mahi mahi), les invertébrés destinés à l'exportation et les invertébrés ramassés dans les zones intertidales et infratidales (chapitre 9, section 9.2.1). Le total annuel des captures a été estimé à environ 6 880 tonnes en 2007, pour une valeur de plus de 36 millions de dollars des États-Unis. La pêche commerciale représente 4 000 tonnes de ce total. La proportion de poissons démersaux dans le total des captures est estimée à plus de 50 %.

Paramètre	Ressources côtières : catégories				Total	Valeur totale (million US\$)*
	Poissons démersaux	Poissons pélagiques côtiers ^b	Invertébrés export	Invertébrés des zones inter/infratidales		
Capture (tonnes)*	3 666	2 582	104	530	6 882	36,2
Contribution (%) ^a	53	37,5	1,5	8	100	

* Total des captures et valeur estimés en 2007 (Gillett 2009)¹ ; a = la méthode de calcul des prises, ventilées par catégorie de ressources, est décrite au chapitre 9 (annexe 9.2, tableau complémentaire 9.1) ; b = essentiellement des thonidés.

Habitats côtiers

La Polynésie française possède plus de 15 000 km² d'habitat récifal corallien, ainsi que des herbiers profonds et intertidaux, et des fonds intertidaux sablonneux (chapitre 6) qui hébergent une grande richesse d'espèces marines ciblées par les pêcheurs.

Habitat	Récif corallien ^a	Mangrove ^b	Herbiers ^b	Zone intertidale
Superficie (km ²)	15 126	-	29	n/d

a = Comprend la barrière, les patates de corail, les récifs frangeants et les milieux récifo-lagonaires (chapitre 5, tableau 5.1) ; b = valeurs tirées du chapitre 6, tableau 6.1 ; n/d = données non disponibles.

Projections de l'évolution des habitats côtiers

Le changement climatique devrait exacerber les menaces locales qui pèsent déjà sur les récifs coralliens, les herbiers et les zones intertidales en Polynésie française, avec pour résultat une réduction de la qualité et de la superficie de tous les habitats associés (chapitres 5 et 6).

Paramètres des habitats ^a	Projections (%)		
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Couverture corallienne ^b	-25 à -65 	-50 à -75 	> -90
Superficie des mangroves	-10 	-50 	-60
Superficie des herbiers	< -5 	-5 à -10 	-10 à -20

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = aucune estimation de la réduction de la superficie des zones intertidales n'est disponible ; b = chiffres établis à partir de l'hypothèse que les récifs coralliens sont bien gérés.

Projections de l'évolution de la production de la pêche côtière

D'après les projections, les activités de pêche de poissons démersaux, d'invertébrés ciblés pour l'exportation et d'invertébrés intertidaux et infratidaux devraient accuser une baisse progressive de productivité en Polynésie française, en raison des effets directs (accroissement de la température des eaux de surface) et des effets indirects (modification des habitats des ressources) du changement climatique (chapitre 9, section 9.5). En revanche, les pêcheries ciblant les poissons pélagiques côtiers devraient gagner en productivité grâce à la redistribution des thonidés vers l'est (chapitre 8).

Ressources côtières : catégories	Projections (%)			Principaux effets
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100	
Poissons démersaux	-2 à -5 	-20 	-20 à -50 	Perte d'habitats et baisse du recrutement (en raison de la hausse des températures des eaux de surface et de l'affaiblissement des courants)
Poissons pélagiques côtiers ^a	+15 à +20 	+20 	+10 	Modification de la distribution des thonidés
Invertébrés export	-2 à -5 	-10 	-20 	Dégradation des habitats, et baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan
Invertébrés des zones inter/infratidales	0 	-5 	-10 	Baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = principalement des thonidés (chapitre 9, tableaux 9.8 et 9.10).

Dans l'ensemble, l'évolution projetée des prises des pêcheries côtières traduit une forte dépendance du secteur vis-à-vis des ressources démersales. Cette dépendance est toutefois en partie contrebalancée par la hausse projetée de la productivité de la pêche pélagique côtière. Ainsi, toujours d'après les projections, le total des captures des pêcheries côtières de Polynésie française devrait augmenter en 2035, quel que soit le scénario envisagé, et reculer en 2100, selon les deux scénarios, et de façon plus marquée selon le scénario A2.

Ressources côtières : catégories	Contrib. (%)**	Évolution projetée de la productivité (P) et des prises (%)					
		B1/A2 2035		B1 2100*		A2 2100	
		P***	Prises	P***	Prises	P***	Prises
Poissons démersaux	53	-3,5	-2	-20	-11	-35	-18,5
Poissons pélagiques côtiers ^a	37	+17,5	+7	+20	+8	+10	+4
Invertébrés export	2	-3,5	< -0,1	-10	-0,2	-20	-0,4
Invertébrés des zones inter/infratidales	8	0	0	-5	-0,4	-10	-0,8
Total des prises^a			+5		-3,5		-16

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** proportion de chaque catégorie de ressources dans le total des prises des pêcheries côtières en Polynésie française ; *** valeur médiane de la variation de productivité projetée, tirée de la fourchette présentée au chapitre 9 ; a = chiffres établis en avançant l'hypothèse que la proportion de chaque catégorie de ressources dans le total des prises reste constante.



Pêche en eau douce et dans les estuaires

Valeur et niveau actuels des captures

Les principales espèces dulcicoles et estuariennes pêchées en Polynésie française sont les perches (*nato*), les anguilles, les gobies adultes et leurs alevins (*ina'a*), les tilapias et les crevettes d'eau douce *Macrobrachium*. Ces espèces sont principalement capturées à des fins vivrières dans les rivières des basses terres et les estuaires. Le total annuel des prises de poissons d'eau douce a été estimé en 2007 à 100 tonnes, pour une valeur de 490 000 dollars des États-Unis {chapitre 10}.




Habitats d'eau douce et estuariens

La plus grande rivière de Polynésie française, la Papenoo, s'étend sur 23 kilomètres et abrite un large éventail d'habitats d'eau douce et estuariens où vivent des communautés de poissons {chapitre 7, tableau 7.1}.

Île	Principale rivière	Superficie du bassin versant (km ²)	Longueur de la rivière (km)
Tahiti	Papenoo	91	23

Projections de l'évolution des habitats d'eau douce et estuariens




Les variations des précipitations attendues en Polynésie française d'après les projections {chapitre 2, section 2.5.2} devraient déboucher sur une plus grande variabilité de la superficie et de la qualité de tous les habitats d'eau douce {chapitre 7, tableau 7.5}. Sous l'effet de l'élévation du niveau de la mer, on devrait assister à une extension de la superficie des habitats estuariens {chapitre 7}.

Évolution projetée de la superficie des habitats d'eau douce et estuariens (%)		
B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
		
-5 à +10	-5 à +10	-10 à > +20

* Approximations du scénario A2 en 2050.

Projections de l'évolution de la production de la pêche en eau douce et dans les estuaires

Les variations des précipitations et la modification de l'écoulement et du débit des rivières devraient permettre une légère amélioration de la production de la pêche en eau douce et dans les estuaires en Polynésie française, selon les projections des deux scénarios en 2035 et selon celles du scénario B1 en 2100. Cette tendance à la hausse devrait être plus marquée selon les projections du scénario A2 pour 2100, car un régime permanent d'écoulement des rivières permet d'améliorer la disponibilité et la qualité des habitats, les signaux que suivent les poissons pour leur migration, la reproduction et le recrutement {chapitre 10, section 10.5}.

Évolution projetée des prises de poissons d'eau douce et des estuaires (%)		
B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
		
+2,5	+2,5	+7,5

* Approximations du scénario A2 en 2050.



Aquaculture

Production actuelle et potentiel de production









Les principaux produits issus de la filière aquacole polynésienne sont la perle noire et les coquilles à nacre. Les Polynésiens tirent également des revenus de subsistance de l'élevage d'autres espèces dans les eaux côtières, notamment les crevettes, les espèces intéressant l'aquariophilie (bénitiers) et les poissons marins. Il est possible d'accroître la production de certains types d'élevage côtier et de développer l'aquaculture dulcicole en bassins.

Produit aquacole	Production annuelle (tonnes)	Valeur annuelle (millions de US\$)
Perles ^a	12,5	145
Coquilles à nacre ^b	1 505	0,4
Crevettes ^b	48	1

a = Chiffres établis d'après les données de 1998–2007 ; b = chiffres établis d'après les données de 2004–2007.

Paramètres environnementaux actuels et projetés

La hausse de la température des eaux de surface et l'acidification de l'océan devraient influencer de façon négative sur les conditions d'élevage requises pour assurer de bons taux de survie et de croissance des naissains d'huître perlière et des espèces marines d'aquariophilie (bénitiers et boutures de corail). L'acidification de l'océan peut aussi avoir un effet sur la sécrétion de nacre par les huîtres perlières et, donc sur la qualité de la perle [chapitre 11].

Paramètre environnemental	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température des eaux de surface (°C)	25,9	+0,6 à +0,8 	+0,7 à +0,8 	+1,2 à +1,6 	+2,2 à +2,7 
pH de l'océan (unités)	8,08	-0,1 	-0,1 	-0,2 	-0,3 

* Approximations du scénario A2 en 2050.

Projections de l'évolution de la production aquacole

Telles que projetées, la hausse de la température des eaux de surface et l'acidification de l'océan devraient occasionner un déclin de la production aquacole côtière en Polynésie française (chapitre 11, tableau 11.5).

Produit aquacole	Finalité	Projections		
		B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Huîtres perlières	Moyens de subsistance	↓	↓	↓
Crevettes	Moyens de subsistance	↑	↓	↓
Espèces d'aquarium	Moyens de subsistance	↓	↓	↓
Poissons marins	Moyens de subsistance	↓	↓	↓

* Approximations du scénario A2 en 2050.



Conséquences socioéconomiques

Développement économique et recettes publiques

Contribution actuelle

En Polynésie française, les flottilles locales pêchant le thon et d'autres grands poissons pélagiques à la palangre et en surface n'ont contribué que très modestement au produit intérieur brut (PIB) du pays en 2007, ce qui s'explique par la taille relativement importante de l'économie locale (chapitre 12). Les droits de licence versés par les navires étrangers n'ont pas contribué aux recettes publiques.

Pêche industrielle	Contribution au PIB*	
	Millions US\$	PIB (%)
Palangre	5,6	0,09
Surface	0,3	< 0,01

* Informations concernant 2007 (PIB = 5 478 milliards US\$ (Gillett 2009)).

Projections des effets du changement climatique

D'après les projections, le PIB de la Polynésie française devrait peu évoluer sous l'influence des effets positifs du changement climatique sur les ressources thonières, étant donné que les flottilles industrielles de pêche thonière du pays ne contribuent qu'assez modestement à l'économie (chapitre 12).

Sécurité alimentaire

La Polynésie française figure parmi le groupe de pays océaniques (groupe 2) où l'on estime que le produit de la pêche durable de poissons et d'invertébrés dans les habitats côtiers peut atteindre les 35 kg par personne et par an préconisés pour assurer une bonne hygiène nutritionnelleⁱ de la population {chapitre 12, section 12.7.1}. Cela dit, il peut être difficile d'assurer la distribution des captures vers les zones urbaines en raison des vastes distances séparant les agglomérations de la multitude d'atolls et d'îles périphériques composant la Polynésie française, où les stocks de poissons côtiers sont abondants {chapitre 12, section 12.7.1}.

Contribution actuelle des ressources marines à la sécurité alimentaire

La consommation moyenne nationale de poisson est estimée à 70 kg par personne et par an² en Polynésie française, soit le double de la quantité recommandée pour une bonne hygiène nutritionnelle. À l'heure actuelle, on estime qu'il est possible de prélever dans les récifs coralliens et les autres habitats côtiers de Polynésie française 134 kg de poisson par personne et par an, en plus des 35 kg recommandés.

Consommation de poisson par personne (kg)	Part de poisson dans les protéines animales consommées (%)		Poissons provenant de la pêche vivrière (%)	
	Milieu rural	Milieu urbain	Milieu rural	Milieu urbain
Total national	70	52	71	60
Milieu rural	90			
Milieu urbain				
			57	78
				60

Effets de la croissance démographique

La croissance démographique prévue en Polynésie française s'accompagnera d'une hausse de la demande de poisson associée à la sécurité alimentaire. Toutefois, à la condition que les prises soient redistribuées dans tout le pays, le potentiel d'exploitation des habitats côtiers est et restera suffisant pour que les populations disposent de la quantité recommandée de poisson et conservent leur régime alimentaire traditionnel, très riche en produits de la mer {chapitre 12, section 12.7.3}.

Variable	2010	2035	2050	2100
Population (x 1 000)	269	331	349	379
Qté poisson disponible par habitant (kg/an) ^a	169	137	130	120
Excédent (kg/habitant/an) ^b	134	102	95	85

a = Chiffres établis sur la base de 3 tonnes de poisson par km² d'habitat récifal corallien {chapitre 9} ;
b = par rapport à la consommation recommandée, à savoir 35 kg par habitant et par an.

Autres effets du changement climatique

En dépit des effets du changement climatique sur les ressources côtières, la diminution de la quantité de poisson disponible par habitant ne devrait pas être suffisante pour menacer la sécurité alimentaire en Polynésie française. Compte tenu de la petite taille de la population polynésienne, les vastes étendues de récifs

ⁱ Estimation fondée sur l'hypothèse que les ressources marines représentent 50 % des protéines consommées, comme le recommande le Département santé publique de la CPS (CPS 2008)²⁵.

coralliens continueront d'abriter des poissons côtiers en quantité suffisante pour assurer la sécurité alimentaire des populations, et ce, même dans l'hypothèse d'un recul du produit tiré de la pêche de poissons démersaux pouvant atteindre 50 %, tel que projeté dans le cadre du scénario A2 pour l'année 2100. La plus grande abondance de thonidés dans les zones côtières devrait entraîner une augmentation de la quantité de ressources exploitables.

Moyens d'existence

Contribution actuelle

La pêche côtière représente la première ou la deuxième source de revenus de plus d'un quart des ménages résidant sur la bande côtière en Polynésie française. Quelque 5 000 personnes sont employées dans le secteur aquacole (essentiellement la perliculture)⁴. Le nombre d'emplois à temps plein et partiel à bord de thoniers n'est pas connu.

Proportion de ménages de la bande côtière tirant des revenus de la pêche (%)			Emplois dans le secteur de l'aquaculture*
Revenus principaux	Revenus secondaires	Revenus principaux et secondaires	2007
15	11	27	5 000

* Ponia (2010)⁴ ; informations tirées du chapitre 12, tableau 12.6, et du projet PROCFish mené par la CPS.

Projections des effets du changement climatique

Il est difficile d'estimer les effets du changement climatique sur l'offre de débouchés rémunérateurs dans les secteurs de la pêche et de l'aquaculture, car la pêche hauturière, la pêche pélagique côtière et l'aquaculture côtière sont des secteurs où il est encore possible de créer des emplois. Néanmoins, selon les projections à long terme du scénario d'émissions A2, la création de nouveaux débouchés devrait s'accélérer ou ralentir selon le cas, comme indiqué ci-dessous.

Année	Projections d'après le scénario A2				
	Pêche hauturière**	Pêche côtière		Pêche en eau douce	Aquaculture (côtière)
		Poissons pélagiques côtiers	Autres ressources		
Présent*	↑	↑	↓	↑	↑
2035	↑	↑	↓	↑	↓
2050	↑	↑	↓	↑	↓
2100	↑	↑	↓	↑	↓

* Indique la tendance générale actuelle par activité en matière de création de débouchés ; ** tendances fondées sur les projections d'augmentations des prises de bonite.





Mesures d'adaptation et politiques préconisées

Les programmes que la Polynésie française doit mettre en place pour accroître les avantages socioéconomiques tirés de la pêche et de l'aquaculture reposeront essentiellement sur des interventions visant les objectifs suivants :

1. améliorer l'accès aux ressources thonières et le rendement des opérations de pêche thonière, pour une pêche au service du développement économique et du maintien de la sécurité alimentaire ;
2. gérer les habitats côtiers et les stocks qu'ils abritent pour qu'on puisse continuer d'y pêcher du poisson pour la sécurité alimentaire ;
3. multiplier les activités rémunératrices basées sur la pêche, le tourisme et l'aquaculture côtière.

Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des mesures d'adaptation et des politiques préconisées pour mettre en place de tels programmes dans le contexte du changement climatique (voir section 3 pour plus de détails).

Développement économique et recettes publiques

Mesure d'adaptation n° (section 3.2)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.3)
E3	Mesures immédiates de conservation et de gestion du thon obèse	E8
E4	Programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique des flottilles industrielles de pêche thonière	E9
E5	Entreprises de pêche respectueuses de l'environnement	
E7	Sécurité en mer	E10
E8	Infrastructure à l'épreuve du changement climatique	E11
E9	Gestion des stocks de thonidés assurée à l'échelle du bassin Pacifique	E2

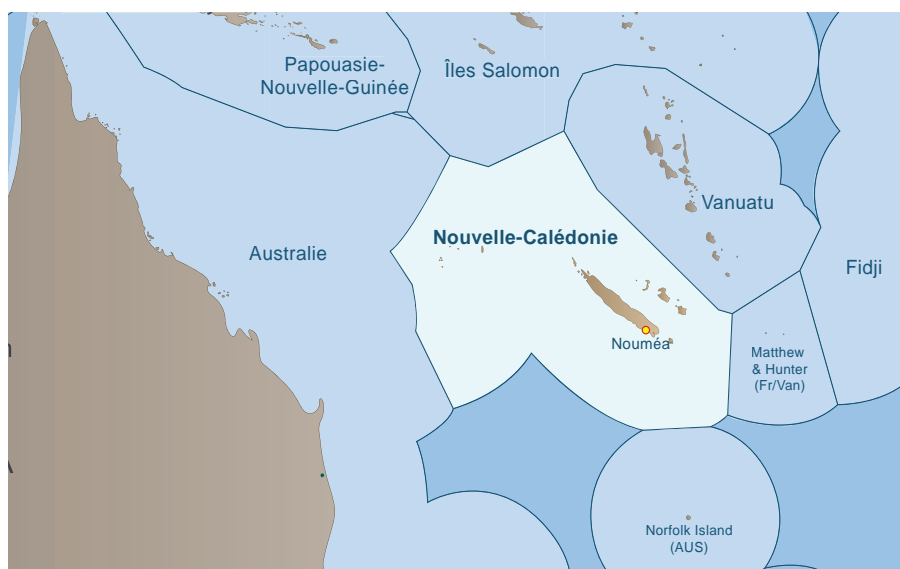
Sécurité alimentaire

Mesure d'adaptation n° (section 3.4)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.5)
F1	Gestion et réhabilitation du couvert végétal dans les bassins versants	F1, F2, F18
F2	Promotion de la conservation des habitats marins côtiers	F1–F3, F18
F4	Aménagements pour l'expansion des habitats d'eau douce	F4, F18
F5	Pérennisation de la production côtière (poissons démersaux et invertébrés)	F6, F7, F13, F18
F6	Diversification des prises de poissons démersaux côtiers	
F7	Gestion des ressources dulcicoles et estuariennes aux fins d'exploitation des débouchés	F6, F13, F18
F8	Meilleur accès des populations urbaines et rurales aux ressources thonières	F8–F13, F18
F11	Amélioration des méthodes de valorisation du produit de la pêche	F17, F18

Moyens d'existence durables

Mesure d'adaptation n° (section 3.6)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.7)
L1	Amélioration des compétences techniques et en gestion d'entreprises des populations locales	L1, L2
L2	Reconstitution des populations d'holothuries et de trocas	L2
L3	Développement des entreprises d'écotourisme tournées vers les récifs coralliens	L3
L4	Diversification de la production aquacole côtière	L4, L5
L5	Réaménagement des stations aquacoles côtières (emplacement et infrastructure)	L6

2.2 Nouvelle-Calédonie



Principales caractéristiques

Population

Année	2010	2035	2050	2100
Population (x 1 000) ^a	252	323	343	372
Taux d'accroissement de la population ^a	1,3	0,7	0,3	0

a = Données du Département statistique et démographie de la CPS (www.spc.int/sdp).

Superficie de la ZEE (km²) 1 111 900

Superficie terrestre (km²) 19 100

% surface terrestre/ZEE 1,7

Activités de pêche et d'aquaculture : pêche hauturière, pêche côtière, pêche en eau douce et dans les estuaires, et aquaculture côtière.

Statut de membre de mécanismes régionaux de gestion de la pêche : membre de la Commission des pêches du Pacifique occidental et central (Territoire participant) et du Groupe du Fer de lance mélanésien.



Climat de surface et océan

Paramètres actuels

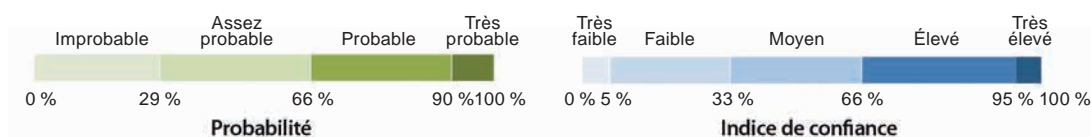
La Nouvelle-Calédonie est caractérisée par un climat tropical-subtropical {chapitre 2}. D'après les données récentes, la température moyenne de l'air à Nouméa s'élève à 23,5 °C et les précipitations moyennes sont d'environ 1 050 mm par an. La Nouvelle-Calédonie se situe dans la province des bassins archipélagiques profonds (province ARCH) {chapitre 4, figure 4.6}. Les variabilités climatique et océanique de cette province dépendent d'un système de courants complexes dus à la présence de nombreuses îles, archipels et monts sous-marins. Ces formations dévient la circulation océanique et créent des tourbillons, qui entraînent des remontées et des plongées d'eau, ainsi que d'autres phénomènes d'échelle moyenne {chapitre 3, section 3.2.9, figure 3.1}. La province ARCH se caractérise par une mosaïque de plans d'eau eutrophes et oligotrophes pouvant varier sur des périodes courtes.

Changements projetés dans le climat de surface

D'après les projections, la température de l'air en Nouvelle-Calédonie devrait grimper sous l'effet du changement climatique tant pour le scénario d'émissions basses (B1) que pour le scénario d'émissions hautes (A2) en 2035 et en 2100 {voir chapitre 1, section 1.3 pour la définition des scénarios} par rapport aux moyennes à long terme {chapitre 2, section 2.5, tableau 2.6}. Globalement, les précipitations devraient décroître ; les pluies se feront plus rares pendant la période hivernale et s'intensifieront en été.

Paramètre climatique ^a	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température de l'air (°C)	23,5 (Nouméa)	+0,5 à +1,0 	+0,5 à +1,0 	+1,0 à +1,5 	+2,5 à +3,0
Pluviométrie (mm)	1 066 (Nouméa)	+5 à +15% 	+5 à +20% 	+10 à +20% 	+10 à +20%
		Multiplication des périodes de précipitation et de sécheresse extrêmes			
Cyclones (nbre par an)	2,3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Possible diminution du nombre total de cyclones tropicaux ➤ Probable intensification de la force des cyclones 			

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = pour des projections plus détaillées des précipitations, de la température de l'air et des cyclones dans le Pacifique Sud subtropical, consulter www.cawer.gov.au/projects/PCCSP.



Changements projetés dans l'océan

D'après les projections, la modification des principaux paramètres de la masse océanique tropicale entourant la Nouvelle-Calédonie par rapport aux moyennes à long terme devrait occasionner une hausse de la température des eaux de surface, une élévation du niveau de la mer et une augmentation de l'acidification de l'océan. Une évolution des courants océaniques (accroissement dans le gyre du Pacifique Sud) et une réduction de l'apport en nutriments sont aussi attendues {chapitre 3, sections 3.3 et 3.4, tableaux 3.1 et 3.2}.

Paramètre océanique	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température des eaux de surface (°C)	25,1 ^a	+0,6 à +0,8 	+0,7 à +0,8 	+1,2 à +1,6 	+2,2 à +2,7
Niveau de la mer (cm)	+6 depuis 1960				
GIEC**		+8 	+8 	+18 à +38 	+23 à +51
	Modèles empiriques***	+20 à +30 	+20 à +30 	+70 à +110 	+90 à +140
pH de l'océan (unités)	8,08	-0,1 	-0,1 	-0,2 	-0,3
Courants****	Accroissement dans le gyre du Pacifique Sud	Affaiblissement du SEC au niveau de l'équateur ; remontée du EUC près de la surface ; affaiblissement du SECC et contraction vers l'ouest			
Apport en nutriments	Légère baisse	Baisse expliquée par une plus forte stratification et une couche de mélange moins profonde		 < -20 %	

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** projections du quatrième Rapport du GIEC ; *** projections tirées de modèles empiriques récents {chapitre 3, section 3.3.8} ; **** notamment dans la zone située au nord de la Nouvelle-Calédonie (de 0 à 10° S) ; a = moyenne pour la ZEE tirée de l'ensemble de données HadISST ; SEC = courant équatorial Sud ; EUC = sous-courant équatorial ; SECC = contre-courant équatorial Sud.



Pêche hauturière

Valeur et niveau actuels des captures

La Nouvelle-Calédonie compte une petite flottille de palangriers qui sillonnent les eaux de sa ZEE. D'après les données récentes (2004–2008), cette flottille capture en moyenne chaque année plus de 2 140 tonnes de poisson, qui lui rapportent quelque 10,4 millions de dollars des États-Unis. Vous trouverez ci-dessous (Pêche côtière) des informations sur l'importance des thonidés pour la pêche artisanale côtière et la pêche commerciale à petite échelle.

Flottes locales de pêche hauturière	Prises moyennes annuelles (tonnes) 2004–2008	Valeur des prises moyennes annuelles (millions US\$)* 2004–2008
Pêche thonière		
Palangre	1 975	10,2
Pêche hauturière (autre espèces) ^a	167	0,2
Total	2 142	10,4

* Chiffres établis à partir de la valeur marchande par tonne de poisson pour la période 2004–2008 ; a = prises de poissons à rostre uniquement, dont la valeur a été estimée à 1 000 US\$ par tonne.

Habitats hauturiers

Les eaux qui baignent la Nouvelle-Calédonie à l'intérieur de la province ARCH sont marquées par des tourbillons et d'autres phénomènes d'échelle moyenne (courants de bord, jets, remontées d'eau dues aux vents, vagues internes et mélanges imputables aux marées) engendrés par la déviation des courants de surface du fait de la présence de masses de terres (chapitre 4, section 4.3.4). Ces phénomènes d'échelle moyenne font généralement remonter des nutriments vers la surface et créent une mosaïque variable d'aires d'alimentation pour les thonidés et d'autres grands poissons pélagiques (chapitre 3, section 3.2.9).

Projections de l'évolution des habitats hauturiers

La surface de la province ARCH restera la même par définition. Cependant, d'après les projections réalisées pour les scénarios B1 et A2, on attend une baisse substantielle d'importants paramètres du réseau trophique (production primaire nette et biomasse zooplanctonique) dans la zone d'ici à 2100 (chapitre 4, tableau 4.3).

Caractéristiques de la province ARCH	Projections (%)			
	B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Production primaire nette	-5	-8	-20	-33
Biomasse zooplanctonique	-5	-6	-17	-26

* Approximations du scénario A2 en 2050.

Projections de l'évolution de la production de la pêche hauturière

D'après les premières modélisations appliquées aux scénarios d'émissions B1 et A2, les prises de bonite effectuées dans la ZEE de la Nouvelle-Calédonie devraient augmenter en 2035 et en 2100 par rapport à la moyenne des prises calculée sur 20 ans (1980–2000). Cette augmentation est particulièrement marquée dans le cadre du scénario A2 pour 2100. Les prises de thon obèse devraient rester relativement stables en 2035, quel que soit le scénario envisagé, ainsi qu'en 2100, selon le scénario B1, et légèrement croître

en 2100, selon le scénario B2 [chapitre 8, section 8.7]. Quant à l'évolution des prises de thon jaune et de germon, le travail de modélisation est en cours. Pour le thon jaune, on devrait obtenir le même type de tendances que pour la bonite, tandis que le germon devrait se déplacer vers le pôle.

Évolution projetée des prises de bonite (%)			Évolution projetée des prises de thon obèse (%)		
B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
+22	+19	+39	+1	+1	+6

* Approximations du scénario A2 en 2050.



Pêche côtière

Valeur et niveau actuels des captures

Les ressources côtières de Nouvelle-Calédonie comprennent quatre catégories d'organismes : les poissons démersaux (poissons de fond qui peuplent les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers), les poissons pélagiques côtiers (notamment les thons, le thazard du lagon, le coureur arc-en-ciel, le thazard du large et le mahi mahi), les invertébrés destinés à l'exportation et les invertébrés ramassés dans les zones intertidales et infratidales [chapitre 9, section 9.2.1]. Le total annuel des captures a été estimé à environ 4 850 tonnes en 2007, pour une valeur de plus de 24,5 millions de dollars des États-Unis. La pêche commerciale représente 1 350 tonnes de ce total. La proportion de poissons démersaux dans le total des captures est estimée à 55 %.

Paramètre	Ressources côtières : catégories				Total	Valeur totale (millions US\$)*
	Poissons démersaux	Poissons pélagiques côtiers ^b	Invertébrés export	Invertébrés des zones inter/infratidales		
Captures (tonnes)*	2 670	560	300	1 320	4 850	24,5
Proportion (%) ^a	55	12	6	27	100	

* Total des captures et valeur estimés en 2007 (Gillett 2009)¹ ; a = la méthode de calcul des prises, ventilées par catégorie de ressources, est décrite au chapitre 9 [annexe 9.2, tableau complémentaire 9.1] ; b = essentiellement des espèces autres que les thonidés.

Habitats côtiers

La Nouvelle-Calédonie possède environ 36 000 km² d'habitat récifal corallien, ce qui représente, d'après les estimations, la plus grande superficie récifale de toute l'Océanie [chapitre 5]. Elle compte également des mangroves, des herbiers profonds et intertidaux, ainsi que des fonds intertidaux sablonneux et des vasières [chapitre 6], qui hébergent une grande richesse d'espèces marines ciblées par les pêcheurs.

Habitat	Récif corallien ^a	Mangrove ^b	Herbiers ^b	Zone intertidale
Superficie (km ²)	35 925	205	936	n/d

a = Comprend la barrière, les patates de corail, les récifs frangeants et les milieux récifo-lagonaires [chapitre 5, tableau 5.1] ; b = valeurs tirées du chapitre 6, tableau 6.1 ; n/d = données non disponibles.

Projections de l'évolution des habitats côtiers

Le changement climatique devrait exacerber les menaces locales qui pèsent déjà sur les récifs coralliens, les mangroves, les herbiers et les zones intertidales en Nouvelle-Calédonie, avec pour résultat une réduction de la qualité et de la superficie de tous les habitats associés (chapitres 5 et 6).

Paramètre des habitats ^a	Projections (%)		
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Couverture corallienne ^b	-25 à -65 	-50 à -75 	> -90
Superficie des mangroves	-10 	-50 	-60
Superficie des herbiers	-5 à -10 	-5 à -20 	-10 à -25

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = aucune estimation de la réduction de la superficie des zones intertidales n'est disponible ; b = chiffres établis à partir de l'hypothèse que les récifs coralliens sont bien gérés.

Projections de l'évolution de la production de la pêche côtière

D'après les projections, les activités de pêche côtière, toutes catégories de ressources confondues, devraient accuser une baisse progressive de productivité en Nouvelle-Calédonie, en raison des effets directs (accroissement de la température des eaux de surface) et des effets indirects (modification des habitats des ressources) du changement climatique (chapitre 9, section 9.5).

Ressources côtières : catégories	Projections (%)			Principaux effets
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100	
Poissons démersaux	-2 à -5 	-20 	-20 à -50 	Perte d'habitats et baisse du recrutement (en raison de la hausse des températures des eaux de surface et de l'affaiblissement des courants)
Poissons pélagiques côtiers ^a	0 	-10 	-15 à -20 	Réduction de la production de zooplancton dans les réseaux trophiques des espèces autres que les thonidés et modification de la distribution des thonidés
Invertébrés export	-2 à -5 	-10 	-20 	Dégradation des habitats et baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan
Invertébrés des zones inter/infratidales	0 	-5 	-10 	Baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = principalement des espèces autres que les thonidés (chapitre 9, tableaux 9.8 et 9.10).

Dans l'ensemble, l'évolution projetée des prises des pêcheries côtières traduit une dépendance relativement forte du secteur par rapport aux ressources démersales ainsi qu'une diminution prévue de la productivité de la pêche côtière, toutes catégories de ressources confondues. Ainsi, toujours d'après les projections, les captures potentielles des pêcheries côtières de Nouvelle-Calédonie devraient en principe légèrement baisser en 2035, quel que soit le scénario envisagé. En 2100, cette baisse devrait être plus marquée, notamment dans le cadre du scénario A2.

Ressources côtières : catégories	Contrib. (%)**	Évolution projetée de la productivité (P) et des prises (%)					
		B1/A2 2035		B1 2100*		A2 2100	
		P***	Prises	P***	Prises	P***	Prises
Poissons démersaux	55	-3,5	-2	-20	-11	-35	-19
Poissons pélagiques côtiers ^a	12	0	0	-10	-1	-17,5	-2
Invertébrés export	6	-3,5	-0,2	-10	-0,6	-20	-1
Invertébrés des zones inter/infratidales	27	0	0	-5	-1	-10	-3
Total des prises^a			-2		-14		-25

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** proportion de chaque catégorie de ressources dans le total des prises des pêcheries côtières en Nouvelle-Calédonie ; *** valeur médiane de la variation de productivité projetée, tirée de la fourchette présentée au chapitre 9 ; a = chiffres établis en avançant l'hypothèse que la proportion de chaque catégorie de ressources dans le total des prises reste constante.



Pêche en eau douce et dans les estuaires

Valeur et niveau actuels des captures

Les principales espèces dulcicoles et estuariennes pêchées en Nouvelle-Calédonie sont notamment les anguilles, les perches (carpes calédoniennes), les tilapias, les vivaneaux tropicaux (en particulier les vieilles de palétuvier), les mullets et les crevettes *Macrobrachium*. Ces espèces sont principalement capturées à des fins vivrières dans les rivières des basses terres et les lacs. Le total annuel des prises de poissons d'eau douce a été estimé en 2007 à 10 tonnes, pour une valeur de 45 800 dollars des États-Unis [chapitre 10]¹. On ne dispose d'aucune donnée concernant le volume et la valeur des prises de poissons des estuaires réalisées par les pêcheurs professionnels, mais on trouve régulièrement certaines espèces estuariennes sur les étals du marché aux poissons de Nouméa.

Habitats d'eau douce et estuariens

Les plus grandes rivières de Nouvelle-Calédonie abritent un large éventail d'habitats d'eau douce et estuariens où vivent des poissons et des invertébrés [chapitre 7, tableau 7.1].

Île	Principale rivière	Superficie du bassin versant (km ²)	Longueur de la rivière (km)
Grande Terre	Le Diahot	589	100
Grande Terre	Tontouta	380	38

Projections de l'évolution des habitats d'eau douce et estuariens

La modification prévue du régime de précipitations en Nouvelle-Calédonie (chapitre 2, section 2.5.2) devrait déboucher sur une plus grande variabilité, ainsi qu'une possible réduction de la superficie et de la qualité de tous les habitats d'eau douce (chapitre 7, tableau 7.5). Sous l'effet de l'élévation du niveau de la mer, on devrait assister à une extension de la superficie des habitats estuariens (chapitre 7).

Évolution projetée de la superficie des habitats d'eau douce et estuariens (%)		
B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
-5 à +10	-10 à +5	-20 à +20

* Approximations du scénario A2 en 2050.

Projections de l'évolution de la production de la pêche en eau douce et dans les estuaires

L'augmentation de la variabilité des précipitations et de l'écoulement fluvial devrait entraîner des changements minimes, voire une légère baisse de la production, pour ce qui est de la pêche en eau douce et dans les estuaires en Nouvelle-Calédonie d'ici à 2100, selon les projections des deux scénarios (chapitre 10, section 10.5).

Évolution projetée des prises de poissons d'eau douce et des estuaires (%)		
B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
0 à +2,5	-2,5	0

* Approximations du scénario A2 en 2050.



Aquaculture

Production actuelle et potentiel de production

En Nouvelle-Calédonie, les crevettes pénéides sont élevées dans des habitats côtiers et produites en relativement grande quantité (environ 2 000 tonnes par an) depuis de nombreuses années. La crevette représente le premier produit d'exportation agro-alimentaire de Nouvelle-Calédonie et offre des possibilités d'emploi intéressantes dans les zones rurales reculées (chapitre 11). Elle contribue pour un tiers à la valeur combinée de la production de la pêche et de l'aquaculture. Des essais d'élevage d'holothuries de sable produites en écloserie sont en cours dans des bassins en terre, et des poissons marins (picots) sont élevés depuis peu pour alimenter le marché local.

Produit aquacole	Production annuelle (tonnes)	Valeur annuelle (millions US\$)*
Crevettes pénéides	2 000	29

* Données de 2007.

Paramètres environnementaux actuels et projetés

De nombreux paramètres du climat de surface et de l'océan essentiels pour la crevetticulture ainsi que l'élevage de poissons marins et d'holothuries devraient évoluer dans une mesure qui est susceptible de modifier la production. En Nouvelle-Calédonie, les changements pluviométriques et la hausse des températures atmosphériques et océaniques pourraient affecter l'aquaculture côtière. Par ailleurs, l'élévation du niveau de la mer devrait influencer sur le drainage des bassins de crevetticulture et réduire la rentabilité des fermes [chapitre 11].

Paramètre environnemental	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température de l'air (°C)	23,5 ^a	+0,5 à +1,0 	+0,5 à +1,0 	+1,0 à +1,5 	+2,5 à +3,0
Hauteur annuelle des précipitations (mm)	1 066 ^a	+5 à +15 % 	+5 à +20 % 	+10 à +20 % 	+10 à +20 %
Cyclones (nbre par an)	2,3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Possible diminution du nombre total de cyclones tropicaux ➤ Probable intensification de la force des cyclones 			
Température des eaux de surface (°C)	25,1	+0,6 à +0,8 	+0,7 à +0,8 	+1,2 à +1,6 	+2,2 à +2,7
Niveau de la mer (cm)	+6 depuis 1960	+8 	+8 	+18 à +38 	+23 à +51
GIEC **		+20 à +30 	+20 à +30 	+70 à +110 	+90 à +140
Modèles empiriques ***		+20 à +30 	+20 à +30 	+70 à +110 	+90 à +140
pH de l'océan (unités)	8,08	-0,1 	-0,1 	-0,2 	-0,3

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** projections du quatrième Rapport du GIEC ; *** projections tirées de modèles empiriques récents [chapitre 3, section 3.3.8] ; a = données concernant Nouméa.

Projections de l'évolution de la production aquacole

La hausse des températures atmosphériques pourrait favoriser la croissance des crevettes à moyen terme, et améliorer leur survie, si la variabilité actuelle de la température s'atténue. Cependant, d'ici à 2100, l'élévation des températures estivales et la diminution des précipitations pourraient se traduire par une baisse des taux de croissance des crevettes bleues actuellement produites en Nouvelle-Calédonie. Les changements pluviométriques et la hausse des températures des eaux de surface

devraient accroître la mortalité des crevettes ainsi que l'incidence des maladies dans les fermes {chapitre 11, tableau 11.5}. En outre, l'élévation du niveau de la mer devrait affecter l'infrastructure actuelle des bassins d'élevage {chapitre 11, section 11.3.2.2}.

Il est probable que la hausse des températures atmosphériques et des eaux de surface, l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de l'acidification de l'océan affectent dans une moindre mesure la production d'holothuries et de picots en 2035. En revanche, ces changements devraient avoir davantage d'effets négatifs sur ces productions aquacoles à l'horizon 2100 {chapitre 11}.

Produit aquacole	Finalité	Projections		
		B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Crevettes	Moyens de subsistance	↑	↓	↓
Poissons marins	Moyens de subsistance	↓	↓	↓
Holothuries	Moyens de subsistance	↓	↓	↓

* Approximations du scénario A2 en 2050.



Conséquences socioéconomiques

Développement économique et recettes publiques

Contribution actuelle

En Nouvelle-Calédonie, la flottille locale de palangriers ne contribue que très modestement au PIB du pays, en raison de la taille importante de l'économie locale ; en 2007, leur contribution équivalait à seulement 0,05 % du PIB.

Pêche industrielle	Contribution au PIB*		Contribution à la génération de recettes publiques	
	Millions US\$	PIB (%)	Millions US\$	Recettes publiques (%)
Surface	0	0	-	-
Palangre	1,7	0,05	n/d	n/d

* Informations concernant 2007 ; PIB = 8 829 milliards US\$ (Gillett 2009)¹ ; n/d = données non disponibles.

Projections des effets du changement climatique

La contribution de la pêche thonière au PIB devrait peu évoluer sous l'effet des modifications prévues de la distribution et de l'abondance des thonidés dues au changement climatique {chapitre 12}.

Sécurité alimentaire

La Nouvelle-Calédonie figure parmi le groupe de pays océaniques (groupe 1) où l'on estime que le produit de la pêche durable de poissons et d'invertébrés dans les habitats côtiers couvrira largement les 35 kg par personne et par an préconisés pour assurer une bonne hygiène nutritionnelleⁱⁱ de la population (chapitre 12, section 12.7.1).

Contribution actuelle des ressources marines à la sécurité alimentaire

La consommation moyenne nationale de poisson est estimée à 26 kg par personne et par an² en Nouvelle-Calédonie, ce qui est inférieur à la quantité recommandée pour une bonne hygiène nutritionnelle. Par contre, dans les zones rurales, la consommation de poisson atteint les 55 kg par personne et par an.

Consommation de poisson par personne (kg)			Poissons provenant de la pêche vivrière (%)	
Total national	Milieu rural	Milieu urbain	Milieu rural	Milieu urbain
26	55	11	91	42

Effets de la croissance démographique

La croissance démographique prévue en Nouvelle-Calédonie s'accompagnera d'une hausse de la demande totale de poisson destiné à l'alimentation. Toutefois, il devrait encore être possible de prélever dans les vastes étendues de récifs coralliens une quantité de poisson bien supérieure à celle requise pour une bonne hygiène nutritionnelle, et ce, au moins jusqu'en 2100.

Variable	2010	2035	2050	2100
Population (x 1 000)	252	323	343	372
Qté poisson disponible par habitant (kg/an) ^a	428	334	314	290
Excédent (kg/habitant/an) ^b	393	299	279	255

a = Chiffres établis sur la base de 3 tonnes de poisson par km² d'habitat récifal corallien (chapitre 9) ;
b = par rapport à la consommation recommandée, à savoir 35 kg par habitant et par an.

Autres effets du changement climatique

En dépit des effets du changement climatique sur les ressources côtières, la diminution de la quantité de poisson disponible par habitant ne devrait pas être suffisante pour menacer la sécurité alimentaire en Nouvelle-Calédonie. Compte tenu de la petite taille de la population néo-calédonienne, les vastes étendues de récifs coralliens continueront d'abriter des poissons côtiers en quantités supérieures à celles requises pour assurer la sécurité alimentaire des populations jusqu'en 2100, et ce, même dans l'hypothèse d'un recul du produit tiré de la pêche côtière pouvant atteindre 50 %.

ii Estimation fondée sur l'hypothèse que les ressources marines représentent 50 % des protéines consommées, comme le recommande le Département santé publique de la CPS (CPS 2008)²⁵.

Moyens d'existence

Contribution actuelle

La pêche côtière représente une importante source de revenus pour les populations résidant sur la bande côtière en Nouvelle-Calédonie : 46 % des ménages de communautés côtières choisies pour leur représentativité tirent leurs revenus principaux ou secondaires de la pêche ou de la vente de poissons. La crevetticulture emploie plus de 550 personnes dans les zones rurales⁴. Le nombre d'emplois à temps plein et partiel générés par la pêche thonière n'est pas connu.

Proportion de ménages de la bande côtière tirant des revenus de la pêche (%)			Emplois dans le secteur de l'aquaculture*
Revenus principaux	Revenus secondaires	Revenus principaux et secondaires	2007
23	23	46	560

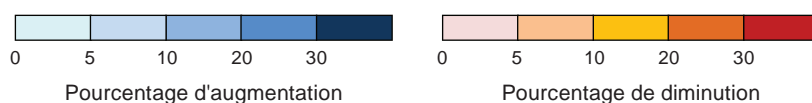
* Ponia (2010)⁴ ; informations tirées du chapitre 12, tableau 12.6, et du projet PROCFish mené par la CPS.

Projections des effets du changement climatique

Il est difficile d'estimer les effets du changement climatique sur l'offre de débouchés rémunérateurs dans les secteurs de la pêche et de l'aquaculture, car la pêche hauturière, la pêche pélagique côtière et l'aquaculture côtière sont des secteurs où il est encore possible de créer des emplois. Néanmoins, selon les projections à long terme du scénario d'émissions A2, la création de nouveaux débouchés devrait s'accélérer ou ralentir selon le cas, comme indiqué ci-dessous.

Année	Projections d'après le scénario A2			
	Pêche hauturière **	Pêche côtière		Aquaculture (côtière)
		Poissons pélagiques côtiers	Autres ressources	
Présent*	↑	↑	↓	↑
2035	↑	Aucun effet	↓	↓
2050	Aucun effet	↓	↓	↓
2100	↓	↓	↓	↓

* Indique la tendance générale actuelle par activité en matière de création de débouchés ; ** tendances fondées sur les projections d'augmentations des prises de bonite ; la pêche en eau douce et dans les estuaires n'est pas prise en compte, en grande partie parce qu'elle est pratiquée à des fins vivrières.





Mesures d'adaptation et politiques préconisées

Les programmes que la Nouvelle-Calédonie doit mettre en place pour accroître les avantages socioéconomiques tirés de la pêche et de l'aquaculture reposeront essentiellement sur des interventions visant les objectifs suivants :

1. améliorer l'accès aux ressources thonières et le rendement des opérations de pêche palangrière ;
2. gérer les habitats côtiers et les stocks qu'ils abritent pour qu'on puisse continuer d'y pêcher du poisson pour la sécurité alimentaire ; et
3. multiplier les activités rémunératrices basées sur la pêche, le tourisme et l'aquaculture côtière.

Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des mesures d'adaptation et des politiques préconisées pour mettre en place de tels programmes dans le contexte du changement climatique (voir section 3 pour plus de détails).

Développement économique et recettes publiques

Mesure d'adaptation n° (section 3.2)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.3)
E3	Mesures immédiates de conservation et de gestion du thon obèse	E8
E4	Programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique des flottilles industrielles de pêche thonière	E9
E5	Entreprises de pêche respectueuses de l'environnement	
E7	Sécurité en mer	E10
E8	Infrastructure à l'épreuve du changement climatique	E11
E9	Gestion des stocks de thonidés assurée à l'échelle du bassin Pacifique	E2

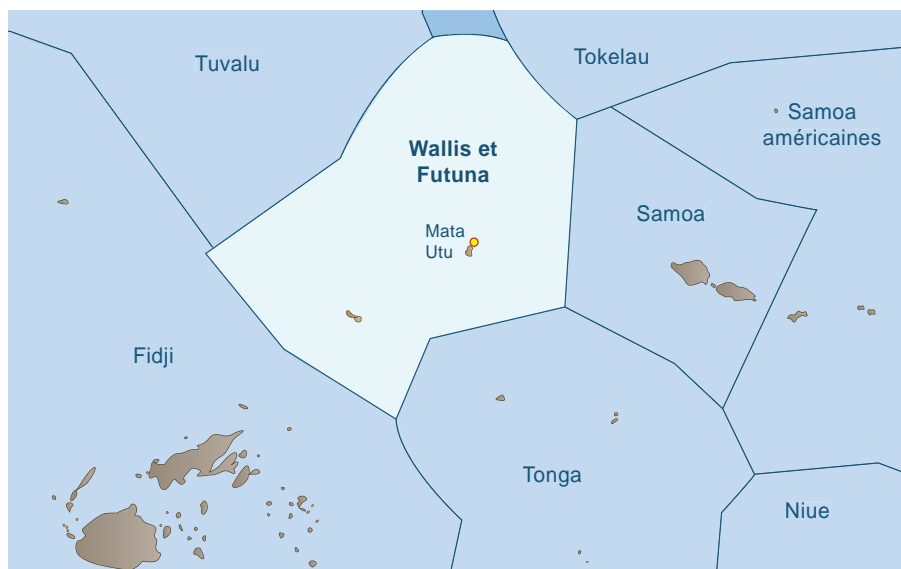
Sécurité alimentaire

Mesure d'adaptation n° (section 3.4)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.5)
F1	Gestion et réhabilitation du couvert végétal dans les bassins versants	F1, F2, F18
F2	Promotion de la conservation des habitats marins côtiers	F1–F3, F18
F3	Aménagements pour la migration des habitats des poissons côtiers vers l'intérieur des terres	F4, F5, F18
F4	Aménagements pour l'expansion des habitats d'eau douce	F4, F18
F5	Pérennisation de la production côtière (poissons démersaux et invertébrés)	F6, F7, F13, F18
F6	Diversification des prises de poissons démersaux côtiers	
F7	Gestion des ressources dulcicoles et estuariennes aux fins d'exploitation des débouchés	F6, F13, F18

Moyens d'existence durables

Mesure d'adaptation n° (section 3.6)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.7)
L1	Amélioration des compétences techniques et en gestion d'entreprises des populations locales	L1, L2
L2	Reconstitution des populations d'holothuries et de trocas	L2
L3	Développement des entreprises d'écotourisme tournées vers les récifs coralliens	L3
L4	Diversification de la production aquacole côtière	L4, L5
L5	Réaménagement des stations aquacoles côtières (emplacement et infrastructure)	L6

2.3 Wallis et Futuna



Principales caractéristiques

Population

Année	2010	2035	2050	2100
Population (x 1 000) ^a	13	14	14	14
Taux d'accroissement de la population ^a	-0,6	0	0	0

a = Données du Département statistique et démographie de la CPS (www.spc.int/sdp).

Superficie de la ZEE (km²) 242 445

Superficie terrestre (km²) 255

% surface terrestre/ZEE 0,1

Activités de pêche et d'aquaculture : pêches hauturière et côtière.

Statut de membre de mécanismes régionaux de gestion de la pêche : Commission des pêches du Pacifique occidental et central (Territoire participant).



Climat de surface et océan

Paramètres actuels

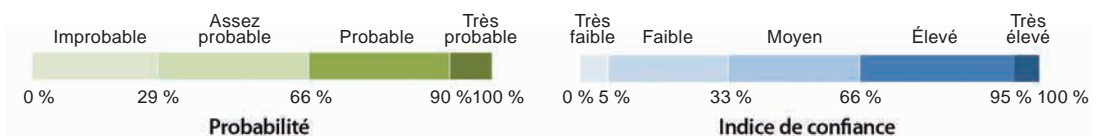
Le Territoire de Wallis et Futuna est caractérisé par un climat tropical (chapitre 2). D'après les données récentes, la température moyenne de l'air à Hihifo s'élève à 27,1 °C et les précipitations moyennes sont d'environ 3 340 mm par an. Le Territoire fait partie de la province du gyre subtropical du Pacifique Sud (province SPSG) (chapitre 4, figure 4.6). Ce tourbillon résulte de la circulation anticyclonique des vents, et les précipitations au centre de la province sont faibles. Le mode de rotation du gyre influe sur la structuration verticale de la colonne d'eau, les couches se formant plus en profondeur avec des eaux oligotrophes en surface (chapitre 4).

Changements projetés dans le climat de surface

D'après les projections, la température de l'air et les précipitations devraient augmenter à Wallis et Futuna sous l'effet du changement climatique, tant pour le scénario d'émissions basses (B1) que pour le scénario d'émissions hautes (A2) en 2035 et en 2100 (voir chapitre 1, section 1.3 pour la définition des scénarios) par rapport aux moyennes à long terme (chapitre 2, section 2.5, tableau 2.6).

Paramètre climatique ^a	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température de l'air (°C)	27,1 (Hihifo)	+0,5 à +1,0 	+0,5 à +1,0 	+1,0 à +1,5 	+2,5 à +3,0
Pluviométrie (mm)	3 339 (Hihifo)	+5 à +15 % 	+5 à +20 % 	+10 à +20 % 	+10 à +20 %
		Multiplication des périodes de précipitation et de sécheresse extrêmes 			
Cyclones (nbre par an)	1,6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Possible diminution du nombre total de cyclones tropicaux ➤ Probable intensification de la force des cyclones 			

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = pour des projections plus détaillées des précipitations, de la température de l'air et des cyclones dans le secteur de Wallis et Futuna, consulter www.cawer.gov.au/projects/PCCSP.



Changements projetés dans l'océan

D'après les projections, la modification des principaux paramètres de la masse océanique tropicale entourant Wallis et Futuna par rapport aux moyennes à long terme devrait occasionner une hausse de la température des eaux de surface, une

élévation du niveau de la mer et une augmentation de l'acidification de l'océan. Une évolution des courants océaniques (accroissement dans le gyre du Pacifique Sud) et une réduction de l'apport en nutriments sont aussi attendues (chapitre 3, sections 3.3 et 3.4, tableaux 3.1 et 3.2).

Paramètre océanique	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température des eaux de surface (°C)	28,9 ^a	+0,6 à +0,8 	+0,7 à +0,8 	+1,2 à +1,6 	+2,2 à +2,7
Niveau de la mer (cm)	+6 depuis 1960				
GIEC**		+8 	+8 	+18 à +38 	+23 à +51
Modèles empiriques***		+20 à +30 	+20 à +30 	+70 à +110 	+90 à +140
pH de l'océan (unités)	8,08	-0,1 	-0,1 	-0,2 	-0,3
Courants	Accroissement dans le gyre du Pacifique Sud	Augmentation continue de l'intensité dans le gyre du Pacifique Sud			
Apport en nutriments	Légère baisse	Baisse expliquée par une plus forte stratification et une couche de mélange moins profonde			< -20%

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** projections du quatrième Rapport du GIEC ; *** projections tirées de modèles empiriques récents (chapitre 3, section 3.3.8) ; a = moyenne pour la ZEE tirée de l'ensemble des données HadISST.



Pêche hauturière

Valeur et niveau actuels des captures

On ne compte à Wallis et Futuna qu'un seul palangrier thonier immatriculé sur place et pratiquant la pêche dans la zone économique exclusive (ZEE) du Territoire. Entre 1999 et 2008, les captures de thon réalisées par des navires étrangers dans la ZEE se sont élevées en moyenne à 168 tonnes par an (essentiellement du germon), pour une valeur de 400 000 dollars des États-Unis. Vous trouverez ci-dessous (Pêche côtière) des informations sur l'importance des thonidés pour la pêche artisanale côtière et la pêche commerciale à petite échelle.

Habitats hauturiers

La ZEE de Wallis et Futuna se situe dans une région océanique généralement pauvre en nutriments, appartenant à la province du gyre subtropical du Pacifique Sud (SPSG) (chapitre 4, figure 4.6). Cette province biogéographique se caractérise par le phénomène de plongée des eaux (downwelling), conjugué à de faibles concentrations de nitrate dans les eaux plus profondes. La production primaire nette y est faible,

surtout en été lorsqu'une thermocline marquée se forme {chapitre 4, section 4.4.3}. Grâce aux remontées d'eaux côtières (upwelling) autour des îles, on peut trouver de petites zones où la productivité est plus riche en surface. De façon générale, la province SPSG ne constitue pas une aire d'alimentation de premier choix pour les thonidés.

Projections de l'évolution des habitats hauturiers

D'après les projections, sous l'effet du changement climatique, la couche de surface de la province SPSG devrait s'élargir et s'étendre vers le pôle, mais on attend dans la zone une baisse d'importants paramètres du réseau trophique (production primaire nette et biomasse zooplanctonique) {chapitre 4, tableau 4.3}.

Caractéristiques du gyre subtropical du Pacifique Sud	Projections (%)			
	B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Superficie ^a	+4	+7	+7	+14
Position	Extension vers le pôle de la frontière méridionale			
Extension vers le pôle de la frontière méridionale	-3	-5	-3	-6
Biomasse zooplanctonique	-3	-4	-5	-10

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = superficie calculée par modélisation des niveaux de nutriments et de salinité {chapitre 4, tableau 4.3}.

Projections de l'évolution de la production de la pêche hauturière

D'après les premières modélisations appliquées aux scénarios d'émissions B1 et A2, les prises de bonite effectuées dans la ZEE de Wallis et Futuna devraient augmenter considérablement en 2035 et en 2100 par rapport à la moyenne des prises calculée sur 20 ans (1980–2000). En revanche, les prises de thon obèse devraient rester stables selon les projections des deux scénarios en 2035 et selon celles du scénario B1 en 2100, et reculer en 2100, selon le scénario A2 {chapitre 8, section 8.7}. Quant à l'évolution des prises de thon jaune et de germon, le travail de modélisation est en cours. Pour le thon jaune, on devrait obtenir le même type de tendances que pour la bonite, tandis que le germon devrait se déplacer vers le pôle et se trouver en plus grande abondance aux bordures de la province SPSG.

Évolution projetée des prises de bonite (%)			Évolution projetée des prises de thon obèse (%)		
B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
+44	+49	+46	0	0	-7

* Approximations du scénario A2 en 2050.



Pêche côtière

Valeur et niveau actuels des captures

Les ressources côtières de Wallis et Futuna comprennent quatre catégories d'organismes : poissons démersaux (poissons de fond qui peuplent les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers), poissons pélagiques côtiers (notamment les thons, le coureur arc-en-ciel, le thazard du large et le mahi mahi), les invertébrés destinés à l'exportation et les invertébrés ramassés dans les zones intertidales et infratidales (chapitre 9, section 9.2.1). Le total annuel des captures a été estimé à environ 960 tonnes en 2007, pour une valeur de 7,5 millions de dollars des États-Unis. La pêche commerciale représente environ 120 tonnes de ce total. La proportion de poissons démersaux dans le total des captures est estimée à 75 %.

Paramètre	Ressources côtières : catégories				Total	Valeur totale (millions US\$)*
	Poissons démersaux	Poissons pélagiques côtiers ^b	Invertébrés export	Invertébrés des zones inter/infratidales		
Captures (tonnes)*	718	106	17	120	961	7,5
Proportion (%) ^a	75	11	2	12	100	

* Total des captures et valeur estimés en 2007 (Gillett 2009)¹ ; a = la méthode de calcul des prises, ventilées par catégorie de ressources, est décrite au chapitre 9 (annexe 9.2, tableau complémentaire 9.1) ; b = essentiellement des espèces autres que les thonidés.

Habitats côtiers

Wallis et Futuna possèdent plus de 900 km² d'habitat récifal corallien, qui hébergent des espèces marines ciblées par les pêcheurs (chapitre 5), ainsi que des herbiers profonds et intertidaux, des mangroves et des fonds intertidaux sablonneux (chapitre 6).

Habitat	Récif corallien ^a	Mangrove ^b	Herbiers ^b	Zone intertidale
Superficie (km ²)	932	0,2	24	n/d

a = Comprend la barrière, les patates de corail, les récifs frangeants et les milieux récifo-lagonaires (chapitre 5, tableau 5.1) ; b = valeurs tirées du chapitre 6, tableau 6.1 ; n/d = données non disponibles.

Projections de l'évolution des habitats côtiers

Le changement climatique devrait exacerber les menaces locales qui pèsent déjà sur les récifs coralliens, les mangroves, les herbiers et les zones intertidales à Wallis et Futuna, avec pour résultat une réduction de la qualité et de la superficie de tous les habitats associés (chapitres 5 et 6).

Paramètres des habitats ^a	Projections (%)		
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Couverture corallienne ^b	-25 à -65 	-50 à -75 	> -90
Superficie des mangroves	-10 	-50 	-60
Superficie des herbiers	-5 à -20 	-5 à -35 	-10 à -50

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = aucune estimation de la réduction de la superficie des zones intertidales n'est disponible ; b = chiffres établis à partir de l'hypothèse d'une bonne gestion des récifs coralliens.

Projections de l'évolution de la production de la pêche côtière

D'après les projections, les activités de pêche de poissons démersaux, d'invertébrés ciblés pour l'exportation et d'invertébrés intertidaux et infratidaux devraient accuser une baisse progressive de productivité à Wallis et Futuna, en raison des effets directs (accroissement de la température des eaux de surface) et des effets indirects (modification des habitats des ressources) du changement climatique (chapitre 9, section 9.5). En revanche, les pêcheries ciblant les poissons pélagiques côtiers devraient gagner en productivité grâce à la redistribution des thonidés vers l'est (chapitre 8).

Ressources côtières : catégories	Projections (%)			Principaux effets
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100	
Poissons démersaux	-2 à -5 	-20 	-20 à -50 	Perte d'habitats et baisse du recrutement (en raison de la hausse des températures des eaux de surface et de l'affaiblissement des courants)
Poissons pélagiques côtiers ^a	+15 à +20 	+20 	+10 	Modification de la distribution des thonidés
Invertébrés export	-2 à -5 	-10 	-20 	Dégradation des habitats, et baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan
Invertébrés des zones inter/infratidales	0 	-5 	-10 	Baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = principalement des thonidés (chapitre 9, tableaux 9.8 et 9.10).

Dans l'ensemble, l'évolution projetée des prises des pêcheries côtières s'explique par une forte dépendance du secteur vis-à-vis des ressources démersales, ainsi que par la réduction prévue de la productivité de la plupart des composantes de la pêche côtière. Ainsi, toujours d'après les projections, le total des captures des pêcheries côtières de Wallis et Futuna devrait diminuer légèrement en 2035, quel que soit le scénario envisagé, et continuer à reculer en 2100, selon les deux scénarios, et de façon plus marquée selon le scénario A2.

Ressources côtières : catégories	Contrib. (%)**	Évolution projetée de la productivité (P) et des prises (%)					
		B1/A2 2035		B1 2100*		A2 2100	
		P***	Prises	P***	Prises	P***	Prises
Poissons démersaux	75	-3,5	-3	-20	-15	-35	-26
Poissons pélagiques côtiers ^a	11	+17,5	+2	+20	+2	+10	+1
Invertébrés export	2	-3,5	-0,06	-10	-0,2	-20	-0,4
Invertébrés des zones inter/infratidales	12	0	0	-5	-0,6	-10	-1
Total des prises^a			-0,8		-13,5		-27

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** proportion de chaque catégorie de ressources dans le total des prises des pêcheries côtières à Wallis et Futuna ; *** valeur médiane de la variation de productivité projetée, tirée de la fourchette présentée au chapitre 9 ; a = chiffres établis en avançant l'hypothèse que la proportion de chaque catégorie de ressources dans le total des prises reste constante.



Pêche en eau douce et dans les estuaires

On ne recense pas d'activités de pêche en eau douce ou en estuaire à Wallis et Futuna (à l'exception de la capture occasionnelle de crevettes d'eau douce *Macrobrachium*).



Aquaculture

L'aquaculture est inexistante à Wallis et Futuna (même s'il paraît utile d'étudier la possibilité de pratiquer l'élevage de picots en cages et le pacage en mer de l'holothurie de sable).



Conséquences socioéconomiques

Développement économique et recettes publiques

Un palangrier immatriculé localement a récemment commencé à pratiquer la pêche thonière dans la ZEE de Wallis et Futuna, mais il ne contribue pas encore au produit intérieur brut ni aux recettes publiques du Territoire.

Sécurité alimentaire

Wallis et Futuna figurent parmi le groupe de pays océaniques (groupe 2) où l'on estime que le produit de la pêche durable de poissons et d'invertébrés dans les habitats côtiers peut atteindre les 35 kg par personne et par an préconisés pour assurer une bonne

hygiène nutritionnelleⁱⁱⁱ de la population. Cela dit, il peut être difficile d'assurer la distribution des captures à partir de certains récifs de la ZEE, en raison des distances séparant ces zones de pêche des agglomérations {chapitre 12, section 12.7.1}.

Contribution actuelle des ressources marines à la sécurité alimentaire

La consommation moyenne nationale de poisson est estimée à 75 kg par personne et par an² à Wallis et Futuna, soit nettement plus que la quantité recommandée pour une bonne hygiène nutritionnelle. À l'heure actuelle, on estime qu'il est possible de prélever 213 kg de poisson par personne et par an dans les récifs coralliens de Wallis et Futuna.

Consommation de poisson par personne (kg)			Poissons provenant de la pêche vivrière (%)	
Total national	Milieu rural	Milieu urbain	Milieu rural	Milieu urbain
74	n/d	n/d	86	86

n/d = Données non disponibles.

Effets de la croissance démographique

Selon les prévisions, la population de Wallis et Futuna devrait rester stable au cours de ce siècle et le produit de la pêche côtière devrait permettre d'assurer la sécurité alimentaire. L'excédent actuellement constaté par rapport à la consommation recommandée de poisson pour une bonne hygiène nutritionnelle devrait perdurer jusqu'en 2100.

Variable	2010	2035	2050	2100
Population (x 1000)	13	14	14	14
Qté poisson disponible par habitant (kg/an) ^a	213	206	206	206
Excédent (kg/habitant/an) ^b	178	171	171	171

a = Chiffres établis sur la base de 3 tonnes de poisson par km² d'habitat récifal corallien {chapitre 9} ;
b = par rapport à la consommation recommandée, à savoir 35 kg par habitant et par an.

Autres effets du changement climatique

Le recul du produit de la pêche de poissons démersaux, qui pourrait atteindre 50 % d'ici à 2100 dans le cadre du scénario A2, ne devrait pas avoir d'incidence notable sur la quantité de poisson disponible par personne pour assurer la sécurité alimentaire de Wallis et Futuna. Compte tenu de la petite taille de la population, les vastes étendues de récifs coralliens devraient continuer à abriter des poissons côtiers en quantité suffisante pour que les populations conservent leur régime alimentaire traditionnel, très riche en produits de la mer, à condition que les prises puissent être distribuées à partir des récifs éloignés vers les îles, et notamment vers Futuna.

iii Estimation fondée sur l'hypothèse que les ressources marines représentent 50 % des protéines consommées, comme le recommande le Département santé publique de la CPS (CPS 2008)²⁵.

Moyens d'existence

Contribution actuelle

La pêche côtière constitue une source importante de revenus pour les populations des bandes côtières de Wallis et Futuna, puisque plus de 40 % des ménages représentatifs de ces zones tirent leur première ou leur deuxième source de revenus de la pêche et de la vente de leurs prises.

Proportion de ménages de la bande côtière tirant des revenus de la pêche (%)		
Revenus principaux	Revenus secondaires	Revenus principaux et secondaires
21	23	44

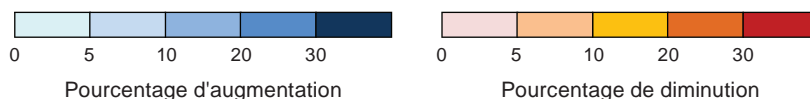
Informations tirées du chapitre 12, tableau 12.6, et du projet PROCFish mené par la CPS.

Projections des effets du changement climatique

Il est difficile d'estimer les effets du changement climatique sur l'offre de débouchés rémunérateurs dans les secteurs de la pêche et de l'aquaculture, car la pêche hauturière et la pêche pélagique côtière sont des secteurs où des créations d'emplois sont encore envisageables. Néanmoins, selon les projections à long terme du scénario d'émissions A2, la création de nouveaux débouchés devrait s'accélérer ou ralentir selon le cas, comme indiqué ci-dessous.

Année	Projections d'après le scénario A2		
	Pêche hauturière **	Pêche côtière	
		Poissons pélagiques côtiers	Autres ressources
Présent*	↑	↑	↓
2035	↑	↑	↓
2050	↑	↑	↓
2100	↑	↑	↓

* Indique la tendance générale actuelle par activité en matière de création de débouchés ; ** tendances fondées sur les projections d'augmentations des prises de bonite.



Mesures d'adaptation et politiques préconisées

Les programmes que Wallis et Futuna doivent mettre en place pour accroître les avantages socioéconomiques tirés de la pêche reposeront essentiellement sur des interventions visant les objectifs suivants :

1. gérer les habitats côtiers et les stocks qu'ils abritent pour qu'on puisse continuer d'y pêcher du poisson pour la sécurité alimentaire ;
2. améliorer l'accès des pêcheurs côtiers aux ressources thonières afin de diversifier l'approvisionnement en poisson destiné à la consommation ; et
3. multiplier les activités rémunératrices basées sur la pêche et le tourisme.

Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des mesures d'adaptation et des politiques préconisées pour mettre en place de tels programmes dans le contexte du changement climatique (voir section 3 pour plus de détails).

Développement économique et recettes publiques

Mesure d'adaptation n° (section 3.2)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.3)
E3	Mesures immédiates de conservation et de gestion du thon obèse	E8
E7	Sécurité en mer	E10
E9	Gestion des stocks de thonidés assurée à l'échelle du bassin Pacifique	E2

Sécurité alimentaire

Mesure d'adaptation n° (section 3.4)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.5)
F1	Gestion et réhabilitation du couvert végétal dans les bassins versants	F1, F2, F18
F2	Promotion de la conservation des habitats marins côtiers	F1–F3, F18
F3	Prise de dispositions relatives à la migration des habitats marins côtiers vers l'intérieur des terres	F4, F5, F18
F5	Pérennisation de la production côtière (poissons démersaux et invertébrés)	F6, F7, F13, F18
F6	Diversification des prises de poissons démersaux côtiers	F6, F13, F18
F8	Meilleur accès des populations urbaines et rurales aux ressources thonières	F8–F13, F18
F11	Amélioration des méthodes de valorisation du produit de la pêche	F17, F18

Moyens d'existence durables

Mesure d'adaptation n° (section 3.6)	Objet	Politique d'appui n° (section 3.7)
L1	Amélioration des compétences techniques et en gestion d'entreprises des populations locales	L1, L2
L2	Reconstitution des populations d'holothuries et de trocas	L2
L3	Développement des entreprises d'écotourisme tournées vers les récifs coralliens	L3

3. Mesures d'adaptation et politiques d'appui

3.1 Choix des meilleures mesures d'adaptation

Les mesures d'adaptation adoptées pour minimiser les menaces que fait peser le changement climatique sur l'important rôle que jouent la pêche et l'aquaculture dans les États et Territoires insulaires océaniques et tirer le meilleur parti de toute nouvelle possibilité susceptible d'apparaître, doivent également tenir compte des grands facteurs qui influent sur le secteur des ressources marines. Pensons notamment à la croissance démographique, à l'urbanisation, à la gouvernance et à la stabilité politique, à l'état de santé des ressources halieutiques dans d'autres océans, à l'innovation technologique, aux marchés, au commerce et aux coûts des carburants. La croissance démographique et l'urbanisation devraient avoir une influence considérable, surtout en Mélanésie [chapitres 1 et 12].

La plupart de ces facteurs pourrait très bien affecter la pêche et l'aquaculture avant même que les effets projetés du changement climatique ne se fassent sentir de manière négative. Il convient de mettre en place un cadre de planification de l'adaptation en tenant compte des facteurs non climatiques à court terme et du changement climatique à long terme. Les meilleures mesures d'adaptation seront celles qui sont bénéfiques tant à court terme qu'à long terme (mesures d'adaptation dites « gagnant-gagnant ») (figure 3.1).

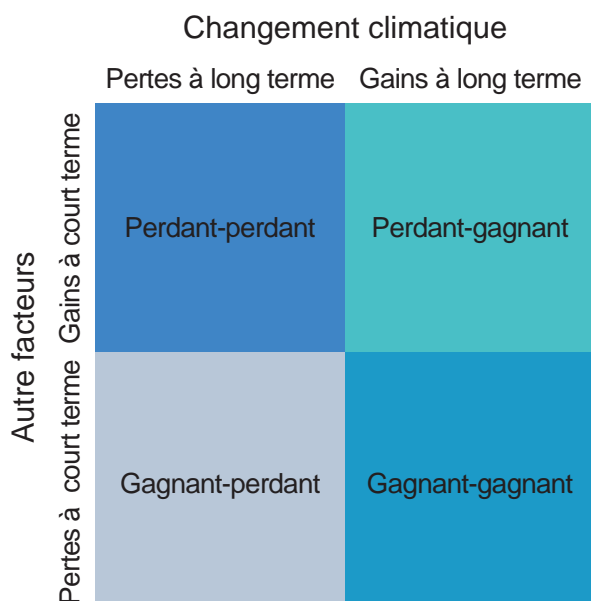


Figure 3.1 Cadre décisionnel employé pour la définition des mesures d'adaptation en tenant compte du changement climatique et d'autres facteurs (source : Grafton 2010)²⁴.

Pour s'adapter au changement climatique, il faudra aussi adopter des mesures « perdant-gagnant », à savoir des mesures dont le coût social et économique de départ est assez élevé, mais qui se traduisent à long terme par des bénéfices nets pour les pays océaniques. Les investissements « gagnant-perdant » sont une forme de mauvaise adaptation au changement climatique et sont à proscrire, sauf dans des cas extrêmes où la survie de l'homme pourrait être menacée.

Les mesures d'adaptation « gagnant-gagnant » et « perdant-gagnant » ne peuvent être définies sur la simple base des variations projetées des ressources exploitées par les pêcheurs et les aquaculteurs. Il faut tenir compte des obstacles sociaux qui pourraient freiner l'utilisation de nouvelles technologies plus adaptées {chapitre 13}. On peut par exemple citer les normes culturelles et les sexes spécifiques, qui peuvent empêcher la participation de tous les groupes de population. Pour évaluer les chances de réussite des mesures d'adaptation proposées, il faut également mesurer la probabilité que ces obstacles puissent être supprimés pour offrir aux populations un plus grand choix de stratégies d'adaptation.

Dans la présente section, nous décrivons en détail les mesures « gagnant-gagnant » et « perdant-gagnant » qu'il est nécessaire d'adopter pour maximiser les avantages durables tirés de la pêche et de l'aquaculture en termes de développement économique, de recettes publiques, de sécurité alimentaire et de moyens d'existence, dans le contexte du changement climatique. Chaque train de mesures est accompagné d'une liste de politiques d'appui.

3.2 Développement économique et recettes publiques (E)

La distribution des bonites, et donc de l'effort de pêche, va d'après les projections se déplacer vers l'est {chapitre 8}, ce qui devrait avoir deux conséquences importantes sur le produit intérieur brut (PIB) et le niveau des recettes publiques des pays de la région. D'une part, ce déplacement devrait permettre aux pays océaniques du Pacifique central (Kiribati, Nauru, Tokelau et Tuvalu), dont le budget est déjà fortement tributaire des droits de licence versés par les nations pratiquant la pêche hauturière dans leurs eaux, d'enregistrer des recettes supplémentaires. L'augmentation des prises à l'est, où se déplacent les thonidés, devrait également améliorer la contribution de la pêche au PIB des Samoa américaines et des Îles Marshall, et peut-être même faire naître de nouvelles possibilités de développement en Polynésie {chapitre 12}. D'autre part, dans certains pays océaniques situés dans le Pacifique occidental, notamment la Papouasie-Nouvelle-Guinée et les Îles Salomon, cette redistribution pourrait avoir une incidence sur les plans nationaux de développement de la pêche industrielle et des entreprises de transformation destinés à accroître le rendement économique de l'exploitation des ressources thonières. Cela dit, s'il est possible que les pays du Pacifique occidental voient reculer les recettes publiques que génèrent les droits de licence et la contribution des entreprises de pêche et de transformation au PIB, on ne

s'attend pas à des répercussions profondes en Papouasie-Nouvelle-Guinée, préservée par la taille relativement importante de son économie {chapitre 12}. Par contre, les effets de cette nouvelle donne devraient se faire sentir de façon plus marquée aux Îles Salomon, où la pêche industrielle et le secteur de la transformation représentent actuellement quelque 5 % du PIB et où l'installation de nouvelles conserveries est en projet {chapitre 12}.

Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des mesures d'adaptation et des politiques préconisées pour maximiser les avantages économiques de l'exploitation des ressources hauturières dans les pays du Pacifique central et oriental, et pour réduire au minimum les répercussions prévues dans les pays du Pacifique occidental. Ces mesures d'adaptation reposent sur : 1) la mise au point de mesures de gestion souples permettant un déplacement de l'effort de pêche vers l'est, tout en faisant en sorte que les conserveries en place et en projet à l'ouest continuent d'être approvisionnées en importantes quantités de thon ; et 2) l'optimisation de la productivité des ressources thonières dans toute la région.

➤ **Mesure d'adaptation E1 : Pleine mise en œuvre des régimes de gestion durable de l'effort de pêche (gagnant-gagnant)**

Le système de gestion des jours de pêche (VDS) des senneurs, qui consiste à distribuer l'effort de pêche entre les ZEE des huit États parties à l'Accord de Nauru, constitue un mécanisme précieux d'adaptation qui tient compte des effets des épisodes El Niño sur la distribution actuelle et future des thonidés. L'objectif de ce système est de maintenir à un niveau constant l'effort de pêche total dans les États parties à l'Accord de Nauru, tout en leur permettant d'acheter ou de vendre des jours de pêche lorsque les poissons se concentrent tantôt à l'ouest, tantôt à l'est, sous l'effet du phénomène d'oscillation australe El Niño. Le système VDS, dont le mode de fonctionnement s'inspire des systèmes de bourse du carbone visant à limiter les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), a pour but de garantir un certain retour économique à tous les États parties à l'Accord de Nauru, quel que soit le lieu où les populations de thonidés se concentrent. Toutefois, s'ils veulent garantir l'efficacité du système, les États parties devront se doter des capacités et des régimes de gouvernance nécessaires pour s'assurer que l'effort de pêche est conforme aux niveaux prescrits. La distribution de l'effort de pêche entre les États parties devra également être revue périodiquement, conformément aux dispositions relatives au système VDS, pour tenir compte du déplacement progressif des stocks de thonidés vers l'est. Cet ajustement périodique n'affectera en rien le mécanisme d'échange des jours de pêche pendant les épisodes El Niño, même à très long terme, mais il épargnera aux pays situés le plus à l'est l'obligation de devoir continuellement racheter des jours de pêche aux pays situés à l'ouest, si l'on se base sur les captures actuelles.

Les États parties à l'Accord de Nauru sont en train de mettre en place un second système VDS pour la pêche palangrière, mais sa mise en œuvre risque d'être plus problématique en raison du grand nombre de palangriers inscrits, de la difficulté de

placer des observateurs à bord des navires et du rendement moindre de la pêche. Le régime de gestion durable de l'effort de pêche du germon et d'autres espèces de thonidés, que mettent actuellement au point les pays membres de l'Accord Te Vaka Moana dans le Pacifique Sud subtropical, devrait également offrir aux pays signataires un dispositif pratique d'adaptation aux changements de distribution des espèces concernées.

➤ **Mesure d'adaptation E2 : Diversification des sources de poissons livrés aux conserveries (gagnant-gagnant)**

L'Union européenne (UE) a conclu un Accord de partenariat économique intérimaire (APEI) avec la Papouasie-Nouvelle-Guinée, d'une part, et les Fidji, d'autre part, pour aider ces deux pays à développer à court terme leur secteur de la transformation des produits de la mer et se préparer à exporter leurs produits vers l'Europe, où ils feront face à une concurrence féroce des conserveries asiatiques. La disposition de l'APEI relative à l'« approvisionnement mondial » est particulièrement avantageuse, car elle permet à un pays d'acheter et d'exporter du poisson à partir de n'importe quel autre pays. Dans une perspective à long terme, il est très important que la Papouasie-Nouvelle-Guinée signe un APE complet avec l'UE afin de garantir l'approvisionnement de ses conserveries, même lorsque les populations de thonidés se déplaceront vers l'est. Les Îles Salomon ont elles aussi tout intérêt à signer un APEI avec l'UE, compte tenu de leur projet de construction de nouvelles conserveries. La Papouasie-Nouvelle-Guinée, les Fidji et les Îles Salomon devraient s'employer à négocier des accords de partenariat économique, intérimaires et complets, afin de tirer parti, pendant de nombreuses années, des dispositions relatives à l'approvisionnement mondial et d'autres mesures incitatives favorables au développement prévues dans ces accords.

Il faut toutefois préciser que tout pays océanien qui approvisionne la Papouasie-Nouvelle-Guinée en poisson destiné au marché européen doit se conformer à une clause conditionnelle. Il devra se mettre en conformité avec : 1) les règlements de l'UE sur l'hygiène des denrées alimentaires (obligation de créer une autorité compétente de sécurité sanitaire des produits de la mer et un réseau de laboratoires d'analyse associé) ; et 2) les règlements sur la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INN) (obligation de mettre en place un système de certification et de traçabilité des produits pour démontrer que le poisson a été pêché en toute légalité).

Il existe d'autres mesures d'adaptation qui devraient faciliter l'approvisionnement ininterrompu des conserveries de Papouasie-Nouvelle-Guinée et des Îles Salomon lors des épisodes El Niño à court terme, et face aux effets projetés du changement climatique sur les populations de thonidés à long terme. Pensons notamment aux mesures suivantes : 1) restreindre l'accès des nations pratiquant la pêche hauturière aux ZEE de ces pays pour que les navires nationaux puissent pêcher plus de poisson ; 2) imposer aux pays pratiquant la pêche hauturière dans leurs ZEE de débarquer une partie de leurs prises sur place pour qu'elles soient livrées aux conserveries locales ;

3) renforcer les dispositifs existants afin de permettre aux flottilles nationales de ces pays de pêcher dans la ZEE d'autres pays océaniques ; 4) mettre en place de nouvelles mesures d'incitation pour favoriser le débarquement dans les ports de ces deux pays des prises de thonidés capturées dans d'autres ZEE. Ces mesures d'adaptation devraient s'intégrer aux dispositions contenues dans le système VDS et les APEI/APE.

➤ **Mesure d'adaptation E3 : Mesures immédiates de conservation et de gestion du thon obèse (perdant-gagnant)**

Il convient de réduire la mortalité due à la pêche du thon obèse pour combattre la surpêche dont est actuellement victime cette espèce dans l'océan Pacifique occidental et central {chapitre 8}. Cette mesure devrait aider la population à se reconstituer et à retrouver un effectif tel qu'elle sera mieux à même de s'adapter aux changements projetés dans le Pacifique tropical {chapitres 3 et 4}. Il faudra attendre entre 10 et 20 ans pour constater pleinement les effets positifs des mesures de réduction de la mortalité due à la pêche du thon obèse, compte tenu de la longévité assez importante de cette espèce (durée de vie > 12 ans).

➤ **Mesure d'adaptation E4 : Programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique des flottilles industrielles de pêche (gagnant-gagnant)**

Réaliser des audits énergétiques axés sur les économies de carburants pour la pêche de routine et adopter des programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique tenant compte des économies préconisées devraient permettre d'améliorer le rendement économique des flottilles de pêche à court et long terme. Ces initiatives devraient aider les flottilles industrielles à faire face aux fluctuations des cours du pétrole et contribuer à réduire les coûts d'exploitation des navires nationaux des États fédérés de Micronésie, de Papouasie-Nouvelle-Guinée et des Îles Salomon, qui devront s'éloigner davantage des côtes pour cibler les thonidés plus à l'est. Bien que les senneurs consomment moins de carburant que les palangriers par tonne de poisson pêchée, cette mesure d'adaptation devrait quand même permettre de réduire sensiblement les coûts d'exploitation des senneurs.

Pour atténuer les effets des prochaines flambées des cours internationaux du pétrole, les flottilles locales de pêche industrielle basées en Mélanésie devraient évaluer les avantages socioéconomiques et écologiques et la viabilité d'autres sources d'énergie, telles que l'huile de coco et d'autres biocombustibles. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, certains caboteurs sont déjà passés aux biocombustibles locaux et d'autres devraient leur emboîter le pas dès que leurs propriétés lubrifiantes auront été améliorées.

➤ **Mesure d'adaptation E5 : Entreprises de pêche respectueuses de l'environnement (gagnant-gagnant)**

Il serait utile de chercher à réduire les effets actuels et projetés (avec une redistribution à l'est des populations) de la pêche thonière sur les espèces non ciblées et les espèces dépendantes, ce qui devrait aider les pays océaniques à satisfaire aux exigences des

régimes de certification promouvant la pêche responsable. En effet, si l'on trouve un moyen 1) de réduire les émissions de CO₂ des flottilles commerciales (voir ci-dessus) et des conserveries afin que le thon pêché dans le Pacifique soit compétitif et étiqueté bas carbone et 2) de remplacer les conserves métalliques par d'autres emballages, les pays de la région devraient être mieux équipés pour rester bien présents sur les marchés du thon, d'autant que la communauté internationale fera de plus en plus pression sur les exploitants pour réduire au maximum l'empreinte carbone des opérations de pêche et de transformation.

➤ **Mesure d'adaptation E6 : Prise en compte des femmes dans les entreprises de transformation des produits de la mer (gagnant-gagnant)**

Le rendement et la productivité des conserveries et des usines de découpe du poisson, qu'elles soient en place ou en projet dans la région, notamment en Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux Îles Salomon, reposent en grande partie sur le travail des femmes. Si l'on s'assure que les droits et les obligations des femmes océaniques sont reconnus dans leurs conditions d'emploi et qu'elles ont accès aux formations et aux débouchés nécessaires pour occuper des postes à responsabilité, il est probable que ces deux paramètres de production s'améliorent. Une direction sensible aux spécificités culturelles et de genre ouvre la voie à une adaptation gagnant-gagnant, puisqu'elle devrait favoriser la fidélisation des employés, même lorsque le changement climatique crée des difficultés pour les ménages.

➤ **Mesure d'adaptation E7 : Sécurité en mer (gagnant-gagnant)**

Les flottilles thonières pêchant dans la région auront accès à des prévisions météorologiques toujours plus précises, mais des audits de la sécurité à bord des navires sont nécessaires pour s'assurer que les palangriers (et les senneurs) sillonnant les zones à risque cyclonique {chapitre 2} peuvent se conformer à des normes acceptables de sécurité en mer, pour se prémunir en cas d'intensification des cyclones. Cette mesure d'adaptation contribuera à protéger les équipages de pêche à court et long terme.

➤ **Mesure d'adaptation E8 : Infrastructure à l'épreuve du changement climatique (perdant-gagnant)**

Toute nouvelle infrastructure construite pour appuyer le travail des entreprises de pêche, des conserveries et des usines de découpe doit être implantée sur des terrains qui ne souffrent aucun risque d'inondation, et ce, en tenant compte de l'élévation projetée du niveau de la mer pendant toute la durée de vie prévue des installations {chapitre 3}. À des latitudes supérieures à environ 10° S–10° N, les nouvelles constructions doivent également pouvoir résister aux effets possibles de cyclones de plus forte intensité {chapitre 2}. Il peut aussi être nécessaire d'investir dans la rénovation des infrastructures déjà en place pour la pêche industrielle et la transformation des produits de la mer. Certes, l'exercice de planification et les

dépenses à engager pour protéger les infrastructures du risque climatique dans le secteur de la pêche peuvent, à court terme, entraîner une baisse de bénéfices, mais, à long terme, ils permettront de pérenniser le secteur.

➤ **Mesure d'adaptation E9 : Gestion des stocks de thonidés assurée à l'échelle du bassin Pacifique (perdant-gagnant)**

Si la migration progressive vers l'est des thonidés évoluant actuellement dans l'océan Pacifique occidental et central se confirme, il se peut que la Commission des pêches du Pacifique occidental et central (WCPFC) et la Commission interaméricaine du thon des tropiques (CIATT) doivent coopérer sur tous les aspects de la gestion de la pêche thonière. Il peut même être envisageable à long terme de faire fusionner ces deux organisations pour créer une organisation pan-Pacifique de gestion de la pêche thonière (à condition que l'effort relatif des navires opérant dans le Pacifique occidental et central et dans le Pacifique oriental soit maintenu au niveau actuel). Dans un premier temps, le coût d'un tel remaniement dépassera probablement la somme des avantages retirés, mais les bénéfices devraient être bien supérieurs à mesure que les ressources thonières se déplacent.

3.3 Politiques d'appui : développement économique et recettes publiques (E)

Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des politiques à mettre en place pour appliquer les mesures d'adaptation destinées à préserver ou à améliorer la contribution de la pêche hauturière au développement économique et à la génération de recettes publiques, telles que décrites à la section 3.2. Vous trouverez dans le tableau 3.1 la liste des politiques correspondant à chaque mesure d'adaptation.

- **Politique E1 : Promouvoir la conclusion d'accords d'accès transparents entre les États et Territoires insulaires océaniques et les pays pratiquant la pêche hauturière** de sorte que les quotas d'effort de pêche alloués dans le cadre des systèmes VDS, notamment, puissent être aisément compris par tous les États parties à l'Accord de Nauru (ainsi que les pays non membres qui achètent des jours de pêche aux États parties au titre d'accords bilatéraux et ceux qui envoient des navires de pêche dans les eaux de ces États). Renforcer les capacités des pays, pour qu'ils sachent reconnaître les réussites et les échecs des systèmes VDS ou d'autres dispositifs de gestion de l'effort de pêche, ainsi que les mécanismes de gouvernance requis pour administrer un système VDS et assurer sa pleine efficacité.
- **Politique E2 : Étudier plus avant les différentes possibilités de gestion collective** en vue de déterminer si ce mode de gestion peut venir stimuler les capacités nationales de mise en œuvre de mesures destinées à renforcer sur le long terme les économies nationales et à protéger les stocks de thonidés.

- **Politique E3 : Adapter les plans nationaux de gestion de la pêche thonière et les stratégies de commercialisation** afin de proposer un cadre plus souple pour la vente des prises de thon, ou l'achat de thon pour alimenter les entreprises nationales de transformation. Dans certains pays, cette politique peut notamment prévoir la négociation d'un APE de longue durée avec l'UE, la constitution d'une autorité compétente pour la sécurité sanitaire des produits de la mer et d'un réseau de laboratoires d'analyses associé ou de services connexes, et la certification des prises conformes à la réglementation contre la pêche INN. Il convient de développer de nouveaux marchés tournés vers l'UE.
- **Politique E4 : Intégrer les considérations climatiques dans les nouveaux objectifs et stratégies de gestion de la Commission des pêches du Pacifique occidental et central (WCPFC)**, en particulier pour ce qui concerne la baisse projetée à terme de l'abondance globale des bonites, des thons jaunes et des thons obèses dans le Pacifique occidental et central. En particulier, la WCPFC devrait envisager : 1) de renforcer les dispositifs de gestion de l'effort total de pêche ou des prises totales (ou des deux paramètres) dans sa zone de compétence ; et 2) de mettre au point les outils nécessaires pour surveiller et contrôler l'application de ses mesures de conservation et de gestion dans l'éventualité où les paramètres biologiques fondamentaux des stocks exploités viendraient à connaître un changement majeur.
- **Politique E5 : Revoir les conditions d'octroi de licence aux pays pratiquant la pêche hauturière dans les eaux océaniques, si besoin, afin que les données de prises et d'effort soient communiquées pour tous les navires au niveau de détail des fiches de pêche** (y compris les données historiques), et ce, pour tous les poissons capturés dans les ZEE et les zones de haute mer. Ces données devraient être transmises au pays émetteur, qui les communiquera à son tour à la WCPFC et à la CPS pour leur permettre d'améliorer les modèles de prédiction de la distribution des thonidés et des captures (section 5).
- **Politique E6 : Officialiser le tracé des limites maritimes nationales** conformément aux dispositions de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer. De nombreux pays devront d'abord procéder à la délimitation de leurs lignes de base par des travaux techniques (points de référence à terre).
- **Politique E7 : Appliquer à l'échelon national des mesures de gestion qui soient responsables à l'échelle régionale et explicites sur le plan spatial** afin d'aborder les conséquences du changement climatique sur les concentrations sous-régionales de thonidés qui se forment dans les eaux archipélagiques nationales, ces dernières n'étant pas couvertes par le mandat de la WCPFC.
- **Politique E8 : Élaborer de nouvelles mesures d'atténuation des captures de thon obèse par les senneurs** tenant compte de la redistribution de cette espèce vers l'est, où les prises par unité d'effort des senneurs sont nettement plus élevées.

- **Politique E9 : S'appuyer sur les accords commerciaux régionaux et les accords d'accès préférentiels afin de commercialiser des produits thoniers « écologiques »** sous-tendus par des méthodes de pêche responsable, des entreprises de transformation équitables et des circuits de distribution dont les émissions de CO₂ sont réduites à leur minimum tout au long de la chaîne logistique.
- **Politique E10 : Faire en sorte que toutes les entreprises de pêche industrielle se mettent en conformité avec les normes acceptées en matière de sécurité en mer**, y compris en modifiant le plan des navires ou le matériel de bord de manière à garantir la navigabilité des palangriers et des senneurs dans les zones à risque cyclonique.
- **Politique E11 : Imposer une meilleure protection des nouvelles infrastructures contre le risque climatique**, en s'assurant 1) que les installations à terre sont construites en dehors des zones considérées, pendant la période attendue d'amortissement de l'investissement, comme étant à risque d'inondation en cas d'élévation du niveau de la mer ou d'ondes de tempête qui pourraient s'intensifier d'après les projections ; et 2) que les quais et chemins d'accès resteront opérationnels même en cas de montée des eaux et d'intensification des cyclones.

Tableau 3.1 Récapitulatif des mesures d'adaptation et des politiques connexes à mettre en place pour préserver ou améliorer la contribution de la pêche hauturière au développement économique et à la génération de recettes publiques dans les États et Territoires insulaires océaniques (voir sections 3.2 et 3.3 pour plus de détails).

Mesure d'adaptation	Type	Politique d'appui*
E1 Pleine mise en œuvre des régimes de gestion durable de l'effort de pêche	G-G	E1, E2, E4–E6
E2 Diversification des sources de poissons livrés aux conserveries	G-G	E1–E5, E7
E3 Mesures immédiates de conservation et de gestion du thon obèse	P-G	E7, E8
E4 Programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique des flottilles industrielles de pêche	G-G	
E5 Entreprises de pêche respectueuses de l'environnement	G-G	E9
E6 Prise en compte des femmes dans les entreprises de transformation des produits de la mer	G-G	
E7 Sécurité en mer	G-G	E10
E8 Infrastructure à l'épreuve du changement climatique	P-G	E11
E9 Gestion des stocks de thonidés assurée à l'échelle du bassin Pacifique	P-G	E2

* Voir numérotation des politiques d'appui à la section 3.3 ; G = gagnant ; P = perdant.

3.4 Contribution des ressources aquatiques à la sécurité alimentaire (F)

La baisse projetée de la production halieutique côtière en raison des effets directs et indirects du changement climatique {chapitre 9} devrait creuser l'écart entre la quantité de poisson nécessaire à une bonne hygiène nutritionnelle, ou consommée traditionnellement par les populations, et la quantité de poisson exploitable dans les habitats côtiers (et dulcicoles), écart causé par la croissance démographique

dans neuf des vingt-deux pays océaniques {chapitre 12}. Cette diminution de la production halieutique côtière devrait également exacerber les problèmes existants d'approvisionnement en poisson des grandes agglomérations urbaines dans sept autres pays océaniques {chapitre 12}.

Les mesures d'adaptation et les politiques préconisées pour préserver l'important rôle que jouent les ressources aquatiques dans le maintien de la sécurité alimentaire dans la région {chapitre 1} consistent essentiellement à éviter dans toute la mesure du possible que cet écart ne se creuse. Pour ce faire, il convient : 1) de gérer correctement les habitats et les stocks de poissons côtiers (et dulcicoles) ; 2) d'améliorer l'accès des populations rurales et urbaines aux ressources thonières ; et 3) de favoriser le développement de l'aquaculture en bassins. Les mesures d'adaptation recommandées sont décrites ci-après. La plupart de ces recommandations ne sont pas nouvelles ; depuis de nombreuses années, ces mesures font partie intégrante des cadres de gestion intégrée des zones côtières et de gestion écosystémique des pêches, et sont préconisées pour contrecarrer les effets de la croissance démographique sur la production de poisson destiné à la sécurité alimentaire.

Pour appliquer la plupart de ces mesures, le dispositif le plus efficace reste le régime de cogestion communautaire et écosystémique des pêches, qui allie propriété coutumière du domaine maritime et autre capital social, gouvernance locale, savoirs traditionnels, intérêt personnel et capacité d'auto-exécution des mesures adoptées. C'est d'autant plus vrai quand les mesures d'adaptation sont mises à l'étude par des groupes consultatifs de gestion transversale composés de représentants des pouvoirs publics et d'acteurs non gouvernementaux.

3.4.1 Protection des habitats des poissons

➤ Mesure d'adaptation F1 : Gestion et réhabilitation du couvert végétal dans les bassins versants (gagnant-gagnant)

Dans une grande partie de la sous-région mélanésienne, pour préserver la production halieutique côtière et dulcicole et assurer ainsi la sécurité alimentaire, il faut d'abord préserver la végétation des bassins versants {chapitre 12}. Un couvert végétal de qualité permet de réduire les transferts de sédiments et de nutriments dans le réseau hydrographique en cas de fortes précipitations et de limiter sensiblement les impacts pouvant affecter les habitats dulcicoles et côtiers des poissons. En revanche, lorsque le couvert végétal est de mauvaise qualité, les phénomènes de ruissellement et d'érosion s'accroissent {chapitre 7}, ce qui a pour effet direct de dégrader les habitats des récifs coralliens, des mangroves et des herbiers, et de rendre les coraux plus vulnérables au blanchissement {chapitres 5 et 6} (figure 3.2). En ce qui concerne les habitats dulcicoles, faute d'espaces ombragés sur les rives, les poissons sont plus exposés à l'élévation des températures. Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des principales interventions à mener pour préserver le couvert végétal ou revégétaliser les bassins versants.

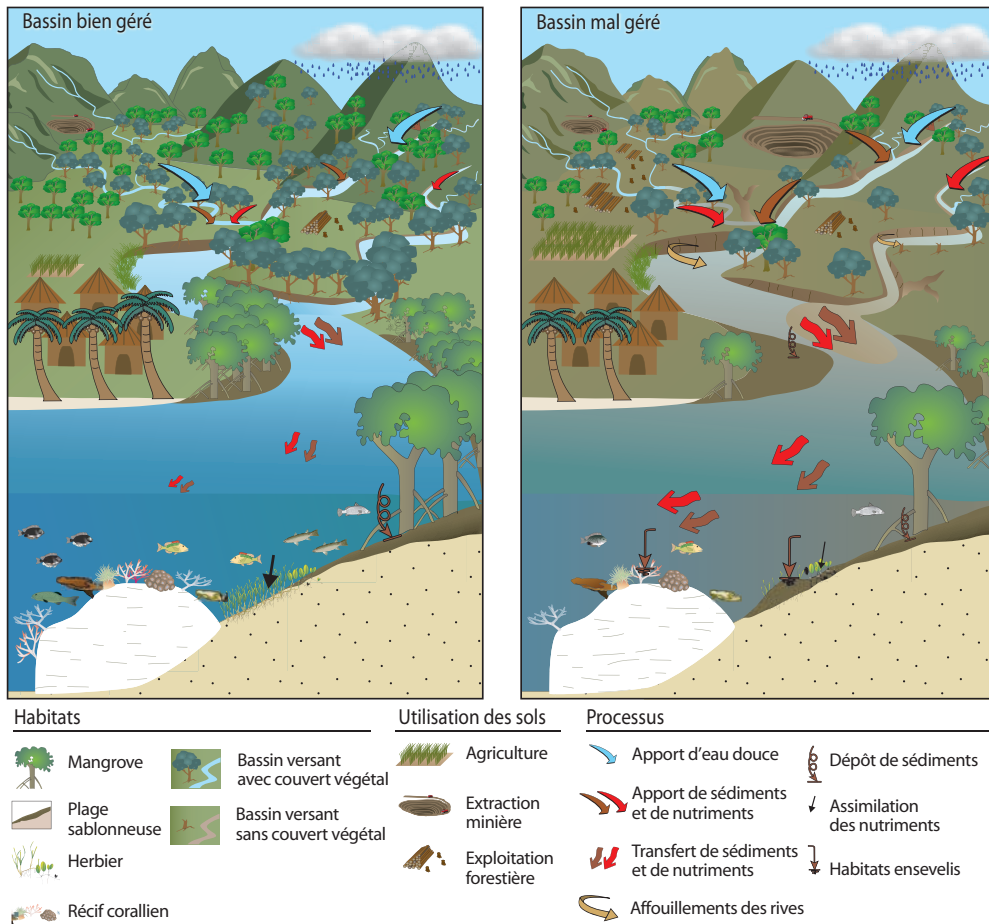


Figure 3.2 Qualité des habitats dulcicoles et côtiers selon la qualité de la gestion du bassin versant.

- Promouvoir l'importance de la gestion des bassins versants pour soutenir l'activité halieutique à l'occasion de réunions nationales de planification et faire en sorte que les parties prenantes des secteurs agricole, forestier et minier s'engagent à mettre en œuvre les meilleures pratiques de sorte à préserver la végétation existante et à planter de nouveaux arbres, à éviter dans toute la mesure du possible la mise à nu et la perte de sols pendant la construction d'infrastructures, et à prévenir la contamination des cours d'eau par les engrais et d'autres polluants.
- Promouvoir l'adoption de pratiques agricoles inoffensives, notamment celles inspirées des savoirs traditionnels ; sensibiliser les parties prenantes aux effets « en aval » d'une mauvaise gestion de l'exploitation agricole et forestière (culture sur brûlis par exemple) ; et faciliter la participation des propriétaires coutumiers au sens large du terme, hommes, femmes et jeunes compris, à la diversification

des pratiques agroforestières en s'assurant qu'elles sont compatibles avec la préservation des habitats des poissons, pour une meilleure résilience face au changement climatique.

La préservation et la restauration du couvert végétal des bassins versants devraient permettre à court terme d'améliorer la qualité des habitats dulcicoles et côtiers. Ces mesures devraient également contribuer à la préservation des habitats côtiers {chapitres 5 et 6}, et permettre l'expansion des habitats dulcicoles, qui pourront alors accueillir plus de poisson {chapitres 7 et 10}, dans les pays océaniques où l'on projette une hausse des précipitations {chapitre 2}.

➤ **Mesure d'adaptation F2 : Promotion de la conservation des habitats des poissons côtiers (gagnant-gagnant)**

S'il est essentiel de réduire au maximum la charge des sédiments et des nutriments charriés par ruissellement dans la zone côtière, il est aussi nécessaire d'adopter d'autres mesures pour améliorer la résilience des habitats côtiers face au changement climatique. Ces mesures sont les suivantes :

- Prévenir toute dégradation de la qualité de l'eau par les contaminations d'origine urbaine (eaux usées des habitations et des élevages d'animaux, rejets chimiques, déchets solides et rejet d'effluents des usines) en réduisant la pollution et en gérant les déchets. Par essence responsables, ces interventions seront d'autant plus importantes à l'avenir que les eaux côtières, appelées à connaître des changements d'après les projections, pourraient voir leur capacité d'assimilation des déchets s'affaiblir.
- Mettre un terme aux activités qui abîment la structure tridimensionnelle des récifs coralliens, pourvoyeurs d'une grande partie de la production halieutique côtière {chapitres 5 et 9}. Pensons notamment aux méthodes de pêche destructrices (en particulier la pêche à la dynamite), à l'extraction de coraux pour en faire des matériaux de construction, aux mouillages sauvages et aux activités touristiques imprudentes, ou encore à la mauvaise conception des infrastructures côtières et des installations touristiques. La dégradation des récifs coralliens peut aussi participer à la multiplication des cas de ciguatera.
- Interdire les activités qui entraînent un recul des mangroves, comme l'abattage des palétuviers, et endommagent la complexité structurelle des herbiers, comme le dragage ou le chalutage {chapitre 6}.
- Sensibiliser les populations au fait que les poissons et les invertébrés ont besoin d'habitats côtiers qui parfois n'entrent plus dans le domaine de leurs savoirs traditionnels (ou en ont disparu). En d'autres termes, il convient d'établir des relations avec les populations locales pour préserver la connectivité entre les récifs coralliens, les mangroves, les herbiers et les platiers intertidaux, afin : 1) de conserver la mosaïque d'habitats nécessaires au recrutement des juvéniles de poissons et d'invertébrés ; et 2) de fournir aux poissons démersaux adultes une vaste gamme d'aires d'alimentation {chapitres 6 et 9}.

- S'assurer le concours des ONG, des groupes de réflexion sur les récifs coralliensⁱ et de programmes tels que le Seagrass-Watchⁱⁱ afin d'aider les populations locales à allier méthodes traditionnelles et respect des réglementations pour assurer l'exploitation durable des ressources. En d'autres termes, il s'agit de protéger les habitats des poissons, tout en les exploitant pour se procurer du bois de chauffe, des tapas, des matériaux de construction et des plantes médicinales.

Ces mesures devraient à court terme contribuer à préserver les habitats côtiers des poissons et à maintenir le recrutement des poissons et invertébrés côtiers. À plus long terme, elles devraient également améliorer la résilience des récifs coralliens, des mangroves et des herbiers face aux facteurs de stress résultant du changement climatique, tels que l'augmentation de la température, de la turbidité et de la charge en nutriments de l'eau, l'acidification et l'élévation du niveau de la mer (chapitres 5 et 6).

➤ **Mesure d'adaptation F3 : Aménagements pour la migration des habitats des poissons côtiers vers l'intérieur des terres (perdant-gagnant)**

Sur les grandes îles hautes, les responsables nationaux de la planification et les responsables communautaires devraient s'assurer qu'aucune infrastructure n'est construite sur des terrains de faible altitude qui jouxtent des mangroves, des herbiers et des platiers intertidaux, puisqu'il faudra à terme protéger ces constructions de la montée des eaux en bâtissant des ouvrages de protection contre les inondations. Il convient plutôt de laisser ces terrains inoccupés afin de permettre la migration des habitats aquatiques vers l'intérieur des terres (chapitre 6), surtout dans les zones où l'élévation projetée du niveau de la mer (chapitre 3) devrait provoquer des inondations sur de vastes étendues. Étant donné que dans la plupart des pays de la région la propriété foncière relève des régimes traditionnels, les autorités nationales devraient aider les communautés à délimiter les zones qui seront inondées et envisager d'indemniser les propriétaires des ressources qui renoncent de plein gré à mettre en valeur leurs terres, si nécessaire.

Là où l'infrastructure routière fait obstacle à l'inondation des terrains de faible altitude propices au développement des mangroves, il convient d'aménager des chenaux et des ponts pour laisser l'eau submerger les terres. Il convient également d'encourager et de former les populations locales à planter des palétuviers sur ces terres afin d'accélérer la colonisation de la mangrove (chapitre 6).

Le coût d'opportunité de cette mesure à court terme (renoncer à certaines utilisations des terrains non bâtis dans les zones basses) devrait être compensé par les avantages qu'on retirera à long terme de la préservation des habitats. Cela dit, même à court terme, certains avantages sont attendus : prise de conscience de l'importance des habitats côtiers par les responsables nationaux de la planification et suspension de la construction d'infrastructures sur les terres basses qui seront difficiles à protéger à l'avenir.

i Par exemple, l'Initiative du Triangle de Corail (www.cti-secretariat-net/about-cti/plan-of-actions).

ii www.seagrasswatch.org/about.html.

➤ **Mesure d'adaptation F4 : Aménagements pour l'expansion des habitats d'eau douce (perdant-gagnant)**

Dans le contexte du changement climatique, il convient d'adopter les mesures de gestion ci-dessous pour maintenir à son niveau actuel, voire accroître, la production halieutique dulcicole dans la région.

- Procéder aux aménagements nécessaires pour permettre au lit des rivières de migrer naturellement et éviter ainsi toute dégradation permanente des habitats et perte de superficie après des inondations {chapitre 7}.
- Permettre l'expansion des habitats dulcicoles sous l'effet de l'augmentation des précipitations, en évitant de contenir les inondations dans les terrains non bâtis des plaines inondables {chapitre 7}.
- Supprimer ou modifier les constructions humaines qui empêchent les poissons et les invertébrés d'eau douce de se réfugier en amont lorsque, sous l'effet de l'élévation du niveau de la mer, l'eau salée pénètre un peu plus dans les rivières {chapitres 7 et 10}. Il est possible de faciliter l'accès des ressources aux habitats en amont en construisant des passes à poisson à faible coût à l'aide de matériaux locaux, là où il est trop difficile de supprimer ces obstacles, notamment les jetées et les barrages.

Pour les populations locales et les pouvoirs publics, ces mesures d'adaptation ont un coût d'opportunité : l'aliénation des terres adjacentes aux rivières qui auraient pu être destinées à d'autres usages si des ouvrages de protection avaient été construits pour contenir les inondations ou prévenir les intrusions salines. Cela étant, les mesures préconisées devraient non seulement ouvrir la voie à l'accroissement de la production halieutique dulcicole et estuarienne, en raison de la hausse projetée des précipitations et de l'élévation du niveau de la mer {chapitres 2 et 3}, mais aussi empêcher la construction d'infrastructures dans des zones potentiellement à risque climatique.

3.4.2 Optimisation de l'exploitation des stocks de poissons démersaux côtiers et de poissons dulcicoles

➤ **Mesure d'adaptation F5 : Pérennisation de la production côtière (poissons démersaux et invertébrés) (perdant-gagnant)**

Il convient de renforcer au plus tôt l'approche communautaire et écosystémique de la gestion des pêches dans l'ensemble des États et des Territoires insulaires océaniques. Cette approche doit s'appuyer avant tout sur la gestion primaire des pêches {chapitre 13}, dont l'objectif est de maintenir les niveaux d'exploitation des stocks de poissons démersaux et d'invertébrés en deçà des limites d'exploitation durable, à l'aide d'une série de méthodes d'évaluation applicables aux pêcheries pour lesquelles on dispose de peu de données. Cette application du principe de précaution se traduira certes par une baisse de l'offre de poissons démersaux et d'invertébrés, mais elle permettra aussi de réduire l'écart entre le produit de la pêche côtière et la quantité de poisson nécessaire pour alimenter des populations en plein essor en protégeant la capacité de reconstitution des stocks.

En revanche, selon toute probabilité, si la gestion est de mauvaise qualité, cet écart se creusera {chapitre 12}. Si les pouvoirs publics et les populations locales comprennent mieux toutes les dimensions que recouvre cet écart, ils seront mieux à même de prendre les mesures d'adaptation qui s'imposent pour le combler (voir ci-après).

Il est toutefois important de préciser qu'il faudra de plus en plus intégrer la notion de précaution dans cette approche communautaire et écosystémique de la gestion des pêches afin de parer aux incertitudes grandissantes associées au changement climatique {chapitre 13}. En effet, il se peut qu'il soit de plus en plus difficile de remédier aux effets de la surpêche, car les stocks locaux d'espèces qui recrutent à distance devraient se reconstituer de façon plus sporadique, le recrutement des juvéniles dans des sites éloignés étant perturbé par l'élévation de la température des eaux de surface et la modification des régimes des courants océaniques {chapitre 9}.

➤ **Mesure d'adaptation F6 : Diversification des prises de poissons démersaux côtiers (perdant-gagnant)**

Il convient d'informer les communautés de pêcheurs des variations que peut provoquer le changement climatique dans la composition spécifique des prises de poissons démersaux pour les aider à optimiser leur activité de pêche. Ces variations devraient s'expliquer par : 1) l'augmentation localisée de l'abondance de certaines espèces non exploitées, en raison d'une redistribution des espèces ; et 2) l'augmentation du nombre d'espèces herbivores, en raison de l'évolution prévue de la structure des habitats côtiers {chapitres 5, 6 et 9}. Dans le cadre d'un système de gestion primaire des pêches {chapitre 13}, la diversification des méthodes de pêche, assurant une composition des prises représentative de l'évolution de l'abondance relative des espèces, devrait permettre de maximiser le rendement économique de l'exploitation de certaines espèces devenues plus abondantes.

Néanmoins, il convient de limiter le prélèvement des poissons herbivores, car ces espèces doivent être suffisamment abondantes pour débarrasser les coraux des algues qui inhibent leur croissance et les étouffent. Par ailleurs, lorsqu'ils sont présents en abondance, les poissons herbivores sont censés améliorer la résilience des coraux en cas d'augmentation de la température de l'eau {chapitre 5}, ce qui se répercute de façon positive sur d'autres types de poissons de récif {chapitre 9}. Renoncer à une partie des captures des espèces herbivores représente certes une baisse de l'offre potentielle de poisson à court et à long terme, mais dans une perspective d'avenir, c'est une mesure qui va dans le sens de l'augmentation de la productivité générale d'autres poissons démersaux.

➤ **Mesure d'adaptation F7 : Gestion des ressources dulcicoles et estuariennes aux fins d'exploitation des débouchés (perdant-gagnant)**

Il est également nécessaire d'introduire un régime communautaire et écosystémique de gestion des pêches pour les vastes pêcheries dulcicoles et estuariennes de Papouasie-Nouvelle-Guinée et les plus petites pêcheries des autres pays mélanésiens. Contrairement aux communautés vivant de la pêche côtière, les populations qui

exploitent les ressources dulcicoles et estuariennes peuvent être encouragées à intensifier progressivement leur activité de pêche à mesure que les ressources se font plus abondantes sous l'effet de l'augmentation des précipitations et de la température de l'eau et de l'élévation du niveau de la mer, projetées par les scientifiques {chapitres 7 et 10}. Il convient de mettre en place un cadre efficace de gestion primaire des pêches {chapitre 13} pour pérenniser ces avantages. Les pouvoirs publics et les communautés peuvent adopter les mesures décrites ci-dessous pour tirer parti de l'augmentation projetée de la production halieutique en eau douce et dans les estuaires.

- Diversifier l'activité de pêche en ciblant un plus large éventail d'espèces et d'habitats et ainsi tirer parti de l'augmentation attendue de la production dulcicole et estuarienne, y compris des espèces des niveaux trophiques inférieurs (harengs d'eau douce par ex.) et des espèces introduites et envahissantes qui tolèrent bien les effets directs et indirects du changement climatique (poissons tête de serpent par ex.) {chapitre 10}. Il convient également de mettre au point des techniques de pêche permettant d'exploiter les habitats des plaines d'inondation, jugés actuellement inaccessibles.
- Effectuer des recherches pour trouver un moyen de maîtriser les populations d'espèces envahissantes à faible valeur marchande auxquelles le changement climatique peut être favorable afin de réduire les interactions négatives entre ces espèces et les espèces de consommation plus courante mieux cotées. On peut par exemple pêcher le silure-grenouille et la perche grimpeuse pour fabriquer des farines de poisson pour l'aquaculture en bassins, ou encore des engrais à base d'ensilage de poisson {chapitre 11}.
- Renforcer les mécanismes traditionnels de réglementation de l'accès aux rivières et aux autres habitats dulcicoles et de leur exploitation afin de s'assurer que les communautés résidentes en plein essor démographique puissent profiter de la multiplication projetée des avantages.

Il est vrai qu'appliquée aux ressources dulcicoles et estuariennes, l'approche communautaire et écosystémique de la gestion des pêches (axée sur la gestion primaire) limite les captures alors qu'en Papouasie-Nouvelle-Guinée, les vastes populations de l'intérieur des terres ont grand besoin de poisson. Toutefois, compte tenu des projections d'augmentation de la productivité de ces ressources, elles devraient à terme contribuer davantage à la sécurité alimentaire.

3.4.3 Satisfaction des besoins en poisson pour la sécurité alimentaire

➤ Mesure d'adaptation F8 : Meilleur accès des populations urbaines et rurales aux ressources thonières (gagnant-gagnant)

Les riches ressources thonières évoluant dans la région océanienne {chapitre 8} peuvent être exploitées par les pays océaniens pour combler l'écart entre la quantité de poisson que devront consommer les populations urbaines et rurales pour bien

se nourrir et la quantité de poisson que devrait fournir la pêche côtière. Voici les grandes mesures à mettre en place pour améliorer l'accès des pêcheurs aux ressources thonières :

- Encourager les navires de pêche industrielle à entreposer et à distribuer les prises de thonidés de deuxième catégorie et les prises accessoires qu'ils remontent à bord afin d'approvisionner en poisson bon marché les populations urbaines en plein essor. Cette mesure devrait permettre à court et à long terme de fournir une grande partie du poisson manquant pour assurer l'hygiène nutritionnelle des populations de nombreux grands centres urbains. En Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux Îles Salomon, cette mesure doit s'accompagner d'une augmentation de la quantité de poisson débarquée, afin de pouvoir livrer les conserveries en construction dans ces pays. Dans d'autres centres urbains, comme à Tarawa (Kiribati), cette mesure devrait être facilement applicable, compte tenu des changements projetés de distribution des populations de bonite {chapitre 8}. Dans ce cadre, il faut également veiller à faciliter la participation des femmes à la distribution et à la vente de thon de deuxième catégorie et d'espèces accessoires. À court terme, dans certains petits centres urbains, il peut se révéler nécessaire de bien réfléchir aux méthodes et aux périodes de commercialisation du thon bon marché et des espèces accessoires afin de ne pas nuire à l'activité de subsistance des petits pêcheurs professionnels locaux.
- Cibler les poissons pélagiques côtiers, notamment les thonidés, plutôt que les poissons démersaux dans les activités de pêche côtière. Pour y parvenir, le moyen le plus efficace consiste à installer un réseau de dispositifs de concentration du poisson (DCP) bon marché (figure 3.3) ancrés suffisamment près des côtes (généralement jusqu'à 6 km des côtes, à des profondeurs allant de 300 à 1 000 mètres) pour permettre aux pêcheurs vivriers et aux petits pêcheurs professionnels de cibler plus facilement les bonites et les thons jaunes.

Les techniques impliquées dans l'utilisation des DCP ancrés ont été mises au point au fil de plusieurs décennies et fonctionnent bien, à condition que ceux-ci soient installés dans des zones où ils agrégeront principalement des thons et d'autres espèces hauturières, plutôt que des poissons pélagiques qui entretiennent une relation étroite avec les récifs {chapitre 9}. Un DCP ancré coûte entre 1 000 et 2 000 dollars des États-Unis, selon la profondeur de mouillage. La valeur des thons et autres poissons pêchés autour de ces dispositifs peut être nettement supérieure aux coûts de fabrication et de mouillage. Cela dit, dans de nombreuses communautés, il faudra former les pêcheurs aux méthodes employées autour des DCP et à la valorisation des captures (voir ci-dessous) pour tirer pleinement parti de ces dispositifs. Il faut considérer les réseaux de DCP comme partie intégrante de l'infrastructure nationale pro-sécurité alimentaire. Les populations locales et leurs partenaires dans le développement devraient élaborer un programme de maintenance régulière des DCP et prévoir leur remplacement en cas de perte.

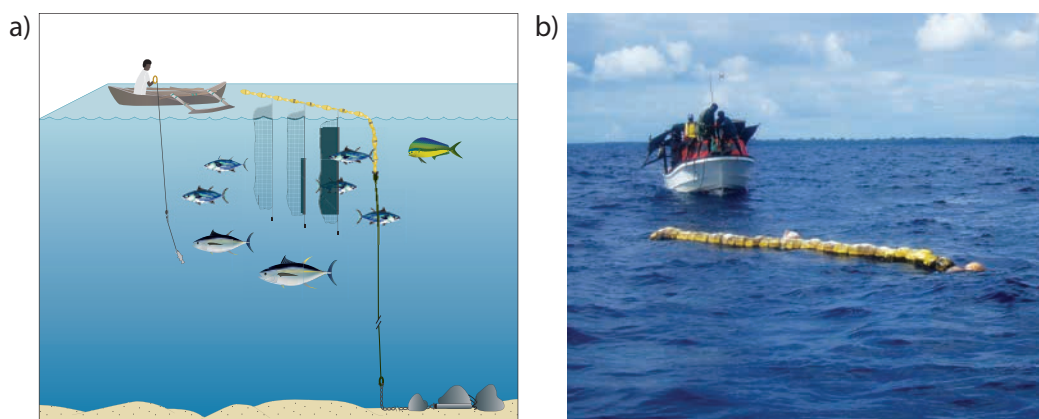


Figure 3.3 a) Configuration d'un DCP ancré bon marché pouvant être mouillé dans les eaux côtières (généralement entre 300 et 1 000 mètres de profondeur) pour concentrer les bonites et les thons jaunes, ainsi que d'autres espèces pélagiques ; b) chapelet de bouées d'un DCP en Papouasie-Nouvelle-Guinée (photo : William Sokemi).

En redirigeant leur effort de pêche vers les poissons pélagiques côtiers, plutôt que les poissons démersaux, les communautés côtières devraient se procurer une grande partie du poisson destiné à la consommation locale (chapitre 12) tant à court terme qu'à long terme. Le changement climatique devrait favoriser le poids grandissant de la pêche pélagique côtière dans toute la région jusqu'en 2035, puis dans la partie est de la région jusqu'en 2100, et ce, en raison des projections de variations dans la distribution et l'abondance des thonidés (chapitre 8). Même en Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux Îles Salomon, où les prises de thonidés devraient à terme fléchir, les ressources thonières devraient être suffisamment abondantes pour que les DCP ancrés restent une solution d'adaptation efficace face à la croissance démographique et au recul des pêcheries démersales.

➤ **Mesure d'adaptation F9 : Développement de l'aquaculture en bassins pour diversifier l'offre de poisson (gagnant-gagnant)**

Même si les pays océaniques peuvent exploiter les ressources thonières pour fournir à leurs populations une grande partie du poisson dont elles ont besoin pour bien se nourrir (chapitre 12), il ne sera pas possible de pêcher du thon partout dans la région, ou à tout moment de l'année. Le développement de l'aquaculture en bassins (figure 3.4) devrait offrir une nouvelle source de poisson, en particulier au profit des zones périurbaines, des populations résidant à l'intérieur des terres en Papouasie-Nouvelle-Guinée et des populations résidant sur la bande côtière d'autres pays océaniques où l'accès aux ressources démersales ou aux DCP est limité (chapitres 11 et 12). L'aquaculture en bassins donne depuis longtemps de bons résultats en Asie, où une grande partie de la production cible le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*, notamment des variétés de tilapia génétiquement améliorées. Le cycle de reproduction du tilapia du Nil est facile à maîtriser et, dans les tropiques, son taux de croissance permet généralement une récolte dès 4 à 6 mois. Les carpes et les chanidés sont de bons candidats pour l'élevage en bassins (chapitre 11).

L'aquaculture en bassins impose une réflexion autour de plusieurs grandes questions : 1) le juste choix des espèces ; 2) la conception et la construction des systèmes et réseaux d'écloserie afin de distribuer efficacement des alevins de qualité aux aquaculteurs ; 3) le choix de l'emplacement des bassins, en dehors des zones à risque d'inondation ; 4) la disponibilité d'aliments à faible coût pour les systèmes aquacoles semi-intensifs et intensifs, fabriqués à partir d'ingrédients locaux si possible ; 5) la capacité des agents des services des pêches et de vulgarisation à dispenser des formations ; 6) les dispositifs de distribution des produits sur les marchés ; 7) les effets potentiels de l'introduction accidentelle de poissons échappés des bassins sur la biodiversité dulcicole ; 8) la prévention de la contamination des rivières et des habitats côtiers par les effluents des fermes commerciales intensives installées dans les zones périurbaines ; et 9) le risque d'une recrudescence du paludisme, les bassins aquacoles offrant de nouveaux gîtes larvaires aux moustiques.

Le recours à des techniques simples et éprouvées pour l'élevage d'espèces telles que les tilapias, les carpes et les chanidés, devrait contribuer à court terme à satisfaire la demande grandissante en poisson dans certaines régions, à quoi s'ajoute le fait que ces techniques aquacoles sont susceptibles d'être avantagées par la hausse projetée des précipitations et des températures à long terme {chapitre 11}. Au nombre des grands facteurs susceptibles de freiner ce développement, les problèmes d'approvisionnement en aliments pour poisson adaptés pourraient être encore aggravés par une vulnérabilité accrue aux pénuries mondiales de farines de poisson associées au changement climatique. Pour garantir l'approvisionnement en farines de poisson, plusieurs mesures particulières peuvent être mises en place : 1) réserver une partie des farines de poisson produites dans les usines de transformation des produits thoniers de la région pour l'aquaculture et l'agriculture ; 2) exploiter les espèces dulcicoles indésirables introduites et envahissantes en Papouasie-Nouvelle-Guinée pour produire des aliments pour poisson dans les villages ; 3) remplacer les farines de poisson par d'autres sources locales et adaptées de protéines ; et 4) promouvoir les meilleures pratiques de gestion pour le nourrissage des poissons d'élevage afin d'améliorer l'indice de transformation des aliments.

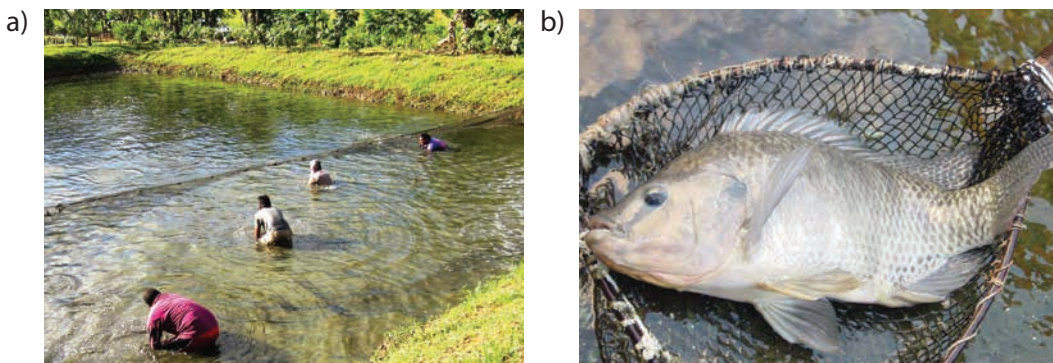


Figure 3.4 a) Élevage de tilapia du Nil dans un bassin d'eau douce aux Fidji ; et b) tilapia du Nil d'élevage (photos : Timothy Pickering).

➤ **Mesure d'adaptation F10 : Développement de la pêche côtière de petits poissons pélagiques (gagnant-gagnant ?)**

Il convient de diversifier les activités de pêche côtière pour cibler les petites espèces pélagiques (maquereaux, anchois, sardines, comètes, vivaneaux nains et calmars) et, pour ce faire, de proposer aux populations les formations et le matériel nécessaires. La pêche de petits poissons pélagiques, par nature plutôt durable (bien que variable) {chapitre 9}, devrait grossir l'offre de poisson à court terme. Les perspectives à long terme sont toutefois incertaines. En effet, la baisse projetée de la productivité primaire, due à une stratification plus forte des eaux sous l'effet de l'élévation des températures des eaux de surface {chapitre 4}, pourrait entraîner une réduction de l'abondance des petits poissons pélagiques. En revanche, dans certaines régions, l'augmentation projetée de la charge en nutriments des eaux côtières, en raison de l'intensification du phénomène de ruissellement, pourrait profiter à ces ressources à long terme {chapitre 9}.

➤ **Mesure d'adaptation F11 : Amélioration des méthodes de valorisation du produit de la pêche (gagnant-gagnant)**

Il convient de prolonger la durée de conservation des poissons capturés dans les zones côtières et intérieures en formant les populations locales, notamment les femmes, et en les aidant à améliorer les méthodes traditionnelles qu'elles emploient pour fumer, saler et faire sécher le poisson. De cette façon, les populations du littoral pourraient mieux mettre à profit les grosses captures de thon et de petits poissons pélagiques à court terme, mais aussi à long terme si le changement climatique rend les prises plus aléatoires. L'amélioration des méthodes de transformation post-récolte permettrait également aux ménages de faire des réserves de poisson pour les périodes où les éléments ne sont pas favorables à la pêche, et de vendre leurs produits transformés aux populations éloignées du littoral et dépourvues d'accès aux ressources aquatiques.

3.5 Politiques d'appui : Contribution des ressources aquatiques à la sécurité alimentaire (F)

Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des politiques à mettre en place pour appliquer les mesures d'adaptation destinées à préserver la contribution des ressources aquatiques à la sécurité alimentaire, telles que décrites à la section 3.4. Vous trouverez dans le tableau 3.2 la liste des politiques correspondant à chaque mesure d'adaptation.

➤ **Politique F1 : Renforcer les dispositifs de gouvernance et la législation pour garantir l'exploitation durable et la protection de tous les habitats des poissons côtiers et dulcicoles : 1) en dotant les organismes de gestion des capacités nécessaires pour comprendre les menaces représentées par le**

changement climatique ; 2) en amendant la législation en vigueur afin de donner aux populations locales les moyens de gérer les habitats des poissons ; 3) en mettant en place des réseaux favorisant le transfert de ces connaissances aux populations rurales ; 4) en introduisant des réglementations et des conditions pour la délivrance de permis d'exploitations forestière et minière afin de renforcer la protection des bassins versants et des habitats côtiers ; 5) en renforçant les institutions et les réglementations, tant traditionnelles que nationales, afin d'assurer l'exploitation durable du littoral terrestre et des habitats aquatiques ; et 6) en aidant les populations à surveiller l'évolution des habitats et à respecter les décisions et réglementations adoptées en matière de gestion.

- **Politique F2 : Promouvoir l'adoption de mesures de gestion écosystémique de l'agriculture, de la foresterie et de l'exploitation minière** à tous les niveaux pour prévenir la dégradation des habitats des poissons dulcicoles et côtiers provoquée par la perte de sol, la pollution et le transfert de sédiments et de nutriments jusqu'aux cours d'eau et aux eaux côtières.
- **Politique F3 : Protéger les récifs coralliens résilients et les autres milieux** censés fournir des recrues aux récifs « en aval » afin de contribuer à la régénération des récifs frappés par des épisodes de blanchissement ou abîmés par des cyclones.
- **Politique F4 : Supprimer dans toute la mesure du possible les obstacles à la migration des habitats côtiers vers l'intérieur des terres et à l'extension des habitats dulcicoles** lorsqu'il s'agira de mettre au point des stratégies d'intervention pour aider d'autres secteurs à s'accommoder du changement climatique.
- **Politique F5 : Promouvoir des programmes de plantation de palétuviers** dans des zones adaptées (chapitre 6) avec pour objectif double d'étendre les habitats pouvant accueillir des ressources côtières et de faire de ces mangroves des puits de carbone.
- **Politique F6 : Appliquer les principes de gestion primaire des pêches** aux stocks de poissons côtiers et dulcicoles afin de préserver leur capital de reconstitution.
- **Politique F7 : Restreindre les exportations de poissons démersaux** afin que ces ressources puissent être consommées localement pour garantir la sécurité alimentaire si nécessaire (cette mesure ne s'applique pas aux vivaneaux profonds).
- **Politique F8 : Réserver un quota de prises nationales de thonidés pour la sécurité**, de sorte à améliorer l'accès des populations rurales et urbaines au poisson.
- **Politique F9 : Revoir les plans nationaux et régionaux de gestion de la pêche thonière pour satisfaire les besoins en poisson correspondant à la consommation locale**, y compris le cadre général de gestion de la pêche thonière de la WCPFC.

- **Politique F10 : Encourager les communautés côtières de pêcheurs à cibler les espèces pélagiques côtières** afin de pêcher davantage de thon pour leur consommation propre et l'approvisionnement des marchés locaux et urbains.
- **Politique F11 : Intégrer les DCP (côtiers ancrés) à l'infrastructure nationale pro-sécurité alimentaire**, s'assurer qu'un programme de maintenance est en place et prévoir le remplacement des DCP perdus lors de tempêtes ou à la suite d'une usure normale.
- **Politique F12 : Encourager, par des mesures d'incitation, le secteur privé à acheter, à entreposer, à transformer et à distribuer du thon de deuxième catégorie** et des prises accessoires débarquées par les flottilles de pêche industrielle dans les grands ports de la région afin d'accroître l'offre de poisson dans les centres urbains. S'assurer que ces entreprises respectent les normes relatives au droit à l'alimentation énoncées dans le Pacte international relatif aux droits économiques, sociaux et culturels et le droit humanitaire.
- **Politique F13 : Réserver une partie des recettes des droits de licence de pêche pour améliorer la gestion** de toutes les activités de pêche et d'aquaculture et l'accès des populations rurales et urbaines aux ressources halieutiques. On peut ainsi envisager de mettre à niveau le réseau de transports desservant l'intérieur des terres en Papouasie-Nouvelle-Guinée pour faciliter l'accès au thon mis en conserve dans le pays et au poisson fumé et séché.
- **Politique F14 : Encourager, par des mesures d'incitation, le secteur privé à investir dans l'aquaculture en bassins**, et appuyer des systèmes concrets de production et de distribution de juvéniles aux petits exploitants des zones rurales.
- **Politique F15 : Confronter l'utilisation d'espèces introduites pour l'aquaculture en bassins aux effets potentiels d'une telle pratique sur la biodiversité aquacole** en délimitant les bassins aquacoles par zonage. Tant que les travaux de recherche préconisés n'auront pas été effectués (sections 4 et 5), l'introduction du tilapia du Nil devrait être envisagée uniquement 1) dans les pays océaniques où le produit de la pêche côtière et de la pêche thonière dans les eaux nationales ne sera probablement pas suffisant, ni à court, ni à long terme, pour fournir aux populations la quantité de poisson recommandée pour un régime équilibré (chapitre 12) ; et 2) dans les bassins hydrographiques où le tilapia du Mozambique *Oreochromis mossambicus* est déjà présent.
- **Politique F16 : Renforcer les capacités nationales et la collaboration entre les institutions nationales, afin qu'elles gèrent ensemble les dossiers environnementaux** associés au développement de l'aquaculture, notamment l'application des procédures d'étude d'impact sur l'environnement tenant compte des risques actuels et futurs des projets de développement aquacole.

- **Politique F17 : Dispenser des formations et une assistance technique** aux communautés de pêcheurs du littoral (pour la capture de petits poissons pélagiques) et aux communautés résidant à l'intérieur des terres et sur la bande côtière (pour l'amélioration des méthodes de valorisation post-récolte et de la durée de conservation des prises).
- **Politique F18 : Réviser les programmes scolaires dans le primaire afin d'enseigner aux enfants le rôle des ressources aquatiques dans la sécurité alimentaire**, en mettant l'accent sur : 1) les bienfaits de la consommation de poisson pour la santé ; 2) les mesures de gestion élémentaires à mettre en place pour préserver les stocks et les habitats des poissons ; et 3) les solutions à adopter pour accroître la future quantité de poisson disponible.

Tableau 3.2 Récapitulatif des mesures d'adaptation et des politiques connexes à mettre en place pour préserver la contribution des ressources aquatiques à la sécurité alimentaire dans les États et Territoires insulaires océaniques (voir sections 3.4 et 3.5 pour plus de détails).

Mesure d'adaptation	Type	Politique d'appui*
Protection des habitats des poissons		
F1 Gestion et réhabilitation du couvert végétal dans les bassins versants	G-G	F1, F2, F18
F2 Promotion de la conservation des habitats côtiers	G-G	F1–F3, F18
F3 Aménagements permettant la migration des habitats côtiers vers l'intérieur des terres	P-G	F4, F5, F18
F4 Aménagements pour l'expansion des habitats d'eau douce	P-G	F4, F18
Optimisation de l'exploitation des stocks de poissons démersaux côtiers et de poissons dulcicoles		
F5 Pérennisation de la production côtière (poissons démersaux et invertébrés)	P-G	F6, F7, F13, F18
F6 Diversification des prises de poissons démersaux côtiers	P-G	F6, F13, F18
F7 Gestion des ressources dulcicoles et estuariennes aux fins d'exploitation des débouchés	P-G	
Satisfaction des besoins en poisson pour la sécurité alimentaire		
F8 Meilleur accès des populations urbaines et rurales aux ressources thonières	G-G	F8–F13, F18
F9 Développement de l'aquaculture en bassins pour diversifier l'offre de poisson	G-G	F13–F16, F18
F10 Développement de la pêche côtière de petits poissons pélagiques	G-G?	F13, F17, F18
F11 Amélioration des méthodes de valorisation du produit de la pêche	G-G	F17, F18

3.6 Moyens d'existence durables (L)

La redistribution vers l'est des ressources thonières, inévitable d'après les projections, la baisse de la production de la pêche côtière et de l'aquaculture côtière et l'augmentation de la production de la pêche en eau douce et de l'aquaculture en bassins sont autant d'éléments qui devraient influencer sur le marché de l'emploi à plein

temps et l'offre de débouchés rémunérateurs {chapitre 12}. Les mesures d'adaptation et les politiques préconisées pour éviter au maximum la perte de sources de revenus dans certaines composantes de la pêche et de l'aquaculture et tirer le meilleur parti des débouchés qui pourraient apparaître dans d'autres composantes, sont pour la plupart identiques aux mesures décrites à la section 3.4. Pensons par exemple à l'impératif de conservation et de restauration des habitats des poissons, à la nécessité de garantir l'approvisionnement en thonidés dans la région pour y établir de nouvelles entreprises de transformation des thonidés, à la possibilité de cibler les poissons pélagiques côtiers plutôt que les poissons démersaux, à l'installation de DCP côtiers pour permettre aux petits pêcheurs professionnels de cibler plus facilement du thon, au développement de l'aquaculture en bassins dans les zones périurbaines, et à la commercialisation de produits bénéficiant d'un label écologique. D'autres mesures d'adaptation peuvent être envisagées pour maximiser et pérenniser l'emploi dans le secteur. Elles sont décrites ci-dessous :

➤ **Mesure d'adaptation L1 : Amélioration des compétences techniques et en gestion d'entreprises des populations locales (gagnant-gagnant)**

Il convient d'encourager les communautés à pêcher autour de DCP et à cibler des petits poissons pélagiques, ainsi qu'à développer l'aquaculture en bassins et à valoriser les produits après récolte. Ensemble, ces mesures d'adaptation (section 3.4) nous donnent beaucoup de marge de manœuvre pour diversifier les sources de revenus. Pour mettre à profit ces possibilités, il faudra mettre en place des programmes de formation pour enseigner aux populations (notamment aux femmes) les techniques de pêche et d'élevage requises ainsi que les compétences nécessaires pour la gestion de petites entreprises. Il sera peut-être nécessaire de créer un régime de microcrédits pour aider les petits entrepreneurs à diversifier leur activité et à se lancer dans les activités de pêche et de valorisation prévues dans les mesures d'adaptation. Étant donné que les outils techniques nécessaires à l'application de ces mesures existent déjà, les avantages devraient se matérialiser à court terme. Compte tenu de la hausse de l'abondance des thonidés {chapitre 8} et de l'amélioration des conditions d'élevage en bassins {chapitre 11}, projetées dans beaucoup de pays océaniques sous l'effet du changement climatique, les investissements dans ces mesures d'adaptation devraient également être rentables à très long terme.

➤ **Mesure d'adaptation L2 : Reconstitution des populations d'holothuries et de trocas (perdant-gagnant)**

Un régime de gestion primaire {chapitre 13} s'impose pour permettre aux stocks affaiblis d'holothuries et de trocas de se reconstituer. S'agissant des populations d'holothuries, il convient : 1) de fixer des limites prudentes d'exploitation sur la base d'indicateurs tels que la composition spécifique et la fréquence de tailles de sorte que les densités d'individus adultes remontent à des niveaux supérieurs aux seuils nécessaires pour une régénération en continu des stocks {chapitre 9} ; et 2) de fixer des limites réglementaires strictes pour la taille des individus autorisés à l'exportation.

Quant aux trocas, il convient de faire remonter les densités à 500–600 individus par hectare, avec une large gamme de classes de taille. La pêche doit ensuite être limitée à 180 trocas par hectare et par an, avec de préférence un moratoire de trois à cinq ans entre chaque saison de pêche {chapitre 9}. Bien que cette mesure d'adaptation suppose que les populations doivent renoncer à une source de revenus pendant que les stocks se reconstituent, elle prépare le terrain pour une exploitation plus rentable à l'avenir. En effet, si le changement climatique risque d'altérer la productivité des populations d'holothuries et de trocas {chapitres 9 et 11}, les populations régénérées, plus solides, devraient être capables de mieux s'adapter à des eaux plus chaudes et plus acides.

➤ **Mesure d'adaptation L3 : Développement des entreprises d'écotourisme tournées vers les récifs coralliens (gagnant-gagnant ?)**

Le fait de soulager la pression exercée sur les ressources marines en recentrant l'économie sur le développement d'activités rémunératrices viables et profitables aux populations locales dans le secteur du tourisme devrait contribuer à maintenir le niveau des stocks de poissons dans les limites d'exploitation durable et réduire la vulnérabilité climatique des pêcheries ciblant les poissons démersaux et les invertébrés. Cela dit, la viabilité à long terme des entreprises d'écotourisme pourrait être affaiblie par la détérioration des récifs coralliens provoquée par l'augmentation prévue de la température des eaux de surface et l'acidification de l'océan. Il convient par ailleurs de faire preuve de beaucoup de prudence dans la planification et la construction des installations touristiques, afin d'éviter toute dégradation de la qualité des habitats des poissons côtiers ou de leur étendue (section 3.4).

➤ **Mesure d'adaptation L4 : Diversification de la production aquacole côtière (gagnant-gagnant)**

Il importe d'évaluer la possibilité d'élever dans la région de « nouvelles » espèces susceptibles : 1) d'être une source de profits pour les entreprises aquacoles et 2) d'être avantagées par les conditions écologiques et socioéconomiques que l'on trouve actuellement dans les pays océaniques. La plupart du temps, pour introduire ces espèces nouvelles, il faut les importer d'autres régions. En conséquence, il convient de bien peser les risques pour la biodiversité marine, d'une part, et les débouchés économiques susceptibles d'apparaître, d'autre part. Sans cette analyse préalable, il se peut que les gains de production soient compromis par la perte d'autres espèces de grande valeur.

➤ **Mesure d'adaptation L5 : Réaménagement des stations aquacoles côtières (emplacement et infrastructure) (perdant-gagnant)**

Il existe de nombreuses mesures d'adaptation qui peuvent être adoptées, en tant que besoin, pour contrer les effets négatifs que devraient avoir l'élévation du niveau de la mer et de la température de l'eau et l'acidification de l'océan sur l'aquaculture côtière {chapitre 11}.

En voici quelques-unes :

- Transférer les fermes perlicoles à proximité des récifs coralliens et des herbiers, où les niveaux de saturation en aragonite resteront probablement suffisamment élevés pour soutenir la croissance et la survie des huîtres perlières et la formation de nacre de qualité {chapitre 11}. Cette mesure d'adaptation vaut aussi pour les petites fermes villageoises d'élevage de bénitiers et de culture de coraux destinés à l'aquariophilie.
- Surélever le fond et les parois des bassins crevetticoles pour garantir la continuité de l'élevage même en cas d'élévation du niveau de la mer, et répertorier les bassins qu'il vaudrait mieux abandonner en faveur de nouvelles structures sur des terrains situés plus à l'intérieur des terres et à plus grande altitude {chapitre 11}.
- Déterminer s'il est possible de mettre en charge d'autres espèces (peut-être des holothuries) dans les bassins devenus impropres à la crevetticulture, sans empêcher la migration des mangroves et des herbiers vers l'intérieur des terres.

De telles mesures supposent à court terme un abandon de la production aquacole dans les sites ou installations en place, ou de la production de certaines espèces, dans le but de créer à long terme de nouveaux emplois dans le secteur aquacole.

3.7 Politiques d'appui : Moyens d'existence durables (L)

Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des politiques qui viennent appuyer les mesures d'adaptation destinées à maximiser les activités rémunératrices tirées de la pêche et de l'aquaculture, telles que décrites à la section 3.6. Vous trouverez dans le tableau 3.3 la liste des politiques correspondant à chaque mesure d'adaptation.

- **Politique L1 : Ouvrir l'accès à la formation pour la gestion d'entreprises rentables** axées sur la pêche côtière et l'aquaculture à petite échelle dans les communautés rurales.
- **Politique L2 : Nouer des partenariats avec des organisations techniques régionales** afin d'appuyer, par les moyens techniques nécessaires, la gestion de la pêche côtière et le développement de l'activité aquacole.
- **Politique L3 : Encourager les investisseurs privés à investir dans une nouvelle conception du tourisme côtier adaptable au changement climatique**, en particulier aux projections de variations du niveau de la mer, des ondes de tempête, et des récifs et autres habitats côtiers.
- **Politique L4 : Informer les investisseurs privés potentiellement intéressés par l'aquaculture côtière** des différentes perspectives de développement économique viable pour chaque produit aquacole dans le contexte du changement climatique.

- **Politique L5 : Renforcer les capacités nationales et régionales en vue de l'adoption et de l'application de mesures sur la santé et la biosécurité des espèces aquatiques**, y compris en élaborant un cadre régional de biosécurité des espèces aquatiques et des protocoles internationaux pour la surveillance, la détection et la déclaration des maladies des animaux aquatiques afin de prévenir l'introduction de nouveaux pathogènes⁵¹. Ces mesures supposent la collaboration de plusieurs secteurs, notamment les services chargés des pêches, de l'inspection zoo- et phytosanitaire et de l'environnement.
- **Politique L6 : Encourager, par des mesures d'incitation, les entreprises aquicoles à évaluer les risques qui pèsent sur leurs infrastructures** afin de déplacer les fermes et les installations si nécessaire.

Tableau 3.3 Récapitulatif des mesures d'adaptation et des politiques connexes à mettre en place pour optimiser la contribution de la pêche et de l'aquaculture à la création d'activités rémunératrices dans les États et Territoires insulaires océaniques (voir sections 3.6 et 3.7 pour plus de détails).

Mesure d'adaptation	Type	Politique d'appui *
L1 Amélioration des compétences techniques et en gestion d'entreprises des populations locales	G-G	L1, L2
L2 Reconstitution des populations d'holothuries et de trocas	P-G	L2
L3 Développement des entreprises d'écotourisme tournées vers les récifs coralliens	G-G?	L3
L4 Diversification de la production aquicole côtière	G-G	L4, L5
L5 Réaménagement des stations aquicoles côtières (emplacement et infrastructure)	P-G	L6

* Voir numérotation des politiques d'appui à la section 3.7 ; G = gagnant ; P = perdant.

4. Déficience de l'information

Les études de vulnérabilité, dont les conclusions sont résumées aux sections 2 et 6, s'appuient sur les modèles du climat mondial les plus fiables du moment, à savoir ceux utilisés pour le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC {chapitre 1}. De nombreuses incertitudes subsistent néanmoins, lesquelles s'expliquent par 1) le maillage imprécis des modèles et leur subjectivité intrinsèque {chapitre 1}; et 2) le déficit de connaissances sur l'écologie des habitats des poissons et la biologie des poissons et des crustacés pêchés.

Pour diminuer le degré d'incertitude et affiner peu à peu les mesures d'adaptation au changement climatique dans les secteurs de la pêche et de l'aquaculture, voici les informations qu'il convient d'obtenir

4.1 Mieux comprendre la problématique de la vulnérabilité

4.1.1 Climat de surface et océan Pacifique tropical

Il est essentiel de recueillir davantage de données de bonne qualité, valides à long terme, concernant la météorologie de surface, et ce, pour un périmètre plus étendu, afin 1) de faire la distinction entre la variabilité naturelle du climat de surface et les conséquences de l'activité humaine sur celui-ci; 2) de confronter les données climatologiques locales aux observations sur le climat à plus grande échelle; et 3) de valider et de sélectionner les modèles climatiques les plus adaptés à chaque région. Ces données serviront également à déterminer les relations entre les variations pluviométriques et les écoulements fluviaux sur les îles hautes.

Une couverture élargie et un meilleur suivi des variables océanographiques sont également nécessaires. Ainsi, pour pouvoir paramétrer et valider les modèles de simulation de réponse de l'océan aux différents scénarios d'émissions, il est important de mesurer périodiquement la distribution verticale des nutriments, de l'oxygène et du pH dans une zone bien plus représentative de l'océan Pacifique tropical.

Si l'on veut améliorer la prochaine génération de modèles du climat mondial, il est primordial de revoir les modèles CMIP3 pour en corriger les biais, dont les principaux concernent : 1) l'orientation générale de la zone de convergence du Pacifique Sud, qui réduit la fiabilité des projections relatives à la pluviométrie et aux champs de vents dans le centre-sud du Pacifique; et 2) le réchauffement associé aux épisodes ENSO, qui est généralement situé trop à l'ouest et se produit trop fréquemment. Mieux comprendre les mécanismes physiques à l'origine de ces phénomènes est nécessaire pour mieux paramétrer les modèles couplés atmosphère-océan.

La résolution des modèles du climat mondial doit par ailleurs être affinée de manière à donner plus de visibilité aux États et aux Territoires insulaires océaniques. Des techniques statistiques et dynamiques permettent actuellement de régionaliser les

modèles du climat mondial. Constamment améliorées, elles visent à réaliser des projections pour les zones de moindre superficie. Il reste toutefois beaucoup à faire pour déterminer comment employer au mieux ces techniques de manière à réaliser des projections fiables sur les changements dans le climat de surface et dans l'océan, et ce, à des échelles permettant aux pays océaniques de gérer ces phénomènes. Des travaux sont actuellement en cours dans le cadre du Programme scientifique australien sur le changement climatiqueⁱ.

4.1.2 Habitats des poissons

Réseaux trophiques hauturiers

Des zones d'ombre persistent quant à l'étendue des effets du changement climatique sur la disponibilité des nutriments et de l'oxygène sur lesquels reposent les réseaux trophiques des thonidés de l'océan Pacifique tropical, d'une part, et sur les populations de phytoplancton, de zooplancton et de micronecton qui les composent, d'autre part. Rares sont les modèles biogéochimiques fiables qui peuvent être couplés avec les modèles du climat mondial de manière à obtenir des projections sur la transformation de ces réseaux trophiques. De plus, hormis l'observatoire hauturier permanent HOT (Hawaii Ocean Time-Series Station) dans le gyre du Pacifique Nord tropical (chapitre 4), il n'existe pour l'heure aucun dispositif régional d'observation à long terme des taux de nutriments et d'oxygène ou de l'abondance du phytoplancton, du zooplancton et du micronecton. À terme, il est primordial de collecter davantage de données temporelles couvrant de longues périodes. L'élaboration de modèles biogéochimiques de meilleure qualité favorisera également une meilleure application des modèles écosystémiques des niveaux trophiques supérieurs (par exemple, SEAPODYM, modèle de simulation de l'écosystème spatial et de la dynamique des populations, et Ecopath), ce qui permettra de réaliser des projections concernant les effets de la transformation des réseaux trophiques sur l'abondance locale des thonidés.

Vous trouverez ci-dessous un aperçu des travaux de recherche requis pour paramétrer les modèles biogéochimiques et améliorer le degré de confiance placé dans les simulations de captures de thonidés dans un contexte de climat en pleine évolution.

- Évaluer les effets d'une concentration plus élevée de CO₂ dans l'atmosphère sur le rapport carbone/azote dans la matière organique présente dans l'océan, au moyen d'observations *in situ* et d'expériences en laboratoire.
- Cerner la répartition spatio-temporelle du fer dans les eaux du sous-courant équatorial, ainsi que la biodisponibilité future des différentes formes de fer, afin de déterminer si la réduction progressive de la production de phytoplancton dans la province de divergence équatoriale du Pacifique (PEQD), riche en nutriments (chapitre 4), risque de se poursuivre.

i www.cawcr.gov.au/projects/PCCSP

- Décrire la variabilité de l'abondance du micronecton, ainsi que les facteurs qui la gouvernent. Pour ce faire, on validera les méthodes acoustiques employées pour évaluer le micronecton en corrélant les données obtenues avec le micronecton prélevé à l'aide de filets et le contenu stomacal de thonidés et d'autres grands prédateurs.
- Évaluer l'étendue du transport latéral d'organismes entre les provinces océaniques riches en nutriments, telles que la province PEQD, et les provinces pauvres en nutriments, notamment dans la zone aphotique.

Récifs coralliens

Si l'on veut diminuer le degré d'incertitude concernant l'incidence des émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre sur les récifs coralliens {chapitre 5}, il convient de trouver des réponses aux questions suivantes :

- En quoi le réchauffement et l'acidification de l'océan Pacifique tropical influencent-ils les premières phases du cycle biologique des coraux et d'autres organismes essentiels à la construction des récifs ? Quelles sont les conséquences de ces phénomènes sur les nombreuses espèces qui constituent les réseaux trophiques des poissons et des invertébrés pêchés autour des récifs coralliens ?
- Quels sont les effets du réchauffement et de l'acidification de l'océan sur l'équilibre relatif entre calcification et érosion des récifs ? Quelles seraient les répercussions d'une perturbation de cet équilibre sur la structure récifale ?
- Les synergies entre l'acidification de l'océan, la hausse de la température des eaux de surface, l'augmentation des charges en éléments nutritifs et, éventuellement, l'apparition de vagues plus puissantes, générées par des cyclones de plus forte intensité, peuvent-elles accentuer les dégâts occasionnés aux récifs coralliens ?
- Quelles sont les stratégies de gestion les plus susceptibles d'être efficaces pour les récifs coralliens atteints de blanchissement ? La pêche et le tourisme doivent-ils être interdits dans les zones affectées jusqu'à ce que les récifs se soient rétablis ?
- Quelles sont les conséquences probables pour les récifs coralliens de l'élévation très rapide du niveau de la mer {chapitre 3} ?
- Parmi les habitats des récifs coralliens, lesquels sont les plus à même de résister naturellement au blanchissement, à l'acidification de l'océan et aux autres effets du changement climatique ?

Mangroves, herbiers et platiers intertidaux

Nous sommes encore loin de tout savoir sur la répartition, la diversité et la superficie des mangroves et des herbiers dans le Pacifique tropical, et il en va de même des platiers intertidaux {chapitre 6}. Bien souvent, même lorsque des estimations existent, elles sont largement en deçà de la réalité. Outre les estimations qui devront être fournies pour plusieurs États et Territoires insulaires océaniques et celles qui devront

être vérifiées, il est nécessaire, pour mieux comprendre la vulnérabilité de ces habitats et le rôle qu'ils jouent dans l'état des ressources côtières, de recueillir des informations sur les domaines suivants :

- Sensibilité des mangroves et des herbiers face à l'élévation du niveau de la mer et à la sédimentation. La cartographie des herbiers profonds aidera à repérer les herbiers les plus menacés.
- Zones où les mangroves et les herbiers sont susceptibles de mieux résister au stress thermique, à l'acidification de l'océan et aux autres effets projetés du changement climatique.
- Rôle de l'épifaune et de l'endofaune dans les réseaux trophiques des poissons démersaux et des invertébrés associés aux mangroves, aux herbiers et aux platiers intertidaux, et vulnérabilité de ces réseaux trophiques face aux effets projetés du changement climatique sur les habitats précités (chapitre 6).

Rivières d'eau douce et estuaires

De tous les habitats halieutiques recensés dans la région, les rivières d'eau douce et les estuaires sont les moins connus (chapitre 7). Aussi convient-il d'élaborer et de valider des modèles d'écosystèmes applicables aux types de rivières les plus représentatifs, afin que les gestionnaires n'aient pas à s'appuyer sur des informations relatives à d'autres régions du monde. Dans un premier temps, il est recommandé d'inventorier et de cartographier les habitats des rivières et des estuaires, puis d'établir un état des lieux afin de noter tout changement de la superficie et de la qualité des habitats. Ces travaux de recherche fondamentaux permettront également de localiser les zones de forte connectivité entre les habitats pendant les cycles biologiques des poissons migrateurs et des invertébrés (chapitre 10). Le renforcement des connaissances sur la diversité, la superficie, le rôle et la connectivité des habitats dulcicoles et estuariens aidera les communautés de pêcheurs avoisinantes à comprendre en quoi ces écosystèmes contribuent à leur sécurité alimentaire et au maintien de leurs moyens d'existence.

4.1.3 Stocks de poissons

Pêche hauturière

Outre la nécessité de régionaliser les modèles du climat mondial (section 4.1.1) et de paramétrer les modèles biogéochimiques en s'appuyant sur des informations de meilleure qualité concernant les nutriments, le fer et le micronecton (section 4.1.2), il est essentiel d'approfondir nos connaissances sur la biologie des thonidés afin d'améliorer le degré de confiance placé dans les simulations de captures obtenues à l'aide du modèle SEAPODYM (chapitre 8). Les principales lacunes à combler sont indiquées ci-dessous :

- Répertorier les réactions probables d'espèces telles que la bonite, le thon jaune, le thon obèse et le germon, face aux variations des principaux paramètres environnementaux, en déterminant notamment :
 - les fourchettes optimales de température et d'oxygène dissous et les seuils requis pour les différentes phases de leur cycle biologique,
 - les conséquences éventuelles de l'acidification accrue de l'océan sur la production de gamètes, la fécondation, le développement embryonnaire, l'éclosion, le comportement des larves et l'écologie trophique (dans un premier temps, applicable uniquement au thon jaune, puisque c'est la seule espèce de thon tropical qui se reproduit en captivité),
 - les interactions entre les effets liés à la température et ceux liés à l'acidification de l'océan, et
 - la redistribution verticale éventuelle des différentes espèces de thonidés en fonction des variations de température et d'oxygène dissous, et les conséquences sur leur vulnérabilité face aux captures par différents engins de pêche.
- Évaluer la capacité de charge de l'écosystème pélagique dans lequel évoluent les thonidés du Pacifique tropical, et établir si la productivité des stocks dépend directement de l'abondance de la nourriture ou de relations non linéaires, telles que les variations des taux d'assimilation de nourriture en fonction des changements dans la concentration de proies. Pour ce faire, il est important de bien comprendre les thématiques suivantes :
 - l'efficacité du transfert d'énergie entre tous les niveaux du réseau trophique, en particulier entre les niveaux inférieurs et les niveaux intermédiaires (micronecton),
 - les variations spatio-temporelles de la diversité, de la distribution et de l'abondance du micronecton dans la région,
 - les régimes alimentaires des quatre espèces de thonidés et le degré de concurrence entre celles-ci, et
 - les eaux côtières riches en nutriments qui constituent des aires d'alimentation de premier choix des thonidés, et la rétention éventuelle de thonidés dans ces zones – les eaux archipélagiques touchées par le ruissellement accru du bassin hydrographique Sepik-Ramu, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, méritent d'être étudiées tout particulièrement (chapitre 8).

Pêche côtière

Pour mieux comprendre les effets probables du changement climatique sur la pêche côtière, il est primordial de recenser les réactions des principales espèces de poissons et d'invertébrés face aux modifications des conditions environnementales et des habitats.

Il convient d'orienter les travaux de recherche vers les domaines suivants :

- Définir le rôle des récifs coralliens, ainsi que les variations de leur complexité structurelle et de leur diversité biologique, afin de déterminer la distribution et l'abondance des espèces de poissons et d'invertébrés associées, notamment au moment de la fixation des larves et du recrutement. Cet axe de recherche est étroitement lié à l'analyse comparative de la résilience des différents coraux constructeurs de récifs (section 4.1.2).
- Étudier le rôle des mangroves, des herbiers et des platiers intertidaux pour les stocks de poissons démersaux et d'invertébrés, et, en particulier, leur importance en tant que nourriceries et zones d'alimentation, ainsi que leurs liens avec les récifs coralliens. Il est également important de déterminer si les poissons et les invertébrés utilisent ces habitats les uns après les autres, au fur et à mesure de leur croissance, et si la juxtaposition des habitats au sein de cette mosaïque a une incidence sur la production halieutique.
- Évaluer la sensibilité et la capacité d'adaptation des principales espèces de poissons démersaux et d'invertébrés face aux modifications de la température des eaux de surface et du pH, y compris 1) les effets de ces phénomènes sur les premières phases du cycle biologique des poissons et des invertébrés; et 2) les effets conjugués de ces paramètres et leur interaction avec d'autres sources de stress d'origine anthropique.
- Modéliser les effets de la perte de puissance du courant équatorial Sud et du contre-courant équatorial Sud sur la dispersion des larves (chapitre 3).
- Déterminer l'existence d'un lien éventuel entre le risque d'intoxication ciguatérique et le changement climatique. Il s'agit de savoir, en particulier, si les populations de micro-algues toxiques *Gambierdiscus* spp. subissent les effets de la dégradation des récifs coralliens et si les modifications projetées de la température des eaux de surface risquent d'affecter la répartition, l'occurrence et la virulence des flambées ciguatériques.
- Calculer les risques posés par une modification éventuelle de l'incidence d'autres algues marines nuisibles, induite par le changement climatique, et leurs conséquences pour les ressources halieutiques côtières et les communautés qui s'en nourrissent.
- Évaluer les effets probables de la concentration accrue de nutriments, liée à l'augmentation projetée du ruissellement autour des îles hautes de la région tropicale de la Mélanésie, sur la productivité des petits poissons pélagiques.
- Évaluer la vulnérabilité au changement climatique des espèces démersales profondes ciblées par les pêcheurs côtiers, en particulier les vivaneaux et les mérours-loches.

Ressources dulcicoles et estuariennes

Pour évaluer la vulnérabilité de ces ressources méconnues avec un degré de confiance plus élevé, il est nécessaire de conduire des recherches fondamentales sur la biologie des espèces principales, en s'intéressant tout particulièrement aux habitats qu'elles occupent aux différents stades de leur cycle biologique, ainsi qu'à leurs réactions face à l'évolution de la disponibilité et de la qualité de ces habitats. Il est également important de comprendre les interactions entre espèces de poisson (y compris les espèces introduites et les espèces envahissantes) et de déterminer si ces interactions risquent d'être modifiées suite aux variations anticipées du débit et de la température de l'eau (chapitre 10). La priorité doit être donnée aux travaux de recherche sur les poissons et les invertébrés exposés à toutes sortes d'effets du changement climatique du fait de leurs déplacements entre les zones d'eau douce et la mer.

4.1.4 Aquaculture

Aquaculture en bassins

Outre les modifications nécessaires pour adapter les techniques déjà bien établies d'élevage en bassins au contexte régional (chapitre 11), d'autres travaux de recherche doivent être conduits afin 1) de déterminer si le changement climatique peut être favorable à l'aquaculture en bassins dans les États et Territoires insulaires océaniques; et 2) de recenser les inconvénients éventuels qu'il y aurait à utiliser l'aquaculture en bassins comme un moyen d'améliorer l'accès aux ressources halieutiques. Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des axes de recherche proposés.

- Confronter les modèles du climat mondial aux niveaux des bassins versants, afin que les planificateurs, les gestionnaires et les parties prenantes combinent ces informations avec les données obtenues à l'aide de systèmes d'information géographique (SIG) et localisent les zones les plus propices au développement de l'aquaculture en bassins.
- Évaluer l'incidence éventuelle de l'introduction du tilapia du Nil et de son élevage en bassins sur la biodiversité des eaux douces. Pour ce faire, il faudra éviter toute confusion entre les conséquences de la fuite de spécimens pour la biodiversité, d'une part, et les modifications des habitats dulcicoles provoquées par une mauvaise gestion des bassins versants, d'autre part (chapitre 7). Sachant que le tilapia du Mozambique est une espèce très présente dans la région, il est également important de déterminer si les tilapias du Nil échappés de leurs bassins d'élevage peuvent affecter la biodiversité par des effets autres que ceux attribués au tilapia du Mozambique.
- Évaluer la probabilité que la hausse des températures et de l'humidité augmente les risques de maladies pour les espèces aquacoles élevées en bassins (chapitre 11).

- Déterminer si l'aquaculture dulcicole en bassins offre un espace propice au développement des moustiques vecteurs du paludisme (*Anopheles* spp.), et proposer, le cas échéant, des solutions pour gérer les bassins de manière à réduire les risques.

Produits nécessaires à la subsistance des populations

Des recherches doivent être menées afin de déterminer si les habitats côtiers du Pacifique permettront à terme de garantir une production aquacole suffisante pour assurer la subsistance des populations dans le contexte du changement climatique. Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des axes de recherche proposés.

- Déterminer si les variations de température observées au cours des brèves périodes printanières et automnales en Nouvelle-Calédonie, responsables de la hausse du taux de mortalité des crevettes, vont être réduites ou accentuées à l'avenir.
- Évaluer le potentiel de développement de la culture d'algues à Vanuatu, compte tenu des hausses de température. Si ce type de culture est jugé possible sur le plan technique, des travaux de recherche à visée sexospécifique et socioéconomique devront être menés afin de déterminer si cette activité peu rémunératrice pourrait 1) répondre aux attentes des communautés côtières; et 2) générer une production suffisante pour justifier la création de sociétés d'export.
- Déterminer les effets probables de l'acidification de l'océan sur 1) la survie des huîtres perlières et la formation de perles de qualité; 2) le recrutement des post-larves de chanidés utilisées dans les bassins d'élevage; et 3) la robustesse des holothuries relâchées dans le cadre de projets de pacage en mer (taille et solidité des spicules). S'il s'avère que l'acidification de l'océan nuit substantiellement à la qualité des perles, des travaux de recherche seront nécessaires afin de déterminer s'il existe des microsites où les macroalgues, les herbiers et les récifs coralliens avoisinants viennent contrebalancer ce phénomène (chapitres 5 et 6) en garantissant le maintien des niveaux de saturation en aragonite requis pour que les huîtres perlières produisent des nacres de qualité.
- Déterminer si les pathogènes affectant les filières perle et crevette sont susceptibles de gagner en virulence suite à l'élévation de la température de l'eau.

4.2 Informations nécessaires à la mise en œuvre efficace des mesures d'adaptation

4.2.1 Analyse économique

Les abondantes ressources thonières du Pacifique permettent aux pays de la région d'envisager une large palette de mesures d'adaptation, grâce auxquelles ils pourront continuer de bénéficier des avantages découlant de la pêche en termes de sécurité

alimentaire et de moyens de subsistance (section 3.4), et ce, même si les projections de redistribution des thonidés vers l'est se confirment (chapitre 12). Il apparaît déjà clairement que la création d'emplois locaux dans la filière thonière, que ce soit à bord des navires thoniers ou dans les usines de transformation, profite davantage aux économies locales que la vente de droits d'accès aux nations pratiquant la pêche hauturière à grande distance (chapitre 12). Une analyse économique plus poussée s'impose néanmoins afin de déterminer s'il est plus avantageux de réserver une partie du total autorisé de capture (TAC) de thonidés aux pêcheurs vivriers et aux petits pêcheurs professionnels plutôt que d'allouer la totalité des captures aux nations pratiquant la pêche hauturière à grande distance, ou s'il vaut mieux favoriser le développement des pêcheries. Les pouvoirs publics doivent notamment être en mesure de comparer les avantages sociaux (santé) et économiques que représentent la pêche, la consommation et la vente sur les marchés de thon frais, d'une part, et les avantages indirects tirés des recettes publiques (droits de licence) ou des emplois au sein de la filière thonière, d'autre part.

À condition que les travaux de recherche prennent en considération les effets de la croissance démographique sur la demande locale de poisson et les effets du changement climatique sur l'offre de thons, ils devraient 1) aider les États et Territoires insulaires océaniques à tirer le meilleur profit de leurs ressources thonières; et 2) définir les moyens pratiques de donner accès à la quantité de poissons (ou d'autres protéines animales) requise pour assurer la sécurité alimentaire des populations (chapitre 12). Les conclusions varieront selon les pays, en fonction du TAC de thonidés dans leurs ZEE respectives, de la taille de leurs populations, de leur capacité à développer la pêche et la transformation du poisson à l'échelon local et de l'existence ou non d'autres activités rémunératrices.

4.2.2 Dimensions sociales

Il est encore difficile de prédire comment les populations océaniques réagiront face aux mesures d'adaptation préconisées et à la nécessité de modifier leurs habitudes. Pour affronter l'avenir, il leur faudra opérer des changements importants, comme apprendre à pêcher ou à élever du poisson différemment et accepter de consommer différents types de poisson. Il s'agit donc aussi d'évaluer la volonté de changement des populations et de les accompagner dans cette démarche si besoin. Les mécanismes sociaux sur lesquels s'appuient traditionnellement les Océaniques pour faire face aux conditions météorologiques extrêmes, comme les cyclones tropicaux ou les sécheresses (chapitre 13, section 13.4), devraient les prédisposer à adopter sans problème particulier les mesures d'adaptation préconisées. Toutefois, rien n'est écrit d'avance et il convient de vérifier si ces traditions sont adaptées, compte tenu des changements prévus dans le rendement de la pêche et de l'aquaculture au titre du scénario d'émissions A2.

5. Investissements requis

Pour que la pêche et l'aquaculture continuent de contribuer au développement économique, à la génération de recettes publiques, à la sécurité alimentaire et au maintien des moyens d'existence des populations, les États et Territoires insulaires océaniques et leurs partenaires dans le développement devront investir à plusieurs niveaux dans le but de :

1. engager les mesures d'adaptation gagnant-gagnant et perdant-gagnant permettant de faire face aux menaces et de tirer profit des opportunités liées au changement climatique et à d'autres facteurs (section 3);
2. combler les lacunes dans les connaissances afin de mieux comprendre la problématique de la vulnérabilité (section 4);
3. consolider les partenariats permettant de mettre en œuvre efficacement les mesures d'adaptation et de combler les lacunes dans les connaissances; et
4. suivre les effets anticipés du changement climatique sur la pêche et l'aquaculture, ainsi que l'efficacité des mesures d'adaptation (chapitre 13, section 13.7).

5.1 Investissements nécessaires à la mise en œuvre des mesures d'adaptation

Pour mettre en œuvre les mesures d'adaptation préconisées à la section 3 et ainsi réduire les menaces que fait peser le changement climatique sur la contribution de la pêche et de l'aquaculture au bien-être des populations, tout en tirant le meilleur parti des opportunités nouvelles, divers investissements sont nécessaires. Ils sont décrits ci-dessous.

5.1.1 Développement économique et recettes publiques

- Pleine mise en œuvre du système VDS par les États parties à l'Accord de Nauru pour les senneurs et les palangriers, et mise en œuvre de mesures de gestion similaires afin de limiter l'effort de pêche des Parties à l'Accord Te Vaka Moana, qui ciblent les thonidés des eaux subtropicales.
- Mise en place d'un accord de partenariat économique à long terme avec l'Union européenne afin de garantir l'approvisionnement en thon des conserveries de Papouasie-Nouvelle-Guinée, des Fidji et des Îles Salomon.
- Mise en place 1) d'autorités compétentes chargées de garantir la sécurité sanitaire des produits de la mer et de laboratoires ou bureaux d'analyse connexes; et 2) de systèmes de vérification du respect de la réglementation sur la pêche INN dans les pays susceptibles d'approvisionner les conserveries des pays ayant signé un APE avec l'Union européenne.

- Réalisation d'audits énergétiques et mise en place de programmes d'amélioration de l'efficacité énergétique des flottilles industrielles nationales de pêche thonière afin d'aider ces dernières à lutter contre les fluctuations du prix du pétrole et à réduire le coût d'activités de pêche de plus en plus éloignées en raison du déplacement des thonidés vers l'est.
- Réalisation d'audits de sécurité sur les senneurs et les palangriers.
- Calcul du total des émissions engendrées au fil de la chaîne de production (capture des thonidés, mise en conserves/transformation, acheminement vers les marchés) en vue de l'étiquetage carbone des produits thoniers en provenance d'Océanie.
- Organisation de formations destinées aux femmes souhaitant exercer des fonctions de direction dans des conserveries de thon ou des usines de découpe.

5.1.2 Sécurité alimentaire et moyens de subsistance

- Aménagement intégré des terres afin de stabiliser les sols et d'empêcher que des charges en sédiments élevées s'infiltrent dans les cours d'eau et atteignent le littoral. Pour éviter cela, on peut envisager les mesures suivantes : 1) revégétalisation des zones des bassins versants les plus susceptibles de capter les sédiments; et 2) création de zones tampons végétalisées sur les rives. Non seulement la revégétalisation permettra de réduire la vulnérabilité des habitats des poissons {chapitres 5–7}, mais elle contribuera également à atténuer les émissions de CO₂ en favorisant la fixation du carbone. Dans leur appel à l'action contre les effets du changement climatique, lancé en 2009, les dirigeants océaniques ont souligné l'importance de la lutte contre le déboisement et la dégradation des forêtsⁱ.
- Coopération transsectorielle en vue de l'élaboration de programmes d'action nationaux en faveur de l'adaptation aux effets du changement climatique, lesquels viseront 1) à intégrer la protection et la gestion des habitats des poissons (récifs coralliens, mangrove, herbiers et platiers intertidaux, d'une part, et milieux dulcicoles et estuariens, d'autre part) dans d'autres plans destinés à aider tous les secteurs d'activité à s'adapter au changement climatique; et 2) à dresser la liste des modifications qui devront être apportées aux infrastructures en vue de la migration des mangroves et autres habitats des poissons côtiers vers l'intérieur des terres à mesure que le niveau de la mer augmentera.
- Renforcement des capacités des agents des services des pêches et des comités consultatifs de gestion de la pêche dans tous les États et Territoires insulaires océaniques afin d'aider les populations 1) à mettre en œuvre l'approche communautaire et écosystémique de la gestion des pêches (CEAFM), en intégrant les approches écosystémiques et la gestion primaire des pêches dans la gestion des stocks et des habitats des poissons côtiers et dulcicoles {chapitre 13}; et 2) à évaluer les répercussions du changement climatique, ainsi que le coût et l'efficacité des solutions d'adaptation possibles.

i Communiqués du Secrétariat général du Forum des Îles du Pacifique ; www.forumsec.org.fj/pages.cfm/documents/forum-communiques

- Élaboration de modèles commerciaux pratiques et mise en place de mesures incitatives afin d'encourager le secteur privé à investir dans le stockage, la transformation et la distribution du thon à bas prix et des prises accessoires débarquées dans les principaux ports, ce qui permettra de fournir davantage de poisson aux populations urbaines en plein essor.
- Analyse de la rentabilité de la production de thon en conserve destiné à être écoulé sur le marché intérieur ou exporté.
- Réalisation d'une étude de faisabilité sur l'utilisation d'une partie des droits de licence versés par les nations pratiquant la pêche hauturière à grande distance aux fins de compensation du coût du thon en conserve local destiné aux populations vivant à l'intérieur des terres de Papouasie-Nouvelle-Guinée.
- Réalisation d'enquêtes visant à repérer les sites les plus propices à l'installation de dispositifs côtiers de concentration du poisson, afin de favoriser l'accès des populations rurales aux ressources thonières et, partant, la pêche vivrière et la pêche professionnelle « aux petits métiers ». Ces enquêtes seront suivies de programmes d'installation et d'entretien *in situ*, lesquels seront intégrés dans les infrastructures nationales nécessaires au maintien de la sécurité alimentaire. Il faudra pour cela disposer de matériel entreposé dans les locaux des services des pêches nationaux afin de remplacer les DCP selon les besoins.
- Recherche des sites les plus propices à l'aquaculture en bassins dans les zones périurbaines et rurales en s'appuyant sur plusieurs sources d'information, dont les modèles régionalisés du climat mondial (pour la pluviométrie et les températures), et les SIG (pour la démographie et les ressources naturelles).
- Mise en place d'écloseries nationales et privées axées sur l'élevage de juvéniles pour l'aquaculture en bassins, épaulées par des réseaux de distribution permettant l'acheminement de juvéniles de qualité vers les zones rurales.
- Évaluation des avantages offerts par les systèmes de microcrédit et les programmes de formation visant à permettre aux communautés côtières 1) de développer la pêche commerciale à petite échelle autour des DCP et la capture de petits poissons pélagiques; 2) de développer l'aquaculture en bassins; et 3) de favoriser la valorisation des produits, dans les situations où le manque de facilités de crédit est reconnu comme un obstacle à la mise en œuvre de ces mesures d'adaptation.
- Organisation de formations et renforcement des capacités des membres des communautés côtières, notamment les femmes, afin de les encourager 1) à tirer profit des nouvelles sources de revenus générées par la diversification des systèmes de production alimentaire (pêche, aquaculture et agriculture), nécessaire pour lutter contre les effets du changement climatique; et 2) à exploiter de petites entreprises.
- Analyse de l'empreinte carbone des principales activités aquacoles et recherche de solutions plus efficaces permettant de réaliser des économies d'énergie à tous les

stades de la chaîne d'approvisionnement. Il serait également opportun de réfléchir à des stratégies innovantes de commercialisation des produits « écologiques », garants d'une meilleure gestion des ressources naturelles.

5.1.3 Renforcement de la participation et de la sensibilisation

- Étude des principaux mécanismes et facteurs sociaux qui influent sur la participation des hommes, des femmes et des jeunes à la planification, la conception et la mise en œuvre des mesures d'adaptation au changement climatique.
- Élaboration de supports didactiques visant à aider les communautés à mieux comprendre 1) la contribution de la pêche et de l'aquaculture à la sécurité alimentaire et au maintien des moyens d'existence des populations; 2) les grands principes du changement climatique; 3) le calendrier des effets projetés du changement climatique sur la pêche et l'aquaculture; et 4) l'importance d'une bonne gestion des bassins versants et des habitats dulcicoles et côtiers, si l'on veut augmenter la capacité d'adaptation des ressources halieutiques face au changement climatique.
- Création de jeux vidéo interactifs et pédagogiques destinés à aider les enfants 1) à prendre conscience (de manière ludique) de la vulnérabilité de la pêche et de l'aquaculture (ainsi que d'autres secteurs d'activité) face au changement climatique; 2) à comprendre les conséquences de la mise en œuvre ou de la non mise en œuvre de mesures d'adaptation; et 3) à se familiariser avec d'autres mesures de gestion des risques de catastrophe et leurs conséquences.

5.2 Investissements nécessaires pour combler les déficiences d'information

Les chapitres 2 à 12 dressent l'état des lieux de nos connaissances sur les phénomènes naturels et sociaux qui sous-tendent la contribution de la pêche et de l'aquaculture au bien-être des populations océaniques. On y trouve également des explications au sujet des répercussions probables du changement climatique sur ces phénomènes. Toutefois, de nombreuses lacunes subsistent. Pour les combler, il faut consentir un certain nombre d'investissements afin d'améliorer et d'actualiser régulièrement la présente étude de vulnérabilité. Vous en trouverez le résumé ci-dessous.

5.2.1 Climat de surface dans l'océan Pacifique tropical

- Renforcement de la capacité des États et Territoires insulaires océaniques 1) à réaliser des prévisions météorologiques, ainsi que des prévisions climatologiques saisonnières à court terme, notamment pour les cyclones tropicaux et les épisodes ENSO; et 2) à exploiter des systèmes d'alerte efficaces ciblés sur les phénomènes météorologiques extrêmes et d'autres catastrophes naturelles telles que les séismes et les tsunamis.

- Construction de stations météorologiques supplémentaires dans la région afin d'observer efficacement le climat de surface et son évolution à long terme et d'aider les États et Territoires insulaires océaniques 1) à déterminer la nature et l'ampleur des perturbations climatiques; 2) à confronter les régimes météorologiques pertinents à l'échelle d'une île et les observations climatiques réalisées sur une plus grande échelle; et 3) à étudier les variations de la pluviométrie en fonction des variations locales de l'écoulement fluvial et des eaux souterraines.
- Élaboration de modèles physiques du climat mondial à plus haute résolution, afin 1) de rectifier les biais concernant la position de la zone de convergence du Pacifique Sud et la structure spatio-temporelle du phénomène d'oscillation australe; et 2) de prévoir les changements qui s'opèreront dans la fréquence et l'intensité des épisodes ENSO et des cyclones tropicaux. Ces modèles plus précis sont indispensables pour mieux comprendre les modifications probables de la superficie et de la structure de la warm pool et de la province de divergence équatoriale du Pacifique, qui jouent un rôle fondamental dans la distribution et l'abondance des thonidés.

5.2.2 Ressources hauturières

- Modification du modèle SEAPODYM, utilisé pour estimer les captures de thonidés au titre des différents scénarios de changement climatique, de manière 1) à associer des modèles physiques du climat mondial à plus haute résolution et des modèles biogéochimiques améliorés (voir ci-dessous); et 2) à intégrer les scénarios socioéconomiques susceptibles d'orienter l'effort de pêche dans la région (demande croissante de thon de la part des acteurs de la filière, d'une part, et des États et Territoires insulaires océaniques, soucieux d'assurer leur sécurité alimentaire, d'autre part, évolution démographique, déplacement prévu de l'effort de pêche et augmentation des coûts des carburants).
- Élaboration, paramétrisation et vérification des modèles biogéochimiques, notamment au travers de la collecte de données sur la variabilité des nutriments, de l'oxygène, du pH, du phytoplancton, du zooplancton et du micronecton dans la colonne d'eau, les déplacements des thonidés, leur régime alimentaire, aux stades juvénile et adulte, et les réactions des juvéniles de thonidés face à l'acidification de l'océan. Pour ce faire, il faudra prendre les mesures suivantes :
 - Obtenir des données sur les prises à partir des journaux de bord des navires de pêche précisant l'emplacement exact où les poissons ont été pêchés dans l'océan Pacifique tropical;
 - Établir des stations d'observation à long terme en vue de surveiller l'évolution des caractéristiques physico-chimiques dans toutes les provinces;

- Compléter les mouillages TAO dans la warm pool et la province de divergence équatoriale du Pacifique et/ou les bouées Argoⁱⁱ par des capteurs biochimiques et acoustiques;
 - Poursuivre la télédétection satellitaire de la température des eaux de surface et de la chlorophylle *a* de manière à repérer facilement tout changement dans la zone de convergence située entre la warm pool et la province de divergence équatoriale du Pacifique;
 - Valider l'exactitude des données acoustiques visant à déterminer l'abondance relative des principaux groupes de micronecton, en équipant des navires non prévus à cet effet de matériel spécialisé afin de construire des séries temporelles sur l'évolution du micronecton le long des principales routes maritimesⁱⁱⁱ;
 - Aider les observateurs embarqués à bord des thoniers industriels à prélever des échantillons de micronecton dans les estomacs des thonidés et d'autres grands prédateurs;
 - Conduire des campagnes de marquage pour les quatre espèces de thonidés (marques classiques et électroniques) afin de vérifier les changements projetés dans leur distribution face aux diverses perturbations auxquelles elles sont confrontées (nutriments, température de l'eau, courants et taux d'oxygène, y compris lors des déplacements dans les eaux archipélagiques); et
 - Évaluer les effets de l'acidification de l'océan sur le recrutement des larves de thonidés.
- Bilan périodique, tous les cinq à sept ans, des prises projetées des quatre espèces de thonidés, selon les scénarios de changement climatique choisis, en s'appuyant sur la version améliorée du modèle SEAPODYM {chapitre 8}, dans la perspective d'appuyer l'action des organismes nationaux et régionaux de gestion.

5.2.3 Ressources côtières

- Organisation de campagnes d'échantillonnage dans le but de déterminer 1) comment les variations spatio-temporelles des facteurs de stress environnementaux, comme la température des eaux de surface, influent sur l'architecture tridimensionnelle des récifs coralliens autour desquels évoluent les poissons démersaux {chapitre 9}; et 2) comment les récifs coralliens réagissent aux mesures de gestion prises pour empêcher leur dégradation.
- Modification des produits satellitaires disponibles de manière 1) à améliorer la résolution (inférieure à 1 km) nécessaire à une gestion individuelle des récifs; et 2) à inclure des données sur l'intensité de la lumière, le pH et la turbidité, en plus de celles relatives à la température des eaux de surface.

ii www.argo.ucsd.edu

iii Pour de plus amples informations, veuillez consulter le site suivant : www.imber.info/CLIOTOP_MAAS.html

- Cartographie des mangroves, des herbiers et des platiers intertidaux dans tous les États et Territoires insulaires océaniques afin d'aider ces derniers 1) à quantifier la contribution de ces habitats à la production de la pêche côtière; 2) à sensibiliser les spécialistes de l'aménagement du littoral à leur importance; et 3) à établir un point de départ pour le suivi des changements susceptibles d'intervenir dans la superficie, la densité et la composition spécifique des mangroves et des herbiers, ainsi que dans la superficie des platiers intertidaux.
- Poursuite de la collecte de données fiables sur l'élévation du niveau de la mer dans les États et Territoires insulaires océaniques au travers du projet de surveillance du niveau de la mer et du changement climatique dans le Pacifique Sud.
- Élaboration de cartes topographiques à plus haute résolution permettant de visualiser plus facilement 1) le recul prévu des mangroves et des platiers intertidaux dont la migration vers l'intérieur des terres est bloquée par les infrastructures; et 2) les zones inondables pouvant être colonisées par les mangroves et les herbiers.
- Réalisation d'enquêtes sur la biodiversité, l'abondance relative et la fréquence de tailles des espèces animales associées aux récifs coralliens, aux mangroves, aux herbiers et aux platiers intertidaux, dans des zones représentatives, afin de mieux comprendre les réseaux trophiques des ressources côtières peuplant ces habitats.
- Conduite de travaux de recherche sur les principales espèces de poissons et d'invertébrés capturées par les pêcheries côtières, afin d'établir les éléments suivants :
 - le rapport entre leur distribution et leur abondance, d'une part, et les habitats auxquels elles sont associées (récifs coralliens, mangroves, herbiers et platiers intertidaux), d'autre part, ainsi que l'évolution probable de ce rapport à mesure que les habitats en question se détérioreront (chapitres 5 et 6);
 - les effets probables de la hausse de la température des eaux de surface et de l'acidification de l'océan, ainsi que ceux des modifications de la force des grands courants océaniques, sur le recrutement des ressources halieutiques dans les habitats côtiers;
 - le risque d'augmentation de l'incidence et de la virulence de l'intoxication ciguatérique à mesure que la température des eaux de surface augmentera, que la couverture corallienne diminuera et que les macroalgues se développeront; et
 - les effets éventuels du ruissellement accru en provenance des îles hautes sur l'abondance des petits poissons pélagiques.

5.2.4 Ressources dulcicoles et estuariennes

- Élaboration de cartes topographiques à plus haute résolution et modélisation des inondations en vue d'anticiper les changements susceptibles d'intervenir dans les plaines inondables et les habitats estuariens. Armés de ces informations,

les responsables nationaux chargés de la planification pourront prévoir une augmentation de la production de la pêche lors de la mise au point de stratégies transsectorielles d'adaptation à l'augmentation de la pluviométrie et à l'élévation du niveau de la mer.

- Élaboration de modèles de production pour les fleuves Fly et Sepik-Ramu (Papouasie-Nouvelle-Guinée), fondés sur 1) l'inventaire des habitats dulcicoles et les cartes topographiques; 2) des données de prises et d'effort de meilleure qualité, notamment pour la pêche vivrière; et 3) des projections plus fiables concernant les débits, les charges en nutriments, la température de l'eau et le taux d'oxygène dissous, et ce, grâce aux modèles régionalisés du climat mondial.

5.2.5 Aquaculture

- Évaluation des risques occasionnés par l'introduction ou le transfert du tilapia du Nil aux fins de son élevage en bassins. Dans les études d'impact environnemental qui seront réalisées, les décideurs trouveront des éléments scientifiques de nature à les alerter sur les conséquences éventuelles de ce choix sur la biodiversité des habitats dulcicoles. Il faudra néanmoins veiller à ne pas se méprendre sur les causes de la dégradation des habitats naturels, notamment en tenant compte des effets sur la biodiversité pouvant être attribués sans équivoque au tilapia du Mozambique.
- Évaluation de la durée de vie probable des bassins crevetticoles en place, et modification ou déplacement des bassins, le cas échéant, pour s'assurer qu'un vide sanitaire puisse être réalisé entre deux récoltes, compte tenu de l'élévation du niveau de la mer {chapitre 11}.
- Conduite de travaux de recherche afin de déterminer les effets probables de l'acidification de l'océan sur la croissance et la survie des huîtres perlières juvéniles et adultes, ainsi que sur la qualité des perles. En cas de projections inquiétantes, des investissements devront être consentis afin de répertorier les microsites propices au maintien des niveaux adéquats de saturation en aragonite grâce à l'effet tampon engendré par les récifs et les herbiers environnants, et d'aider ainsi à poursuivre la culture de perles et d'autres produits menacés par l'acidification de l'océan (comme les coraux et les bénitiers destinés à l'aquariophilie).

5.3 Investissements nécessaires pour consolider les partenariats

Compte tenu des capacités techniques limitées dont disposent de nombreux États et Territoires insulaires océaniques, il est primordial d'investir dans la constitution des équipes techniques et scientifiques requises pour aider les pays de la région 1) à mettre en œuvre, en les peaufinant, les principales mesures d'adaptation décrites à la section 3; et 2) à mieux comprendre la problématique de la vulnérabilité des habitats et des stocks de poissons, ainsi que les entreprises et les communautés tributaires de ces ressources; et 3) à combler les déficiences d'information restantes.

S'agissant des ressources côtières, il s'agira d'apporter un soutien continu aux institutions scientifiques, aux organisations régionales et aux ONG qui aident déjà les États et Territoires insulaires océaniques à mettre en œuvre la CEA FM. S'agissant des ressources hauturières, il convient de nouer des partenariats de nature à favoriser l'accès des équipes de chercheurs aux séries de données sur les pêches provenant de toutes les régions du bassin du Pacifique, comme les bases de données fusionnées de la WCPFC et de la CIATT, sachant que les populations de bonite, de thon jaune et de thon obèse se déplacent progressivement vers l'est.

Il est également préconisé d'envisager une consolidation du Partenariat mondial pour le climat, les pêches et l'aquaculture (PACFA)^{iv} afin que les enseignements tirés d'autres régions du monde puissent servir aux États et aux Territoires insulaires océaniques, et inversement.

5.4 Investissements nécessaires pour suivre l'évolution des ressources et l'efficacité des mesures d'adaptation

Il est essentiel d'investir dans divers programmes de surveillance si l'on veut aider les États et Territoires insulaires océaniques à améliorer leur connaissance de l'état des ressources naturelles, confirmer ou infirmer les projections des effets du changement climatique sur les ressources en question, et mesurer l'efficacité des mesures d'adaptation préconisées. Vous trouverez ci-dessous un récapitulatif des investissements requis.

- Mise au point d'un système d'analyse des images numériques permettant de détecter toute évolution dans la composition des espèces et les fréquences de taille des thonidés capturés par les senneurs, associé, si possible, au traitement informatique des données à bord et à leur transmission à l'Agence des pêches du Forum et à la CPS grâce au système de suivi des navires par satellite (VMS).
- Cartographie périodique du couvert végétal des bassins versants afin de suivre l'état d'avancement des programmes de revégétalisation.
- Mise en place de programmes de surveillance à long terme destinés 1) à informer les États et Territoires insulaires océaniques de toute évolution des habitats côtiers ou des stocks de poissons démersaux (notamment au travers de campagnes d'échantillonnage sur les marchés); 2) à différencier les variations des habitats et des stocks imputables au changement climatique de celles imputables à d'autres facteurs; et 3) à confirmer ou à infirmer les projections des effets du changement climatique.
- Modification des recensements et des enquêtes sur les revenus et les dépenses des ménages en vue de déterminer dans quelle mesure, au regard des critères socioéconomiques de référence, les mesures d'adaptation préconisées permettent de préserver la contribution de la pêche et de l'aquaculture à la sécurité alimentaire et au maintien des moyens d'existence.

iv www.climatefish.org

5.5 Investissements nécessaires pour réaliser des études de vulnérabilité à l'échelon local

Les conclusions de la présente étude doivent impérativement être communiquées aux instances locales concernées, aux ONG et aux autres organismes de soutien, afin qu'ils aident les communautés à évaluer elles-mêmes leur vulnérabilité de manière semi-quantitative (chapitres 2 à 12). Pour procéder à ces évaluations semi-quantitatives, il s'agira d'appliquer, au sein des communautés, les enseignements tirés aux échelons régional et local, afin de cerner et de comprendre les causes de la vulnérabilité et de réduire celle-ci dans toute la mesure du possible. Cette approche permet de dépasser les clivages sectoriels et de surmonter les difficultés liées aux échelles, si bien que les plans d'adaptation n'en seront que plus efficaces. Les capacités des communautés à mettre en œuvre les mesures d'adaptation préconisées s'en trouveront également renforcées.

6. Résumés techniques

6.1 Approche générale et utilisation des modèles climatiques

Approche générale

Les évaluations de la vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles, dont un résumé est proposé pour chaque État et Territoire insulaire océanien, sont fondées sur les meilleures données scientifiques dont on disposait au moment des évaluations. Des données tirées de la littérature scientifique, alliées aux produits des modèles climatiques et écosystémiques et aux avis spécialisés des auteurs, ont été utilisées pour déterminer dans quelle mesure le changement climatique est susceptible d'affecter l'accès aux ressources hauturières, côtières et dulcicoles et la productivité de l'aquaculture (chapitre 1). Une approche en quatre étapes a été retenue pour rassembler les informations techniques nécessaires aux évaluations de vulnérabilité (figure 6.1).

1. Description des changements observés et projetés dans le climat atmosphérique (à la surface) dans la région (chapitre 2)¹¹.
2. Description des changements observés et projetés dans les principaux paramètres de l'océan Pacifique tropical (chapitre 3)¹².
3. Évaluation des conséquences probables des changements projetés du climat et de l'océan sur les écosystèmes qui abritent les ressources halieutiques, c'est-à-dire les réseaux trophiques en pleine mer (chapitre 4)¹³, les récifs coralliens (chapitre 5)¹⁴, les mangroves, les herbiers et les zones intertidales (chapitre 6)¹⁵, et les habitats dulcicoles et estuariens (chapitre 7)¹⁶.
4. Évaluation des effets directs probables des changements projetés du climat de surface et de l'océan et des effets indirects des changements projetés des écosystèmes sur l'abondance et la répartition des espèces ciblées par la pêche hauturière (chapitre 8)¹⁷, la pêche côtière (chapitre 9)¹⁸, la pêche en eau douce et dans les estuaires (chapitre 10)¹⁹, et l'aquaculture (chapitre 11)²⁰.

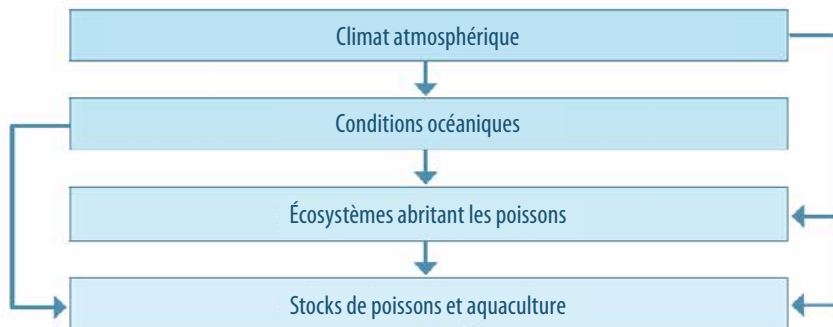


Figure 6.1 Approche utilisée pour évaluer la vulnérabilité des ressources halieutiques et aquacoles du Pacifique tropical face au changement climatique.

Utilisation des modèles climatiques

Les auteurs se sont appuyés sur des modèles du climat mondial pour établir les projections nécessaires aux deux premières étapes de l'approche décrite ci-dessus. Un modèle climatique est une représentation numérique de notre compréhension de la physique, et, dans certains cas, de la chimie et de la biologie de l'océan, de l'atmosphère, des terres émergées et des régions glaciaires (chapitre 1). Les modèles climatiques qui traduisent, avec un degré de précision raisonnable, l'état actuel et passé du système climatique sont aujourd'hui les meilleurs outils à notre disposition pour établir des projections sur ce que peut nous réserver l'avenir.

Au niveau le plus élémentaire, un modèle climatique met en pratique 1) la loi de Newton selon laquelle le mouvement d'un fluide (eau ou air) peut être déterminé dès lors que les forces qui s'appliquent à lui sont connues (les vents s'exerçant sur la surface de l'océan ou les forces de friction opposées à tout mouvement, par exemple); et 2) les lois de conservation de la masse et de l'énergie (par exemple, si l'eau en mouvement rencontre un obstacle, elle sera déviée, ou si l'énergie solaire pénètre la surface de l'océan, l'eau se réchauffera). En principe, nous devrions pouvoir utiliser ces formules mathématiques pour donner une description quasi parfaite du monde réel, mais dans la pratique, les limites de l'information nous contraignent à faire des compromis.

Pour appliquer ces lois de la physique en tenant compte des limites de l'architecture des ordinateurs, même les plus puissants, nous devons grandement simplifier notre simulation du système climatique et la subdiviser en une série de petits carrés formant un maillage. Le maillage des modèles du climat mondial de dernière génération se divise généralement en carrés de 100 à 200 km de côté dans l'océan (la résolution étant souvent moins bonne pour la représentation de l'atmosphère). En d'autres termes, tous les courants océaniques (ou les variations de température, de salinité, etc.) présents dans un même carré seront représentés par une valeur moyenne unique, qu'il s'agisse de courants, de températures ou de salinité. Par conséquent, de nombreux phénomènes de petite échelle (comme la circulation à échelle plus fine dans les zones côtières) s'étendant sur quelques kilomètres n'apparaissent pas dans les modèles, faute de résolution suffisante. Malheureusement, c'est souvent ce niveau d'information qui nous intéresse le plus et il convient de « régionaliser » les projections des modèles afin de s'assurer qu'elles restent utiles pour évaluer les impacts régionaux. Pour pallier cette lacune, la plupart des phénomènes inférieurs à la maille du modèle sont « paramétrés ». Ces paramètres transposent essentiellement l'effet des phénomènes de petite échelle aux larges échelles qu'utilisent les modèles.

Les modélisations qui ont servi aux évaluations de vulnérabilité présentées ici proviennent essentiellement de l'ensemble de données multi-modèle CMIP3 (troisième phase du projet de comparaison des modèles couplés), qui a servi de base à l'élaboration du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Ces modèles sont tous

des modèles « couplés » très perfectionnés, associant des modèles océan, atmosphère, terre et glace et assurant un échange continu d'informations entre ces différentes composantes pour réaliser une estimation évolutive du climat mondial.

Ces modèles du climat mondial sont généralement utilisés pour simuler plusieurs centaines d'années climatiques soumises à des forçages constants sous conditions préindustrielles (1870), comme une énergie solaire constante et des niveaux adaptés de gaz à effet de serre (figure 6.2). L'océan a ainsi le temps de se stabiliser dans un état de quasi-équilibre. Une fois que les conditions préindustrielles sont fixées comme point de référence, on intègre aux simulations appliquées au XX^e siècle l'augmentation de la concentration atmosphérique de gaz à effet de serreⁱ, en se basant sur les émissions historiques, tout en tenant compte des phénomènes naturels observés de forçage (modification du rayonnement solaire, éruptions volcaniques, etc.).

Pour la fin du XX^e siècle, les simulations/projections se fondent sur des trajectoires d'émissions prédéfinies jugées plausibles. Pour les besoins du présent ouvrage, nous nous concentrons sur deux de ces trajectoires, lesquelles correspondent aux scénarios d'émissions B1 (hypothèse basse) et A2 (hypothèse haute).

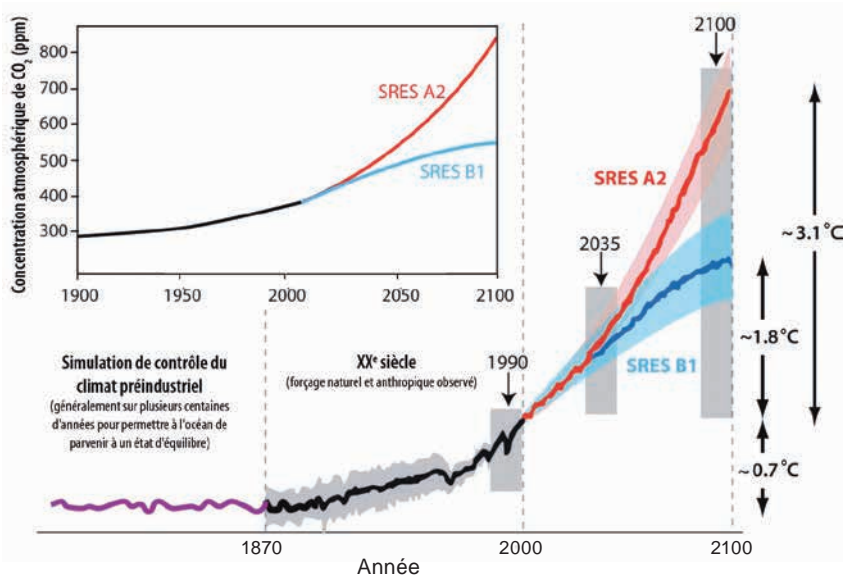


Figure 6.2 Température moyenne de l'air à la surface du globe simulée à partir de la moyenne multi-modèle des modèles climatiques couplés CMIP3 pour la période préindustrielle (mauve), le XX^e siècle (noir), le scénario d'émissions B1 au XXI^e siècle (bleu) et le scénario A2 au XXI^e siècle (rouge). Les bandes verticales grisées représentent les marges d'incertitude relatives aux résultats des différents modèles. Les variations moyennes observées, calculées par modélisation multi-modèle, de la température moyenne à la surface du globe sont également présentées pour la période 1980–2000. Les informations concernant la période après 1900 sont tirées du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. L'encadré montre les concentrations en CO₂, historiques et futures, utilisées pour les modèles.

i Les aérosols sulphatés et l'ozone sont également pris en compte dans certaines simulations.

Des évaluations sont effectuées pour mesurer la capacité des modèles à simuler les conditions atmosphériques et océanographiques (pour la fin du XX^e siècle), ainsi que les projections, à court terme (2035) et à long terme (2100) (figure 6.2). Il faut préciser que ces modèles sont loin d'être parfaits et qu'ils n'offrent qu'une représentation approximative du monde réel. Si l'on utilise deux modèles distincts, même si l'on saisit au départ les mêmes émissions d'équivalent dioxyde de carbone (équiv.-CO₂), on obtiendra systématiquement deux trajectoires différentes d'évolution du climat, qui s'expliquent par les différents paramètres et degrés d'approximation employés.

Les écarts entre les résultats des modèles sont représentés dans la figure 6.2 par les marges d'incertitude autour des projections de chaque scénario. De façon générale, la marge d'incertitude est faible lorsque l'on considère de grandes échelles spatiales (ex. : température moyenne mondiale), mais le degré d'incertitude augmente progressivement à des échelles plus fines (ex. : force d'un courant océanique donné). Pour éliminer une partie de ces incertitudes, les auteurs se sont appuyés sur les moyennes des sorties d'une série de modèles climatiques indépendants, capables de simuler avec suffisamment de précision le climat actuel. Ces moyennes ont permis de réduire un grand nombre de biais propres aux modèles individuels. Cela dit, certains biais systématiques ne peuvent être éliminés et doivent être pris en compte lors de l'interprétation des résultats de la modélisation.

Modèles biogéochimiques

Les modèles CMIP3 permettent uniquement d'obtenir des projections du climat physique. Ils ne simulent pas explicitement la façon dont les habitats et les stocks de poissons réagissent à l'évolution du climat. Il convient de déduire ces réactions à l'aide des meilleures connaissances scientifiques sur l'évolution de la productivité et des échelons supérieurs des réseaux trophiques face à la variabilité climatique observée. Pour une partie des analyses, un certain nombre de paramètres biologiques ont été couplés à l'un des modèles CMIP3 (IPSL-CM4) afin d'obtenir des projections 1) de la production primaire et de l'étendue des différentes provinces écologiques composant l'océan Pacifique tropical {chapitre 4}; et 2) des prises de bonite et de thon obèse {chapitre 8}. Ainsi, toute incertitude associée au modèle IPSL-CM4 est transférée aux réactions biologiques simulées.

Utilisation des résumés techniques

Les sections 6.2 à 6.11 décrivent succinctement les principaux résultats techniques obtenus avec l'approche exposée dans la figure 6.1. Chaque résumé technique est émaillé de renvois entre accolades { } à l'ouvrage complet d'évaluation de la vulnérabilité (validé par des arbitres scientifiques), afin de permettre au lecteur d'obtenir tous les détails des analyses qui l'intéressent.

6.2 Observations et projections des changements dans le climat de surface du Pacifique tropical {chapitre 2}¹¹

Le temps est l'état de l'atmosphère, défini au jour le jour par des variables mesurables, telles que la température de l'air, les précipitations, la vitesse et la direction des vents, le couvert nuageux et le degré d'humidité. Le climat correspond au temps moyen à long terme, soit le temps attendu à un moment et à un endroit donnés, et englobe les observations effectuées sur un grand nombre d'années. Les descriptions du climat peuvent s'appuyer sur les valeurs moyennes ou sur les mesures de variabilité interannuelle. On entend par changement climatique une modification profonde du temps attendu à un endroit donné et pendant une saison donnée. Cette modification peut se manifester au niveau des valeurs moyennes et/ou de la variabilité autour des moyennes (amplitude des extrêmes). Pour déterminer par projection la nature et l'ampleur des variations du climat à l'échelle mondiale ou régionale, il faut s'appuyer sur des observations du temps qui soient uniformes et étalées sur une longue durée, dans un maximum de lieux.

Les écosystèmes dont dépendent les États et Territoires insulaires océaniques pour leur développement économique, leur sécurité alimentaire et la subsistance de leurs populations, sont adaptés aux conditions climatiques actuelles et à leurs variations saisonnières normales. Par le passé, le climat du globe et le climat de la région ont évolué à différentes échelles spatio-temporelles sous l'effet d'une série de facteurs de forçage, tels que les cycles glaciaires provoqués par des modifications des caractéristiques de l'orbite terrestre. On sait désormais avec certitude que l'augmentation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre et les variations climatiques associées sont le fait de l'activité humaine depuis la fin du XVIII^e siècle⁹. La concentration du principal gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone (CO₂), est passée de 280 parties par millions (ppm) en 1750 à 385 ppm en 2008, et continue de croître depuis cette date à un rythme d'environ 2 ppm {chapitre 1}. Du fait de cette augmentation de 38 % entre 1750 et 2008, la concentration atmosphérique de CO₂ est aujourd'hui à son maximum par rapport aux 800 000 dernières années. Le phénomène connexe de réchauffement de la planète, observé tout au long du XX^e siècle, se produirait, d'après les estimations, à une vitesse dix fois supérieure au réchauffement de 4 à 7 °C observé depuis la dernière période glaciaire, il y a environ 21 000 ans. Les changements climatiques dus à l'activité humaine ne concernent pas uniquement les générations futures ; d'importants changements ont déjà été observés.

Les tendances observées au cours de ces cinquante dernières années indiquent une augmentation des températures de l'air, une modification de la circulation atmosphérique et des précipitations, et peut-être une intensification des cyclones. D'après les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, le climat de surface dans le Pacifique tropical devrait continuer de se réchauffer rapidement, ce qui provoquera une modification des conditions atmosphériques et des précipitations.

La section ci-dessous propose une description succincte du climat de surface actuel dans la région, des tendances observées et des projections d'évolution du climat du Pacifique tropical sur fond de hausse des émissions de gaz à effet de serre.

Climat de surface actuel

Circulation atmosphérique {chapitre 2, section 2.3.1}

Dans les États et Territoires insulaires océaniques, le climat de surface est largement influencé par l'immense masse océanique qui les entoure, les circulations atmosphériques de grande échelle (circulations de Hadley et Walker) et les courants océaniques associés aux régimes d'alizés de nord-est et de sud-est. Les circulations atmosphériques des deux hémisphères se rencontrent au niveau de la zone de convergence intertropicale et de la zone de convergence du Pacifique Sud. La zone de convergence du Pacifique Sud est l'un des principaux phénomènes qui expliquent la formation des climats tropicaux et subtropicaux dans l'hémisphère Sud. Elle se caractérise par une convergence des flux d'air provoquant des mouvements ascendants, une bande de forte nébulosité et d'importantes précipitations, et elle s'étend de la warm pool du Pacifique occidental, à l'ouest (section 6.3), jusqu'à la Polynésie française, au sud-est. Ces conditions atmosphériques et océanographiques sont aussi au cœur de la principale cause de variabilité climatique interannuelle dans le Pacifique tropical : le phénomène d'oscillation australe El Niño.

Température de l'air {chapitre 2, section 2.3.2}

Le Pacifique tropical est une immense étendue océanique, dans laquelle on trouve des terres émergées dont la superficie est extrêmement petite (chapitre 1, tableau 1.1), de sorte que les températures moyennes de l'air sont fortement influencées par les températures moyennes des eaux de surface. Dans les îles basses, les eaux de surface ont une température proche de celle de l'air et constituent donc un bon indicateur indirect des températures de l'air. En général, les températures des eaux de surface sont en moyenne plus élevées dans le Pacifique occidental que dans le Pacifique oriental. La température maximale annuelle de la warm pool est d'environ 30 °C (chapitre 3) (section 6.3).

Variations saisonnières de températures et de précipitations {chapitre 2, section 2.3.3}

Dans les régions équatoriales du Pacifique, les variations annuelles de la température de l'air et des eaux de surface sont très limitées. Ainsi, la fourchette annuelle de variation des températures des eaux de surface est inférieure à 2 °C dans une grande partie du Pacifique tropical occidental. Cette fourchette augmente avec la latitude dans l'hémisphère Sud, tant pour la température de l'air que pour la température des eaux de surface. Dans la région, la plus grande variabilité annuelle est observée dans

les zones subtropicales. Les maxima de précipitations sont enregistrés pendant l'été austral, ce phénomène étant le plus marqué entre 10° S et 20° S. En revanche, à des latitudes plus élevées (subtropicales), les précipitations mensuelles sont peu sujettes aux variations saisonnières.

Cyclones tropicaux {chapitre 2, section 2.3.4}

Les cyclones tropicaux traversent généralement les zones subtropicales au cours de leurs périodes estivales respectives et se forment rarement à moins de 5–10° environ de l'équateur. Les cyclones tropicaux sont à l'origine de vents violents, de fortes précipitations et d'ondes de tempête dévastatrices dans le Pacifique tropical sud-ouest, nord-est et nord-ouest. Dans le sud-ouest de la région, ces systèmes apparaissent généralement pendant l'été austral, entre novembre et avril, et parfois en mai. Le pic de la saison cyclonique est habituellement enregistré de janvier à mars. Environ la moitié des tempêtes qui se forment dans le Pacifique tropical se transforment en cyclones, accompagnés de vents atteignant une vitesse moyenne de plus de 118 km/h. En Océanie, les cyclones tropicaux se développent le plus fréquemment entre la Nouvelle-Calédonie et Vanuatu, dans la mer de Corail, et en direction des Fidji.

Variabilité climatique dans le Pacifique tropical {chapitre 2, section 2.3.5}

Plusieurs sources de variabilité naturelle viennent s'ajouter aux cycles saisonniers et aux tendances observées au niveau du climat de surface. Cette variabilité entraîne une modulation du climat atmosphérique et océanique à des échelles allant de quelques semaines à des décennies. Le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO) est la principale cause de variabilité interannuelle du climat mondial et a son cœur dans le Pacifique tropical. Le phénomène ENSO fluctue en deux phases : El Niño et La Niña. Lors d'épisodes El Niño, les températures des eaux de surface sont nettement supérieures aux normales saisonnières dans une grande partie du Pacifique tropical. À l'inverse, ces températures sont sensiblement plus fraîches lors des épisodes La Niña. Ces deux phases sont également associées à différents régimes de précipitations. La variabilité interannuelle du phénomène d'oscillation australe est elle-même modulée par l'oscillation décennale du Pacifique (ODP), qui survient sur une période de plusieurs décennies. L'ODP est responsable d'anomalies manifestes dans les phases chaudes ou froides des eaux de surface du Pacifique, celles-ci pouvant perdurer pendant plusieurs décennies. Le mode annulaire austral (SAM) est le principal facteur de variabilité de la circulation atmosphérique aux latitudes moyennes à élevées (tempérées). Ce mode se décline en deux phases qui influent sur la force des vents d'ouest dans l'océan Austral, d'une part, et sur le niveau de la mer et les régimes de circulation océanique dans l'océan Pacifique Sud, y compris les zones subtropicales, d'autre part {chapitre 3}, à des échelles temporelles supérieures à 50 jours.

Tendances observées dans le climat de surface

Température de l'air {chapitre 2, section 2.4.1}

Les relevés d'observations révèlent que l'air situé au-dessus des îles du Pacifique tropical s'est déjà sensiblement réchauffé et que le rythme de réchauffement s'est accéléré ces dernières décennies. Dans le monde, les températures moyennes observées au sol ont augmenté de 0,7–0,8 °C en cent ans, le rythme de réchauffement s'étant accéléré ces cinquante dernières années. Si, dans les pays océaniques, l'élévation des températures de l'air est moins marquée au-dessus des terres situées à des latitudes élevées, le Pacifique tropical se réchauffe quand même à un rythme avoisinant 70 % de la moyenne mondiale.

Précipitations {chapitre 2, section 2.4.2}

Le climat pluviométrique observé (précipitations annuelles et quotidiennes) a beaucoup évolué dans le Pacifique tropical Sud-ouest, surtout sur les îles situées à l'est de 160° O. Les variations de précipitations à l'ouest sont généralement mineures et incohérentes. Globalement, entre 1961 et 2000, les précipitations ont été plus nombreuses et intenses au nord-est de la zone de convergence du Pacifique Sud et moins nombreuses au sud-ouest de cette zone.

Zone de convergence du Pacifique Sud {chapitre 2, section 2.4.3}

Entre 1890 et 2005, la position de la zone de convergence du Pacifique Sud n'a guère évolué. On observe toutefois des variations décennales étroitement liées aux phases chaudes et froides de l'ODP et du phénomène ENSO. Ces variations ont une incidence considérable sur les régimes des précipitations dans l'ensemble du Pacifique tropical Sud.

Cyclones tropicaux {chapitre 2, section 2.4.4}

En moyenne, le sud-ouest du Pacifique est traversé chaque année par neuf cyclones tropicaux. Au cours des trente dernières années, aucune tendance nette n'a pu être dégagée concernant la fréquence des cyclones tropicaux dans cette région et aucun élément ne permet à ce jour de démontrer une intensification marquée des cyclones dans la région.

Projections des changements dans le climat de surface

Les projections à court terme (2035) et à long terme (2100) relatives au climat de surface du Pacifique tropical, établies à partir des scénarios d'émissions B1 (hypothèse basse) et A2 (hypothèse haute), correspondent aux moyennes des

projections obtenues à l'aide de plusieurs modèles du climat mondial (chapitre 1, section 1.8.2 ; chapitre 2, section 2.5). Sachant qu'aucun de ces modèles complexes n'est parfait, le fait de calculer des moyennes permet de mettre en évidence les projections de variations communes aux différents modèles et de répertorier les domaines/variables pour lesquels les écarts entre les modèles sont importants et donc l'indice de confiance des projections est faible. Les projections établies à partir des moyennes des modèles multiples sont résumées ci-dessous pour les principaux paramètres du climat de surface (tableau 6.1).

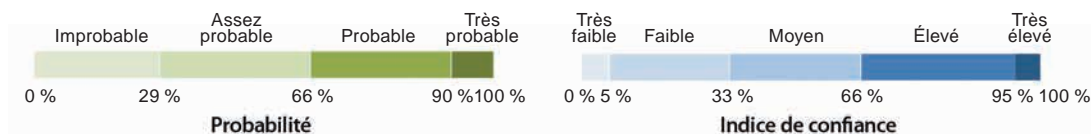
Température de l'air {chapitre 2, section 2.5.1}

Dans le Pacifique tropical, la température de l'air en surface devrait, d'après les projections, poursuivre sa courbe ascendante. D'ici à 2035, la température de l'air augmentera probablement de 0,5 à 1 °C par rapport à la moyenne de 1980–1999. D'ici à 2100, cette hausse devrait atteindre 1 à 1,5 °C si l'on se réfère au scénario d'émissions B1, et 2,5 à 3 °C si l'on se réfère au scénario A2.

Tableau 6.1 Récapitulatif des projections de modifications du climat de surface du Pacifique tropical par rapport aux valeurs moyennes pour la période 1980–1999. Les valeurs des concentrations récentes et projetées de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère sont également données.

Variable	Moyenne de 1980–1999	Projections			
		B1 2035	A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Température de l'air (°C)	27,4	+0,5 à +1,0 	+0,5 à +1,0 	+1,0 à +1,5 	+2,5 à +3,0
Pluviométrie	n/d	Zones équatoriales +5 à +15% 	+5 à +20% 	+10 à +20% 	+10 à +20%
		Zones subtropicales -5 à -10% 	-5 à -20% 	-5 à -20% 	-5 à -20%
Épisodes ENSO	Variable interannuelle	Source permanente de variabilité climatique interannuelle			
ODP-variabilité décennale	Variable décennale	Source permanente de modulations décennales dans le climat du bassin Pacifique et les épisodes ENSO			
Cyclones tropicaux	9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Possible diminution du nombre total de cyclones tropicaux ➤ Probable intensification de la force des cyclones 			
Concentration atmosphérique de CO ₂ (ppm)	339–368	400–450	400–450	500–600	750–800

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ENSO = phénomène d'oscillation australe El Niño ; ODP = oscillation décennale du Pacifique ; n/d = données non disponibles.



Précipitations {chapitre 2, section 2.5.2}

Appliqués aux régimes des précipitations dans le Pacifique tropical, les modèles climatiques nous donnent une marge importante d'incertitude. Il semble toutefois probable que les précipitations augmentent dans les zones de convergence à proximité de l'équateur et diminuent dans les zones subtropicales. Le réchauffement des océans devrait intensifier le cycle hydrologique, avec pour conséquence probable des pluies extrêmes, d'un côté, et des sécheresses plus intenses, de l'autre, compte tenu du réchauffement des températures de l'air.

Phénomène d'oscillation australe El Niño {chapitre 2, section 2.5.3}

Dans le contexte du réchauffement de la planète, les éventuelles variations de fréquence et/ou d'intensité des épisodes El Niño et La Niña restent sujettes à de nombreuses incertitudes. Néanmoins, ces phénomènes resteront probablement une cause majeure de variabilité interannuelle du climat dans le Pacifique tropical.

Cyclones tropicaux {chapitre 2, section 2.5.4}

Il est possible que le nombre de cyclones tropicaux diminue dans la région, mais les systèmes qui se formeront seront probablement plus intenses. La zone d'activité cyclonique devrait rester sensiblement la même, d'après les projections.

6.3 Observations et projections des changements dans l'océan Pacifique tropical {Chapitre 3}¹²

Les poissons et les invertébrés pêchés dans le Pacifique tropical entretiennent une relation étroite et vitale avec le milieu océanique. Les régimes de circulation à petite et grande échelle influent sur la dispersion larvaire et la migration des espèces, tandis que la température de l'eau, la salinité, la disponibilité de substances nutritives, la concentration en oxygène dissous et le pH ont une incidence sur l'activité biologique. Les courants océaniques, les vagues et le niveau de la mer peuvent, par ailleurs, redessiner les habitats côtiers dont sont tributaires de nombreuses espèces de poissons.

La section ci-dessous propose une description succincte des principaux paramètres de l'océan Pacifique tropical, des variations observées récemment et des projections d'évolution de l'océan sur fond de hausse des émissions de gaz à effet de serre et du forçage continu qui en résulte.

Principaux paramètres de l'océan Pacifique tropical

Courants océaniques à grande échelle {chapitre 3, section 3.2.1}

Les principaux courants observés dans l'océan Pacifique tropical (figure 6.3) sont façonnés par les alizés de sud-est. Contraintes par l'interaction entre les alizés et la force de Coriolis, les eaux superficielles à proximité de l'équateur se déplacent en direction du pôle vers les latitudes subtropicales sous l'action d'un phénomène appelé transport d'Ekman. Les eaux situées à des latitudes supérieures à 25° S et 25° N sont entraînées vers l'équateur par l'action des vents d'ouest. La convergence des masses d'eau circulant dans des directions différentes génère deux courants de déplacement vers l'ouest : le courant équatorial Nord (NEC) et le courant équatorial Sud (SEC). Ces courants bifurquent lorsqu'ils rencontrent des îles et des terres émergées, donnant naissance à une série de petits courants et de sous-courants, et à la warm pool. Le NEC et le SEC subissent également les effets de la zone de convergence intertropicale et de la zone de convergence du Pacifique Sud. Ces zones de convergence modifient les régimes locaux des vents et font apparaître deux contre-courants en direction de l'est : le contre-courant équatorial Nord (NECC) sous la zone de convergence intertropicale et le contre-courant équatorial Sud (SECC) sous la zone de convergence du Pacifique Sud. Ces fronts où se rencontrent des courants circulant vers l'ouest et des contre-courants circulant vers l'est sont à l'origine de courants tourbillonnaires qui peuvent provoquer une remontée des eaux riches en nutriments. Les courants du sud-est du Pacifique sont relativement constants tout au long de l'année, tandis que les courants dans la partie ouest voient leur intensité et leur direction changer en fonction des saisons et du phénomène ENSO.

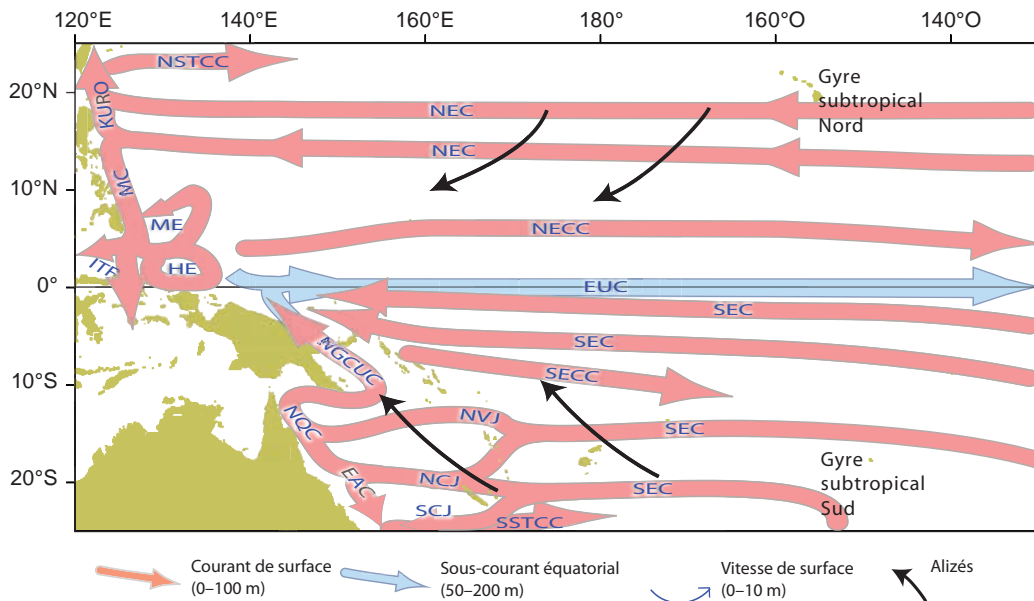


Figure 6.3 Principaux courants océaniques circulant entre 0, 100 et 200 mètres de profondeur dans la colonne d'eau. Légende : contre-courant subtropical Nord (NSTCC) ; courant de Kuroshio (KURO) ; courant de Mindanao (MC) ; tourbillon de Mindanao (ME) ; tourbillon d'Halmahera (HE) ; courant équatorial Nord (NEC) ; contre-courant équatorial Nord (NECC) ; sous-courant équatorial (EUC) ; courant indonésien (ITF) ; sous-courant côtier de Nouvelle-Guinée (NGCUC) ; courant Nord du Queensland (NQC) ; courant Est australien (EAC) ; jet Nord Vanuatu (NVJ) ; jet Nord calédonien (NCJ) ; jet Sud calédonien (SCJ) ; contre-courant équatorial Sud (SECC) ; courant équatorial Sud (SEC) et contre-courant subtropical Sud (SSTCC).

Température de l'océan {chapitre 3, section 3.2.2}

La température des eaux de surface de l'océan Pacifique tropical varie dans le temps et l'espace. Sur le plan spatial, on observe des écarts lorsque les vents déplacent les eaux de surface ou provoque des remontées d'eau. Ainsi, les alizés de sud-est poussent les eaux chaudes vers le Pacifique occidental, ce qui donne naissance à la warm pool. Définie par une température supérieure à 28 °C en surface, la warm pool renferme les eaux océaniques les plus chaudes au monde. Les alizés de sud-est qui soufflent le long de l'équateur sont aussi à l'origine de la remontée des eaux profondes et froides, riches en nutriments, qui réduisent la température des eaux de surface. À proximité de l'équateur, les variations saisonnières de ces températures sont faibles, les variations interannuelles se limitant à 2 à 3 °C tout au long de l'année. Lorsque l'on s'éloigne de l'équateur, les variations saisonnières sont plus marquées et peuvent atteindre jusqu'à 7 °C sur l'ensemble de l'année.

La température de l'océan Pacifique tropical est aussi fonction de la profondeur. Les eaux superficielles, plus chaudes, sont par ailleurs moins denses que les eaux profondes, plus froides. Au niveau de la thermocline, point de rencontre de ces deux

couches d'eau, la température change rapidement. Dans l'océan Pacifique tropical, la thermocline se situe généralement entre 0 et 500 mètres de profondeur. Une fois la thermocline franchie, on enregistre un écart de température de 20 °C.

Tourbillons océaniques {chapitre 3, section 3.2.3}

Les tourbillons qui se forment dans l'océan et les zones côtières peuvent attirer à la surface des couches profondes riches en nutriments, stimulant ainsi la production primaire {chapitre 4, encadré 4.1}. Aux échelles locales, les tourbillons véhiculent également de la chaleur, des nutriments, des particules et des larves de poissons et d'invertébrés. La taille des tourbillons est en grande partie fonction de la latitude (dans le Pacifique tropical, ils atteignent entre 150 et 300 km de diamètre environ). Le passage de tourbillons crée d'importantes variations dans les courants locaux, la hauteur de la surface de la mer et la structuration verticale de la colonne d'eau.

Apport en nutriments {chapitre 3, section 3.2.4}

Les processus biologiques qui se produisent à la surface de l'océan, comme la photosynthèse du phytoplancton, appauvrissent l'apport en nutriments. Ainsi, les concentrations de nutriments sont nettement plus élevées à des profondeurs supérieures à 100 mètres qu'à la surface. La circulation océanique, qui assure le mélange vertical profond de la colonne d'eau, sert à transférer les nutriments des profondeurs jusqu'à la surface. Néanmoins, dans l'océan Pacifique, la forte stratification entre des eaux de densité différente inhibe les échanges verticaux d'eau (et donc de nutriments) entre les couches profondes et superficielles de l'océan. Les principaux phénomènes capables de franchir cette barrière et de faire remonter les eaux riches en nutriments vers les couches supérieures sont les turbulences dans la couche de mélange en surface, les remontées d'eau générées par les vents et les tourbillons.

Oxygène dissous {chapitre 3, section 3.2.5}

Les niveaux d'oxygène dissous (O_2) présents dans les eaux superficielles de l'océan Pacifique tropical sont déterminés par 1) le taux de transfert d'oxygène depuis l'atmosphère (lui-même fonction de la température des eaux de surface) ; 2) la quantité d'oxygène produite par la photosynthèse ; et 3) le taux d'immersion et de mélange des eaux de surface riches en oxygène par l'action des courants océaniques. Aux latitudes élevées, les eaux superficielles froides et riches en oxygène sont entraînées vers les latitudes plus basses, où elles s'enfoncent sous les eaux subtropicales plus légères. Ces eaux riches en oxygène s'appauvrissent progressivement, à mesure que les matières organiques sont reminéralisées par les bactéries. En tous points de la colonne d'eau, la concentration d' O_2 est la somme de la teneur initiale en O_2 , de l'effet de la reminéralisation des matières organiques par les bactéries et du taux de

renouvellement de l'eau par la circulation océanique. Dans les régions où l'activité bactérienne est élevée, il arrive que le renouvellement généré par la circulation océanique ne soit pas suffisant pour compenser la consommation d'O₂, ce qui donne lieu à un appauvrissement en oxygène et à l'apparition de conditions anoxiques.

Acidification de l'océan {chapitre 3, section 3.2.6}

L'acidité de l'océan est restée assez stable pendant des millions d'années. Dans ces conditions, les ions carbonates sont naturellement abondants et les minéraux purs communs de la famille des carbonates de calcium (aragonite et calcite) se forment dans les eaux superficielles et ne se dissolvent pas. Le pH de l'océan est directement lié à la quantité de dioxyde de carbone présente dans l'atmosphère {chapitre 3, encadré 3.3}. Le pH moyen de l'océan est aujourd'hui d'environ 8,1 unités. Ce paramètre affiche des variations de l'ordre de 0,3 unité, selon les saisons et l'emplacement géographique, qui s'expliquent par l'oscillation des températures de surface et la remontée des eaux profondes riches en dioxyde de carbone.

Hauteur des vagues {chapitre 3, section 3.2.7}

La taille des ondes de surface qui se forment sur l'océan dépend de la force du vent, de la surface parcourue par les vents, de la durée des vents et de la profondeur de l'eau. Les vagues ont une influence prépondérante sur le mélange de la couche de surface océanique, et sur la suspension et le transport des sédiments. Dans l'océan Pacifique tropical, les simulations montrent que la hauteur de houle significative moyenne oscille entre 1,5 et 2,5 mètres, avec une tendance à la baisse en direction de l'ouest. Les caractéristiques des vagues de l'océan Pacifique tropical varient naturellement très fortement, sous l'effet des tempêtes et des régimes climatiques de grande échelle, tels que le phénomène d'oscillation australe.

Niveau de la mer {chapitre 3, section 3.2.8}

À un endroit donné, le niveau de la mer est déterminé par un certain nombre de facteurs variables dans le temps et l'espace. Les marées font osciller le niveau de la mer de façon périodique et prévisible, les effets des tempêtes et des tourbillons sont épisodiques, pouvant perdurer de quelques heures à plusieurs jours, et les modifications de la circulation (notamment celles associées au phénomène d'oscillation australe) peuvent être à l'origine d'importantes variations interannuelles. La conjugaison de ces facteurs est source d'importantes variations du niveau de la mer. Par exemple, à l'échelle régionale, les perturbations entraînées par les épisodes El Niño et La Niña peuvent provoquer des modifications du niveau de la mer pouvant atteindre 20 à 30 cm.

Circulation côtière et effet d'île {chapitre 3, section 3.2.9}

Les phénomènes océaniques régionaux qui se produisent le long des côtes et autour des îles ont également une influence sur les caractéristiques du milieu côtier à petite échelle. Ainsi, les variations sont très importantes au niveau de la circulation (courants et tourbillons), de la température des eaux de surface, de l'apport en nutriments et, au final, de la productivité, dans les différentes zones côtières de toute la région.

Changements récents observés dans l'océan Pacifique tropical*Courants de grande échelle et tourbillons {chapitre 3, sections 3.3.1 et 3.3.3}*

La circulation océanique engendrée par le gyre subtropical du Pacifique Sud et le courant équatorial Sud a gagné en intensité entre 1993 et 2003, sous l'action combinée et supposée de la variabilité naturelle et du réchauffement de la planète. Résultat : le niveau de la mer au centre du gyre s'est élevé de 12 cm. Le gyre subtropical du Pacifique Nord s'est lui aussi intensifié au cours de cette période, mais l'amplitude des changements est moindre. L'activité des courants tourbillonnaires dans l'océan Pacifique tropical a connu des variations de l'ordre de 15 à 30 % entre 1993 et 2001. Globalement, les modifications interannuelles observées dans la localisation et la distribution des tourbillons sont plus marquées.

Température de l'océan {chapitre 3, section 3.3.2}

Ces cinquante dernières années, la température annuelle moyenne des eaux de surface a enregistré une hausse de plus de 1 °C dans le sud-ouest et le nord-est du Pacifique tropical. Ce réchauffement des eaux se ressent jusqu'à une profondeur de 200 mètres à plusieurs latitudes et atteint à certains endroits 2 °C.

Apport en nutriments {chapitre 3, section 3.3.4}

Les deux plus longues séries chronologiques recouvrant trente ans de données océanographiques pour le nord du Pacifique tropical indiquent une légère baisse de l'apport en nutriments au cours de cette période. Cette tendance est compatible avec l'augmentation de la stratification des eaux qui se réchauffent. Cela dit, ces données ne sont pas suffisantes pour déterminer si cette tendance se produit à l'échelle de tout le bassin Pacifique. Il reste difficile de mesurer les tendances qui apparaissent dans la variation climatique de l'apport en nutriments de la couche superficielle de l'océan, en raison de l'influence marquée du phénomène d'oscillation australe El Niño et de l'oscillation décennale du Pacifique.

Oxygène dissous {chapitre 3, section 3.3.5}

Une formidable expansion vers l'ouest des zones de minimum d'oxygène dans l'est du bassin Pacifique a été détectée ces cinquante dernières années. La profondeur de la couche pauvre en oxygène a également augmenté au cours de cette période dans la province de divergence équatoriale du Pacifique. Ces observations concordent avec les projections climatiques. La baisse des concentrations en oxygène peut avoir des conséquences sur les écosystèmes {chapitre 4} et la distribution des thonidés {chapitre 8}.

Acidification de l'océan {chapitre 3, section 3.3.6}

En raison de l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone, le pH de l'océan Pacifique tropical a diminué de 0,06 unité depuis le début de l'ère industrielle. Cette baisse se poursuit actuellement à un rythme d'environ 0,02 unité par décennie, chiffre sans précédent en 300 millions d'années. Le niveau de saturation en aragonite (associé à l'acidification de l'océan) est tel qu'il est possible que le squelette et la coquille des organismes calcificateurs, tels que les coraux et un certain nombre d'espèces planctoniques, soient déjà en train de s'affaiblir. Ces modifications sont susceptibles de réduire la valeur adaptative de ces organismes et leur résistance face à la prédation.

Hauteur des vagues {chapitre 3, section 3.3.7}

Partout dans le monde, les observations visuelles des marins indiquent une augmentation de la hauteur de houle significative aux latitudes septentrionales moyennes à élevées depuis les années 50. En revanche, dans l'extrême ouest de la warm pool, ce paramètre recule à un rythme de 8 cm par décennie. Les données relatives à d'autres parties de l'océan Pacifique tropical ne sont pas suffisantes pour déterminer si la hauteur de houle significative a connu des variations au cours de ces dernières décennies.

Niveau de la mer {chapitre 3, section 3.3.8}

Le niveau de la mer a gagné environ 17 cm à l'échelle mondiale depuis l'ère préindustrielle, dont 6 cm depuis 1960. Le rythme d'élévation semble s'intensifier sur fond d'accélération de la fonte des glaces et de dilatation thermique des couches supérieures de l'océan. D'après des données marégraphiques recueillies sur une longue période dans l'océan Pacifique tropical, le niveau de la mer augmente de 2,5 cm tous les dix ans.

Circulation côtière et effet d'île {chapitre 3, section 3.3.9}

À proximité des côtes, on enregistre probablement une modification de la force et de l'emplacement des remontées d'eau de moyenne échelle, en raison des variations du champ des vents et/ou de la structure thermique de l'océan. Cela dit, ces modifications n'ont pas été quantifiées.

Changements projetés dans l'océan Pacifique tropical

Les projections de variation des principaux paramètres de l'océan Pacifique tropical sont décrites succinctement ci-dessous et résumées dans le tableau 6.2.

Courants de grande échelle et tourbillons {chapitre 3, sections 3.3.1 et 3.3.3}

Les courants circulant dans l'océan Pacifique tropical devraient évoluer sous l'effet du réchauffement de la planète, en particulier à proximité de l'équateur. Le débit du SECC devrait diminuer de 8 % d'ici à 2035, d'après les projections du scénario B1, et de 18 % d'après le scénario A2. D'ici à 2100, il devrait s'affaiblir de 28 % selon le scénario B1 et de 60 % selon le scénario A2. La force du SEC devrait également diminuer de 3 à 5 % d'ici à 2035 selon les scénarios B1 et A2 et de 8 à 18 % d'ici à 2100, s'accompagnant d'une réduction du transport de volume du SEC (volume d'eau déplacé). La force et le débit du sous-courant équatorial (EUC) devraient augmenter d'ici à 2100, affaiblissant ainsi la pénétration à grande profondeur du SEC. Dans l'hémisphère Nord, les projections annoncent une diminution dans la moitié est du NECC, accompagnée d'un léger affaiblissement du NEC. On peut s'attendre à une hausse ou à une baisse de l'activité tourbillonnaire en fonction des projections de variation de la force des courants.

Température de l'océan {chapitre 3, section 3.3.2}

L'océan devrait continuer de se réchauffer à un rythme soutenu, les taux de réchauffement étant plus élevés à proximité de la surface, surtout entre 0 et 100 mètres. La température des eaux de surface devrait augmenter de 0,7 °C d'ici à 2035 et de 1,4 °C d'ici à 2100 d'après le scénario d'émissions B1, et de 2,5 °C d'après le scénario A2. La salinité des eaux du Pacifique occidental tropical devrait reculer, d'après les projections, du fait de l'intensification du cycle hydrologique {chapitre 2}. Le front en salinité associé à la warm pool s'étendra probablement d'environ 2 000 km vers l'est, tandis que l'isotherme 29 °C devrait se déplacer plus à l'est au niveau de l'équateur. La partie de la warm pool où la température des eaux de surface est supérieure à 29 °C devrait multiplier sa superficie par 250 % d'ici à 2035 et par plus de 700 % d'ici à 2100 d'après le scénario d'émissions A2.

Apport en nutriments {chapitre 3, section 3.3.4}

Des projections ont été calculées pour plusieurs paramètres physiques de l'océan qui régissent l'apport en nutriments, notamment la stratification, la profondeur maximale de la couche de mélange en hiver, la remontée ou plongée des eaux à une profondeur de 50 mètres, et les zones de convergence des courants. Globalement, à l'échelle de la région, la stratification devrait se renforcer d'environ 10 % d'ici à 2035, selon les deux scénarios, par rapport aux moyennes de 1980–1999. D'ici à 2100, ce renforcement devrait atteindre 10 à 20 % d'après les projections du scénario B1 et 20 à 30 % d'après les projections du scénario A2, les changements les plus marqués étant attendus dans la warm pool. La couche de mélange devrait remonter. On s'attend également à une

baisse minimale du phénomène de remontée des eaux à l'équateur et de plongée des eaux dans les eaux adjacentes, mais elle ne devrait pas avoir d'incidence majeure sur l'apport en nutriments dans la province de divergence équatoriale du Pacifique. Le principal changement projeté au niveau de la convergence des courants est à signaler dans la région du SECC (autour de 8° S), où la zone de circulation vers l'est à proximité de la surface devrait se contracter d'environ 1 500 km à l'ouest d'ici à 2100, selon le scénario A2.

Oxygène dissous {chapitre 3, section 3.3.5}

Les niveaux d'oxygène dissous devront reculer dans de nombreuses parties de la région sous l'influence de phénomènes de grande échelle se produisant à des latitudes plus élevées. En particulier, la hausse des températures et la stratification de l'océan à ces latitudes devraient, d'après les projections, faire décroître le transfert d'O₂ de l'atmosphère à l'océan, de sorte que les concentrations d'O₂ dans la thermocline tropicale seront plus faibles. On devrait également assister à une aggravation de l'appauvrissement en O₂ et à l'extension des zones suboxiques dans le Pacifique oriental. En revanche, les concentrations en O₂ devraient grimper au niveau de la thermocline équatoriale, en raison d'une baisse de la production biologique (et donc de la reminéralisation et de l'oxydation) dans les masses d'eau se déplaçant vers l'équateur.

Acidification de l'océan {chapitre 3, section 3.3.6}

D'après les projections, l'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère devrait considérablement exacerber l'acidification de l'océan, le pH moyen de l'océan devant enregistrer une baisse de 0,2 à 0,3 unité selon les scénarios B1 et A2 d'ici à 2100. À ce rythme, les niveaux de saturation en aragonite dans l'océan Pacifique tropical devraient chuter sous la barre des 3,25 d'ici à 2035 et même atteindre 2,4 d'ici à 2100 d'après le scénario A2. Dans la région, la profondeur moyenne de l'horizon de saturation en aragonite {chapitre 3, encadré 3.3} s'élève à 300 mètres à 8° N, les valeurs étant supérieures dans les zones situées plus au sud et au nord. D'après les projections du scénario A2, l'horizon devrait remonter au fil du temps, pour s'établir à 150 mètres en 2100 selon le scénario A2.

Hauteur des vagues {chapitre 3, section 3.3.7}

Les projections du scénario d'émissions A2 annoncent une hausse de la hauteur de houle significative de 8 à 10 cm d'ici à 2100 dans le Pacifique tropical Sud. Cette hausse devrait être plus marquée à l'est. En revanche, dans le Pacifique tropical Nord, on s'attend à une stabilisation ou à une réduction d'environ 4 cm, d'ici à 2100. La hauteur de houle significative à récurrence de 20 ans (valeur dépassée par la hauteur de houle significative au moins une fois sur une période de 20 ans) devrait, toujours d'après les

projections, augmenter d'environ 30 cm dans la moitié est du Pacifique tropical Sud d'ici à 2100 selon le scénario A2. La nature des prochains épisodes El Niño et La Niña devrait également influencer sur la hauteur des vagues.

Niveau de la mer {chapitre 3, section 3.3.8}

La mer devrait s'élever à un rythme accéléré. Les projections du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC, faisant état d'une élévation d'ici à 2100 allant jusqu'à 18 cm selon le scénario B1 et jusqu'à 51 cm selon le scénario A2, sont aujourd'hui considérées en-deçà des probabilités, car elles ne tiennent pas compte des effets de l'augmentation de l'écoulement due à la fonte des glaces terrestres. Si l'on en croit certaines projections fondées sur des reconstructions historiques de l'élévation du niveau de la mer dans le monde, qui intègrent les effets de la fonte des glaces et de la dilatation thermique des océans, le niveau de la mer pourrait grimper de 20 à 30 cm d'ici à 2035 selon les scénarios B1 et A2, de 70 à 110 cm d'ici à 2100 selon le scénario B1, et de 90 à 140 cm d'ici à 2100 selon le scénario A2. Néanmoins, tant que les limites des méthodes employées ne seront pas mieux comprisesⁱⁱ, il faut utiliser ces estimations avec prudence.

Circulation côtière et effet d'île {chapitre 3, section 3.3.9}

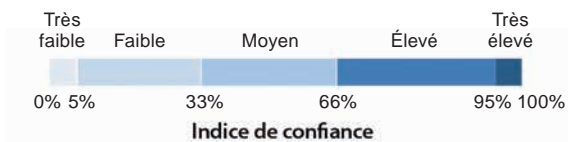
Le changement climatique devrait avoir une incidence localisée sur les eaux entourant les différentes îles de la région, en raison de la rencontre unique entre les phénomènes océaniques et atmosphériques de grande échelle et la topographie des îles. Cependant, alors qu'elles sont indispensables, les projections à échelle locale sont très limitées et des études particulières doivent être effectuées pour ramener à une échelle adaptée les futures simulations climatiques {chapitre 3, section 3.5}.

ii Consulter *Climate Change in the Pacific: Scientific Assessment and New Research* (www.cawcr.gov.au/projects/PCCSP) pour d'autres estimations sur l'élévation du niveau de la mer.

Tableau 6.2 Récapitulatif général des changements observés et projetés des principaux paramètres de l'océan Pacifique tropical. Les changements observés font référence aux observations pour la période 1950–1960. Les changements projetés concernent la période 1980–1999. Pour chaque projection, un indice de confiance est estimé (voir clé de lecture ci-dessous).

Paramètre océanique	Changements observés	2035		2100		
		B1	A2	B1	A2	
Courants	Renforcement du gyre du Pacifique Sud	Baisse du SEC à l'équateur ; remontée de l'EUC ; baisse du SECC et contraction vers l'ouest dans la couche de 0 à 50 m				
Température des eaux de surface		Projection d'augmentation considérable dans toute la région				
		+0,6 à +0,8 °C	+0,7 à +0,8 °C	+1,2 à +1,6 °C	+2,2 à +2,7 °C	
Température de l'océan à 80 m	+0,6 à 1 °C depuis 1950	+0,4 à +0,6 °C		+1,0 à +1,3 °C	+1,6 à +2,8 °C	
Warm pool	Plus chaude et moins salée	Extension vers l'est ; l'eau se réchauffe et perd en salinité, et la zone de concentration des eaux les plus chaudes s'étend				
Remontée d'eau équatoriale	Réduction	Aucune modification du transport global 9° S–9° N				
Activité tourbillonnaire	Aucune variation mesurable	Variations probables dans les régions où les grands courants océaniques changent				
Apport en nutriments	Légère baisse à deux endroits	Baisse expliquée par une plus forte stratification et une couche de mélange moins profonde, avec une possible baisse allant jusqu'à 20 % d'ici à 2100 selon le scénario A2				
Oxygène dissous	Extension des zones pauvres en oxygène	Possible réduction due à une plus faible assimilation de l'oxygène aux latitudes élevées				
		Possible augmentation à proximité de l'équateur en raison d'une baisse de la reminéralisation				
Acidification de l'océan	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diminution de Ω de 4,3 à 3,9 ➤ Élévation de l'horizon de Ω de 600 à 560 m de profondeur ➤ Baisse du pH de 8,14 à 8,08 	Confirmation de la diminution sensible de la saturation en aragonite (Ω)				
		n/d	$\Omega \sim 3,3$	$\Omega \sim 3,0$	$\Omega \sim 2,4$	
		n/d	~ 456 m	n/d	~ 262 m	
		n/d	~ 7,98	n/d	~ 7,81	
Vagues	Baisse dans l'extrême ouest du Pacifique ; aucune donnée disponible ailleurs	Légère augmentation (jusqu'à 10 cm) de la hauteur de la houle ; les régimes sont fonction du phénomène ENSO et des cyclones tropicaux				
		Projection d'augmentation sensible				
Niveau de la mer	+ 6 cm depuis 1960	*	+8 cm	+18 à +38 cm	+23 à +51 cm	
		**	+20 à +30 cm	+70 à +110 cm	+90 à +140 cm	
Effet d'île	Non observé	Probable ; non documenté				

* Projections du quatrième Rapport du GIEC, excluant le rôle éventuel de la modification dynamique des inlandsis; ** projections tirées de modèles empiriques récents (section 3.3.8.2) ; SEC = courant équatorial Sud ; EUC = sous-courant équatorial ; SECC = contre-courant équatorial Sud ; ENSO = phénomène d'oscillation australe El Niño ; n/d = estimations non disponibles.



6.4 Vulnérabilité climatique des réseaux trophiques hauturiers dans le Pacifique tropical {chapitre 4}¹³

Au regard de l'immensité de l'océan Pacifique tropical et des habitats halieutiques qui le composent, la superficie totale des terres émergées (chapitre 1) et des habitats côtiers associés (chapitres 5 et 6) relevant des États et Territoires insulaires océaniques paraît bien dérisoire.

S'il est vrai que la plupart de ces zones hauturières sont relativement peu productives, il n'en reste pas moins qu'elles constituent une des plus importantes réserves de thonidés de la planète. Les captures de bonite, de thon jaune, de thon obèse et de germon du sud réalisées dans l'océan Pacifique occidental et central s'élèvent actuellement à quelque 2,5 millions de tonnes par an, ce qui correspond à plus de 25 % des prises mondiales de thonidés (chapitres 1, 8 et 12).

La production de ces quatre espèces de thons et d'autres grands poissons pélagiques est tributaire de réseaux trophiques qui dépendent non seulement de la productivité photosynthétique directe du phytoplancton (production primaire) dans la couche d'eau de surface éclairée par le soleil (zone photique), mais aussi des détritiques et des bactéries dérivés du phytoplancton. L'essentiel de la production primaire se réalise aux endroits où, sous l'influence de certains phénomènes physiques (chapitre 3), les nutriments, tels que l'azote, le phosphore et le silicium, remontent des profondeurs de l'océan vers les eaux de surface.

L'énergie issue de la production primaire progresse vers le sommet de la « pyramide trophique », sous forme de zooplancton (copépodes et larves de poissons), de macrozooplancton (méduses et salpes), puis de micronecton (calmars, crevettes et petits poissons), organismes entrant dans le régime alimentaire des thonidés et d'autres grands poissons pélagiques. Or il est à prévoir que les modifications des phénomènes océanographiques régissant le transport des nutriments vers la zone photique, ainsi que l'évolution des propriétés physiques et chimiques de l'océan, auront des retombées sur le phytoplancton, le zooplancton et le micronecton.

La vaste superficie de l'océan Pacifique tropical ne constitue pas, on s'en doute, un habitat uniforme pour les organismes appartenant aux réseaux trophiques des thonidés. La région se divise en cinq provinces écologiques : la province de la divergence équatoriale du Pacifique (PEQD), la warm pool du Pacifique occidental (warm pool), la province du gyre tropical du Pacifique Nord (NPTG), la province du gyre subtropical du Pacifique Sud (SPSG) et la province des bassins archipélagiques profonds (province ARCH) (figure 6.4). Les frontières de ces provinces sont généralement définies par les zones de convergence des courants de surface et chacune d'entre elles est dotée d'un régime des vents et d'une structure hydrologique verticale qui lui sont propres. La province PEQD et la warm pool se déplacent d'année en année, en fonction du statut dominant du phénomène d'oscillation australe El Niño.

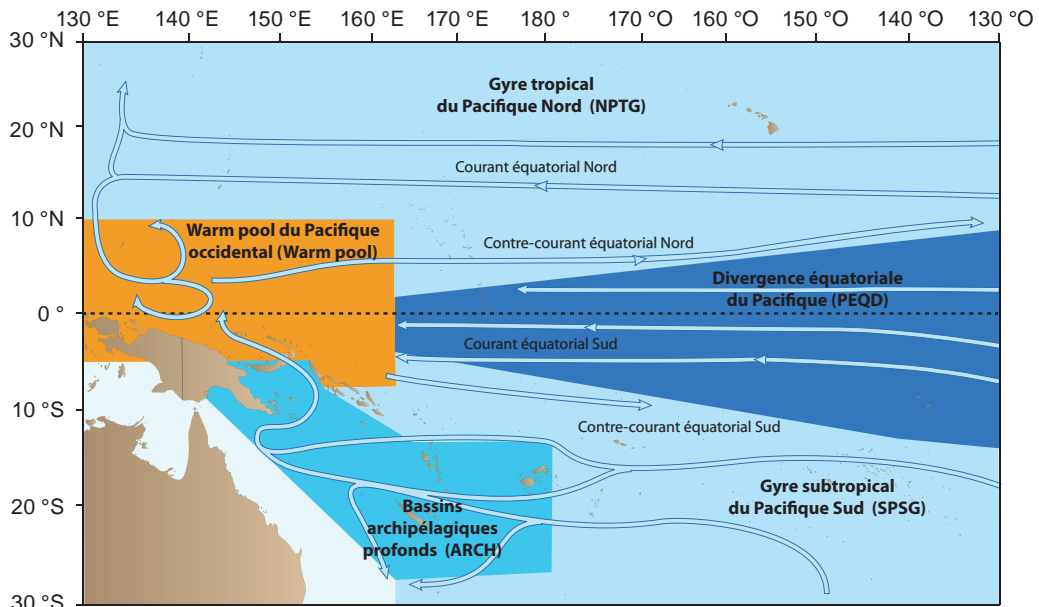


Figure 6.4 Les cinq provinces écologiques de l'océan Pacifique tropical et les grands courants océaniques de la région.

Caractéristiques physiques des provinces de la région {chapitre 4, section 4.3}

Divergence équatoriale du Pacifique

La divergence équatoriale du Pacifique (PEQD) résulte des effets de la rotation de la terre (force de Coriolis) sur le courant équatorial Sud dans les deux hémisphères {chapitre 3}. Grâce à l'importante remontée d'eau eutrophe qui s'y produit, elle possède les eaux de surface les plus riches de la région. Les eaux de la province PEQD sont caractérisées par une salinité, une pression partielle du dioxyde de carbone ($p\text{CO}_2$), une concentration en nutriments et une abondance en phytoplancton (chlorophylle *a*) plus élevées que celles des autres provinces. Ces eaux eutrophes recouvrent une bonne part du Pacifique équatorial et dérivent vers le pôle avant de s'immerger à la convergence avec le contre-courant équatorial Nord et le contre-courant équatorial Sud. Bien que les nutriments soient présents en quantité nettement suffisante pour assurer une croissance prolifique du phytoplancton, la production primaire de la province PEQD est limitée par de faibles concentrations en fer. De ce fait, en dépit de la richesse de ses eaux, la biomasse du phytoplancton y reste relativement constante.

La warm pool du Pacifique occidental

Les eaux de surface de la warm pool présentent une salinité nettement inférieure à celles de la province PEQD, ce qui s'explique par de fortes précipitations {chapitre 2}. La warm pool est oligotrophe, car il ne s'y produit pas de phénomène de remontée des

eaux. La thermocline y est relativement profonde (environ 80 m) dans des conditions moyennes, mais elle remonte vers la surface (jusqu'à environ 40 m) pendant les épisodes El Niño. On assiste alors à une augmentation de la production primaire, stimulée par l'apport de nutriments supplémentaires dans la zone photique, qui est située en dessous de la thermocline.

Gyre tropical du Pacifique Nord et gyre subtropical du Pacifique Sud

Les gyres océaniques des provinces NPTG et SPSG sont engendrés par de grands anticyclones atmosphériques situés au-dessus du Pacifique subtropical Nord et Sud. Ces deux provinces sont caractérisées par une thermocline très profonde, mais peu accentuée, permettant l'arrivée dans la zone photique de nutriments venus des eaux profondes, grâce aux phénomènes de mélange et de diffusion. Toutefois, pendant l'été, une thermocline moins profonde (40 à 60 m) et plus marquée, se superpose à la thermocline principale et fait barrière à l'arrivée des nutriments. Il en résulte une baisse de la production primaire dans la partie supérieure de la zone photique en été.

Bassins archipélagiques profonds

Comme son nom l'indique, la province ARCH est caractérisée par la présence d'un grand nombre d'archipels et de monts sous-marins. Elle constitue une mosaïque de phénomènes, sur une grande variété d'échelles spatiales, et comporte des structures verticales variées, influencées par la déviation des courants de surface et la création de tourbillons dus à la présence de masses de terres (chapitre 3). La province ARCH bénéficie également de l'apport des nutriments issus du phénomène de ruissellement sur les îles hautes.

Projections d'évolution des paramètres physiques et chimiques principaux des provinces {chapitre 4, section 4.7}

D'après les projections des scénarios B1 et A2, les effets du changement climatique sur la superficie des provinces seront de trois types : 1) d'ici à 2035, la superficie de la province PEQD devrait diminuer de 20 à 27 %, et à l'horizon 2100 cette réduction s'élèvera à 30 % selon le scénario B1, et à 50 % selon le scénario A2 ; 2) en conséquence, la superficie de la warm pool devrait augmenter de 18 à 21 % d'ici à 2035, et de 26 % et 48 % d'ici à 2100, selon les scénarios B1 et A2 respectivement ; et 3) les gyres devraient s'étendre vers les pôles et vers l'ouest.

Selon les projections des deux scénarios, aux horizons 2035 et 2100, la profondeur moyenne de la couche de mélange devrait diminuer dans toutes les provinces, à l'exception de PEQD (où le phénomène de remontée des eaux est dominant). Une remontée de la couche de mélange devrait réduire les apports de nutriments vers la zone photique des provinces NPTG, SPSG et ARCH.

Un réchauffement général de la région devrait renforcer la stratification {chapitre 3} dans toutes les provinces, à l'exception de PEQD, bloquant ainsi l'arrivée des nutriments. Un réchauffement accru de la région équatoriale devrait se traduire par un affaiblissement de la remontée des eaux profondes eutrophes et entraîner une contraction de la province PEQD. Ce phénomène devrait être plus marqué dans le scénario A2 et est susceptible d'entraîner un recul de la production primaire nette dans l'ensemble du Pacifique équatorial d'ici à 2100, dans l'hypothèse d'émissions de dioxyde de carbone élevées.

D'ici à 2100, d'après les projections du scénario A2, le taux d'oxygène dissous (O_2) devrait enregistrer une baisse pouvant aller jusqu'à 26 % dans la province PEQD à une profondeur de 300 m, et augmenter de 7 à 8 % dans la province NPTG, selon les scénarios B1 et A2. Ailleurs, l'évolution du taux d'oxygène dissous à 300 m sera négligeable. Le pourcentage de saturation de l'oxygène devrait osciller entre 50 et 75 % dans toutes les provinces, à l'exception de PEQD, où il devrait chuter et s'établir entre 22 et 28 %.

Toutes les provinces devraient être touchées par l'acidification de l'océan, qui se traduira par une baisse des taux de saturation en aragonite {chapitre 3}. Suivant les scénarios d'émissions, la baisse des taux de saturation en aragonite prévue peut aller de 8 à 35 %.

Projections relatives à la vulnérabilité des réseaux trophiques dans les provinces, en fonction des principales caractéristiques océaniques {chapitre 4, section 4.8}

Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité des réseaux trophiques des thonidés dans les différentes provinces par rapport aux changements projetés dans l'océan Pacifique tropical, en fonction de leur exposition et de leur sensibilité, des effets potentiels de ces changements et de leur capacité d'adaptation.

Température de la mer {chapitre 4, section 4.8.1}

D'après les projections, dans l'ensemble des provinces, les organismes constitutifs des réseaux trophiques des thonidés seront très exposés à l'élévation de la température de surface ainsi qu'à celle des couches plus profondes de la colonne d'eau (section 6.3). Les organismes des réseaux trophiques sont sensibles à l'élévation de la température de l'eau de deux manières : 1) leur métabolisme et leur respiration s'accroissent puis se stabilisent, avant de décliner quand la température dépasse un certain seuil ; et 2) le renforcement de la stratification à des températures plus élevées réduit l'apport en éléments nutritifs nécessaires à la production primaire. Les organismes des réseaux trophiques soumis à des migrations verticales quotidiennes {chapitre 4, encadré 4.2} sont très bien équipés pour s'adapter à ces changements, puisqu'ils sont déjà exposés à de fortes variations de température. D'autres organismes devraient être présents en

plus grande abondance si les fourchettes de températures leur sont plus favorables. Toutefois, la plupart des organismes auront du mal à s'adapter à des réductions d'apports de nutriments (voir ci-dessous). Globalement, on peut s'attendre à des changements dans la composition des communautés.

Profondeur de la couche de mélange {chapitre 4, section 4.8.2}

La remontée projetée de la couche de mélange et la réduction consécutive de l'apport en nutriments venant des profondeurs devraient avoir une incidence sur les réseaux trophiques des thonidés, notamment dans les provinces NPTG et SPSG (chapitre 4, section 4.7). Ceci pourrait se traduire par une diminution de la taille moyenne et de la biomasse totale du phytoplancton, débouchant sur une augmentation du nombre des relations trophiques et une baisse de l'efficacité des réseaux. Il est peu probable que le phytoplancton soit à même de s'adapter à une réduction de l'apport nutritif et l'on peut s'attendre à une évolution de la composition des communautés.

Remontée des eaux {chapitre 4, section 4.8.3}

Le réseau trophique de la province PEQD ne devrait pas connaître de modifications substantielles du phénomène de remontée des eaux. Il pourrait toutefois bénéficier d'une augmentation des concentrations en fer induites par le renforcement du sous-courant équatorial (chapitre 3). Ceci pourrait entraîner une modification des paramètres qui limitent actuellement la production primaire et permettre d'augmenter la taille du phytoplancton, avec, à la clé, un réseau trophique plus efficace, au nombre réduit de liaisons.

Rayonnement solaire {chapitre 4, section 4.8.4}

La warm pool et les provinces ARCH et PEQD devraient, selon les projections, être moins exposées au rayonnement solaire en raison de l'augmentation de la couverture nuageuse associée à la modification du cycle hydrologique (section 6.2). À l'inverse, les provinces SPSG et NPTG devraient être exposées à des niveaux d'intensité lumineuse supérieurs. Dans toutes les provinces, la production primaire est sensible aux modifications de l'intensité lumineuse, car la photo-inhibition influe sur la photosynthèse et se produit généralement dans la couche d'eau superficielle jusqu'à 30 m de profondeur. Toutefois, les effets potentiels devraient être négligeables, car la production primaire nette est également déterminée par la concentration en nutriments. Cependant, on peut s'attendre à une évolution de la structure des communautés de phytoplancton et de zooplancton, le phytoplancton se redéployant vers les couches bénéficiant d'une intensité lumineuse optimale pour la photosynthèse.

Oxygène dissous {chapitre 4, section 4.8.5}

S'il est vrai que, dans toutes les provinces, de nombreux organismes entrant dans la composition du réseau trophique sont très sensibles au taux d'oxygène dissous, les conséquences devraient être négligeables (sauf dans la province PEQD) : en effet, les concentrations en oxygène sont suffisamment élevées pour qu'une légère baisse n'ait pas d'incidence sur la productivité. Les organismes de plus grande taille (macrozooplancton et micronecton) vivant dans les couches plus profondes devraient pouvoir échapper aux conditions anoxiques grâce à une migration verticale {chapitre 4, encadré 4.2}.

Composition chimique de l'océan {chapitre 4, section 4.8.6}

D'après les projections, toutes les provinces seront très exposées à la baisse du pH de l'océan et de la saturation en aragonite (section 6.3). On peut s'attendre à une réduction de l'épaisseur des squelettes et des coquilles de certains organismes calcificateurs phyto- et zooplanctoniques, qui seront donc exposés à un risque accru de prédation. Toutefois, les retombées devraient être globalement limitées dans la région, car les organismes calcificateurs ne constituent qu'une part peu importante du réseau trophique (environ 5 % du phytoplancton et du zooplancton). Les espèces calcificatrices souffrant de l'acidification de l'océan devraient être remplacées par d'autres.

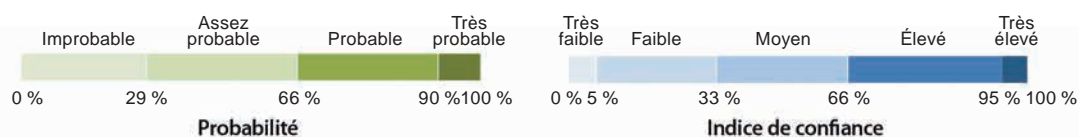
Vulnérabilité globale

Le tableau 6.3 présente la synthèse de la vulnérabilité des réseaux trophiques dans chaque province, d'après les projections des scénarios d'émissions B1 et A2, aux horizons 2035 et 2100.

Tableau 6.3 Évaluation globale de la vulnérabilité des provinces de l’océan Pacifique tropical d’ici à 2035 et à 2100, selon les scénarios B1 et A2. Quand le changement projeté est défini par une fourchette de valeurs, la valeur inférieure correspond au scénario B1 et la valeur supérieure au scénario A2. L’indice de confiance et la probabilité des évaluations sont également indiqués.

Province	Année	Vulnérabilité	Changements projetés
PEQD	2035	Moyenne	Diminution de la superficie de 20 à 27 % en raison du déplacement vers l’est de la frontière occidentale de la province de 180° à 170° O. Diminution négligeable (2 %) de la biomasse du zooplancton. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
	2100	Élevée	Diminution de la superficie de 30 à 50 % et déplacement de la frontière vers 160 à 150° O. Augmentation de 2 à 4 % de la production primaire nette et diminution de 3 à 6 % de la biomasse du zooplancton. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
Warm pool	2035	Moyenne	Augmentation de la superficie vers l’est de 18 à 21 %, accompagnée d’une réduction de 5 à 7 % de la production primaire nette et d’une diminution de 3 à 6 % de la biomasse du zooplancton dans la colonne d’eau. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
	2100	Élevée	Augmentation de la superficie vers l’est de 26 à 48 %, accompagnée d’une baisse de 9 % de la production primaire nette et d’une diminution de 9 à 10 % de la biomasse du zooplancton dans la colonne d’eau. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
NPTG	2035	Faible	Augmentation de la superficie limitée à 1 % avec extension de la province vers le nord. Baisse de 3 à 5 % de la production primaire nette et diminution de 3 à 4 % de la biomasse du zooplancton. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et d’O ₂ ou de la baisse du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
	2100	Moyenne	Augmentation de la superficie stabilisée à 1 %, mais forte baisse de la production primaire nette (11 à 22 %) et diminution de la biomasse du zooplancton de 10 à 18 %. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et d’O ₂ ou de la baisse du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
SPSG	2035	Faible	Augmentation de la superficie de 3 à 7 %. Baisse de la production primaire nette de 4 à 5 % et diminution de la biomasse du zooplancton de 3 à 4 %. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
	2100	Faible-Moyenne	Augmentation de la superficie de 7 à 14 % en direction du pôle, accompagnée d’une réduction de 3 à 6 % de la production primaire nette et d’une diminution de 5 à 10 % de la biomasse du zooplancton, en raison de l’augmentation de la profondeur de la thermocline. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
ARCH	2035	Faible	Pas de modification de la superficie. Réduction de la production primaire nette de 5 à 8 % et diminution de la biomasse du zooplancton de 5 à 6 % en raison de l’augmentation de la profondeur de la thermocline. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.
	2100	Moyenne	Pas de modification de la superficie. Réduction plus importante (20 à 33 %) de la production primaire nette et diminution de 17 à 26 % de la biomasse du zooplancton en raison de l’augmentation de la profondeur de la thermocline. Pas d’incidence directe de l’augmentation de la température des eaux de surface et de la baisse d’O ₂ et du pH sur la biomasse ou sur la composition du plancton.

O₂ = % de saturation de l’oxygène dissous à 300 m ; PEQD = province de la divergence équatoriale du Pacifique ; Warm pool = warm pool du Pacifique occidental ; NPTG = province du gyre tropical du Pacifique Nord ; SPSG = province du gyre subtropical du Pacifique Sud ; ARCH = province des bassins archipélagiques profonds.



6.5 Vulnérabilité climatique des récifs coralliens dans le Pacifique tropical {chapitre 5}¹⁴

Les récifs coralliens figurent parmi les habitats côtiers les plus importants du Pacifique tropical. Des milliers d'espèces de poissons et d'invertébrés sont associées aux structures formées par les coraux, dont bon nombre revêtent une importance particulière pour la sécurité alimentaire et les moyens d'existence des Océaniens. Pourvoyeurs de ressources, les récifs coralliens sont essentiels à d'importantes pêcheries qui ciblent les poissons démersaux, certains poissons pélagiques côtiers, les invertébrés destinés à l'exportation et les invertébrés ramassés dans les zones intertidales et infratidales par les pêcheurs vivriers {chapitre 9}. La survie de ces pêcheries dépendra du maintien de la complexité structurale de la trame récifale.

Selon les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, les récifs coralliens seront vulnérables face à la hausse de la température des eaux de surface, à l'acidification de l'océan, à l'élévation du niveau de la mer, à l'augmentation de l'apport en nutriments et de l'intensité des cyclones, ainsi que face aux modifications du rayonnement solaire, de la circulation océanique et de la remontée des eaux profondes. Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité des récifs coralliens face aux modifications anticipées de ces variables {chapitres 2 et 3}, en fonction de leur exposition et de leur sensibilité, des effets potentiels de ces changements et de leur capacité d'adaptation.

Vulnérabilité climatique des récifs coralliens

Température des eaux de surface {chapitre 5, section 5.6.1}

Les récifs coralliens seront très exposés et sensibles aux changements de température des eaux de surface {chapitre 3, section 3.3.2}, car l'association symbiotique entre les coraux hôtes et les dinoflagellés symbiotes (*Symbiodinium*) se rompt lors de périodes prolongées de stress thermique. Une corrélation positive a pu être établie entre l'impact du stress thermique, connu sous le nom de blanchissement des coraux, et les périodes où la température des eaux de surface dépasse les maxima estivales de 1 à 2 °C pendant 3 à 4 semaines ou plus, en particulier pendant les forts épisodes El Niño {chapitre 5, section 5.5.1}. Parce que la sensibilité thermique de certains genres de coraux est variable, on devrait assister à une transformation progressive de la composition spécifique des récifs coralliens à mesure que les eaux de surface se réchauffent. En particulier, les espèces thermotolérantes devraient progressivement devenir majoritaires. Certains coraux semblent être dotés de la faculté de s'adapter à des eaux plus chaudes en augmentant la proportion de *Symbiodinium* thermotolérantes présentes dans leurs tissus. Il semble toutefois que cette stratégie n'augmente la tolérance thermique des coraux que de 1,5 °C au mieux, ce qui ne les protège aucunement contre un stress thermique extrême. Ce mécanisme d'acclimatation (modification du contenu symbiotique appelée shuffling) entraîne également un ralentissement de la croissance et peut avoir des

implications écologiques néfastes. En conséquence, il est peu probable qu'il suffise à protéger les récifs des dégâts graves et répétés annoncés en association avec le réchauffement rapide de l'océan Pacifique tropical.

Rayonnement solaire {chapitre 5, section 5.6.2}

Les récifs coralliens seront modérément exposés aux modifications du couvert nuageux liées aux variations anticipées du cycle hydrologique {chapitre 2}, tout en étant sensibles à l'augmentation du rayonnement photosynthétiquement actif (RPA) et du rayonnement ultraviolet (UV). Une hausse des niveaux de RPA peut exacerber le blanchissement des coraux, tandis que l'augmentation du rayonnement UV peut accroître la dégradation des composants cellulaires, tels que l'ADN. Les coraux peuvent dans une certaine mesure s'adapter à des niveaux élevés et variables de rayonnement solaire, via la photoacclimatation, sur une période de 5 à 10 jours, mais cela n'élimine pas leur stress physiologique.

Acidification de l'océan {chapitre 5, section 5.6.3}

Les récifs coralliens seront très exposés à la diminution attendue du pH de l'océan {chapitre 3, section 3.3.6}. Les coraux devraient être très sensibles à la baisse des niveaux de saturation en aragonite, occasionnée par la dissolution d'une quantité plus importante de dioxyde de carbone (CO₂) dans le milieu marin {chapitre 3, encadré 3.3}. En effet, dans ces conditions, ils ne pourront plus fabriquer leur squelette à la même vitesse. Les coraux et les autres organismes marins calcificateurs devraient être moins à même de maintenir un bilan positif entre construction/déconstruction des carbonates dans le milieu récifal. Ce bilan devrait même passer à des valeurs négatives lorsque la concentration atmosphérique de CO₂ dépassera 450 ppm. On peut s'attendre à ce qu'une baisse considérable de la calcification se traduise par une fragilisation et une dégradation de la trame récifale. Peu de données probantes permettent de penser que les organismes calcificateurs sont capables de s'acclimater dans un milieu où les concentrations en ions carbonates sont amenés à baisser en raison de l'acidification de l'océan projetée au cours du XXI^e siècle.

Cyclones et tempêtes {chapitre 5, section 5.6.4}

Les récifs coralliens seront exposés, le cas échéant, à l'intensification des cyclones et des tempêtes et sont très sensibles aux dégâts physiques ainsi occasionnés, en particulier dans les milieux récifaux peu profonds. Le Pacifique tropical offre de nombreux exemples de détérioration physique des récifs coralliens après le passage d'un cyclone, le processus de reconstitution complet s'étalant sur 10 à 50 ans. Dans les communautés coralliennes régulièrement exposées à des cyclones et à des tempêtes, on trouve généralement une majorité d'espèces présentant des formes de croissance robustes et d'espèces à croissance rapide, comme *Acropora* spp. Néanmoins, ces récifs ont eu des milliers d'années pour s'adapter et aucun mécanisme d'acclimatation ne les protège des dégâts graves occasionnés par des cyclones plus intenses (catégories 4 et 5).

Régimes de précipitations {chapitre 5, section 5.6.4}

Dans les tropiques, les récifs frangeants des îles hautes seront très exposés à la hausse projetée des précipitations {chapitre 2}. Les coraux sont sensibles à l'augmentation de la turbidité et de la charge en nutriments, ainsi qu'à la baisse de salinité, associées à des pluies et à des inondations plus importantes. Du fait de l'intensification des précipitations, la charge en sédiments et en nutriments des récifs coralliens des zones côtières devrait s'accroître, empêchant ainsi la photosynthèse des dinoflagellés symbiotes et créant des conditions plus favorables aux algues épiphytes qui sont des concurrentes directes des coraux. Cette situation devrait avoir des effets chroniques sur la croissance et le recrutement des coraux, ainsi que sur leur régénération en cas de perturbations. Par le mécanisme de photoacclimatation, certains coraux sont capables de s'acclimater dans des eaux turbides où l'intensité lumineuse est plus faible (la turbidité pouvant les protéger du blanchissement) et certaines espèces tolèrent mieux les charges sédimentaires élevées. Toutefois, cette acclimatation se fait au prix d'une importante dépense énergétique, si bien que les coraux ne seront peut-être plus capables de construire des récifs de grande complexité.

Niveau de la mer {chapitre 5, section 5.6.5}

En termes d'exposition, les récifs coralliens devraient subir l'influence de l'élévation projetée du niveau de la mer. Leur degré de sensibilité devrait être fonction de la vitesse et de l'amplitude de l'élévation, ainsi que de l'influence d'autres facteurs sur le taux de croissance des coraux. En particulier, les récifs qui subissent un stress important sous l'effet de l'augmentation de la température des eaux de surface et de l'acidification de l'océan sont susceptibles d'être plus sensibles à la montée des eaux. Il est difficile d'estimer de façon plus précise la réaction des récifs coralliens face aux variations de ce paramètre, compte tenu des incertitudes qui subsistent au sujet du rythme de fonte des glaciers et des calottes glaciaires. L'écoulement provenant de la fonte des glaces terrestres est aussi un important facteur déterminant le niveau de la mer {chapitre 3}, de même qu'il est important de connaître le taux de croissance que devront afficher les coraux pour tenir le rythme.

Circulation océanique {chapitre 5, section 5.6.6}

En termes d'exposition, les écosystèmes des récifs coralliens devraient subir l'influence des modifications de la circulation océanique, de la remontée des eaux profondes et de l'apport en nutriments, et ils sont très sensibles à la réduction de la connectivité et de la productivité primaire nette. Les modifications des courants pourraient avoir des incidences sur le taux de renouvellement des communautés récifales coralliennes. La baisse de la production primaire nette, liée à la forte stratification de l'océan {chapitres 3 et 4}, devrait perturber l'écologie des espèces phototrophes (coraux et algues) et des espèces hétérotrophes (poissons et invertébrés) associées aux récifs. Il est probable que de nombreuses espèces endémiques aux récifs se retrouvent incapables de s'acclimater face à la modification attendue et relativement rapide de la disponibilité des éléments nutritifs et de la force des courants.

Vulnérabilité globale

Dans l'ensemble, les récifs coralliens affichent une vulnérabilité maximale face à l'augmentation de la température des eaux de surface et à l'acidification de l'océan (tableau 6.4).

- Très vulnérables aux hausses de température, les récifs coralliens supporteront mal le réchauffement des eaux de surface, d'autant que l'augmentation projetée de 1 à 3 °C d'ici à 2100 de la température des eaux superficielles dans le Pacifique tropical influera sur la structure et la fonction des récifs coralliens. Les effets devraient être manifestes d'ici à 2035, les épisodes massifs de blanchissement des coraux devenant de plus en plus fréquents.
- La baisse des taux de calcification associée à la diminution du pH de l'océan donne à penser que les coraux, et les récifs qu'ils bâtissent, sont très vulnérables à l'acidification de l'océan. Il est probable qu'une augmentation de la concentration atmosphérique de CO₂ au-dessus du seuil de 450 ppm engendre une érosion nette des récifs coralliens dans l'ensemble du Pacifique tropical.
- Capables de se « photoacclimater » en l'espace de quelques jours, les récifs coralliens semblent peu vulnérables aux modifications projetées du rayonnement solaire.
- Les récifs coralliens devraient être moyennement vulnérables en cas d'intensification des cyclones et des tempêtes, et très vulnérables face à la hausse des précipitations et de l'apport en sédiments et nutriments terrigènes charriés lors d'inondations plus intenses.
- L'emplacement des récifs coralliens influera sensiblement sur leur degré de vulnérabilité face aux modifications de la circulation océanique. Certains récifs se verront privés d'une partie de leurs nutriments et recrues essentiels, tandis que d'autres en recevront davantage.
- Selon toute probabilité, les récifs coralliens devraient être peu vulnérables face à l'élévation du niveau de la mer si les projections prudentes du quatrième Rapport du GIEC se confirment (chapitre 3), mais leur degré de vulnérabilité sera de niveau moyen si les glaciers et les calottes glaciaires fondent rapidement, comme l'annoncent des projections plus récentes.

Tableau 6.4 Vulnérabilité des récifs coralliens face aux changements projetés dans le climat de surface et l'océan.

Température des eaux de surface	Rayonnement solaire	Composition chimique de l'océan	Cyclones et tempêtes	Régimes des précipitations	Niveau de la mer *	Circulation océanique
Très élevée	Faible	Très élevée	Moyenne	Élevée	Faible à moyenne	Moyenne

* Cette fourchette reflète l'important degré d'incertitude entourant le rythme d'élévation du niveau de la mer.

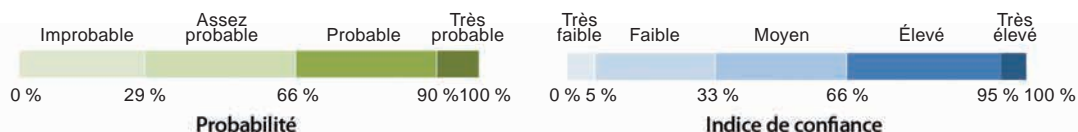
Évolution projetée de la superficie des habitats

D'après les projections, les habitats des récifs coralliens vont s'altérer à mesure que les émissions de gaz à effet de serre augmentent. La couverture corallienne devrait reculer selon les scénarios d'émissions B1 et A2, tant à moyen terme (2035) qu'à long terme (2100). Les macroalgues (charnues et filamenteuses) devraient renforcer encore leur présence (figure 6.5).

La gestion d'autres pressions anthropiques s'exerçant sur les récifs, notamment la réduction de l'apport en sédiments et en nutriments des bassins versants, permettra aux récifs de mieux tolérer le réchauffement des eaux de surface et l'acidification de l'océan et de se régénérer en cas de perturbation. La mise en place d'une gestion solide devrait limiter la perte de couverture corallienne et la prolifération des macroalgues si l'on se réfère aux deux scénarios pour 2035 et au scénario B1 pour 2100. Il se peut toutefois qu'une gestion de qualité ne soit pas d'un grand secours si le scénario A2 pour 2100 se confirme (tableau 6.5).

Tableau 6.5 Projections des modifications de l'étendue (en pourcentage) de la couverture de coraux vivants et des macroalgues sur les récifs d'ici à 2035 et à 2100 pour les scénarios B1 et A2, en prenant pour point de départ 2010 et l'hypothèse d'une bonne et d'une mauvaise gestion. Le tableau montre également la couverture restante (%) de coraux et de macroalgues (y compris les algues charnues et filamenteuses). Le degré de probabilité et l'indice de confiance des projections sont établis essentiellement à partir des connaissances actuelles sur la réaction attendue des coraux et des macroalgues.

Année	Scénario	Gestion	Couverture corallienne		Couverture des macroalgues	
			%	% diminution	%	% augmentation
2035	B1/A2	Bonne	15–30	25–65	40	130
		Mauvaise	15	65	40–60	130–200
2100	B1	Bonne	10–20	50–75	50	> 150
		Mauvaise	< 5	> 85	80	> 250
	A2	Bonne	< 2	> 90	> 95	> 300
		Mauvaise	< 2	> 90	> 95	> 300



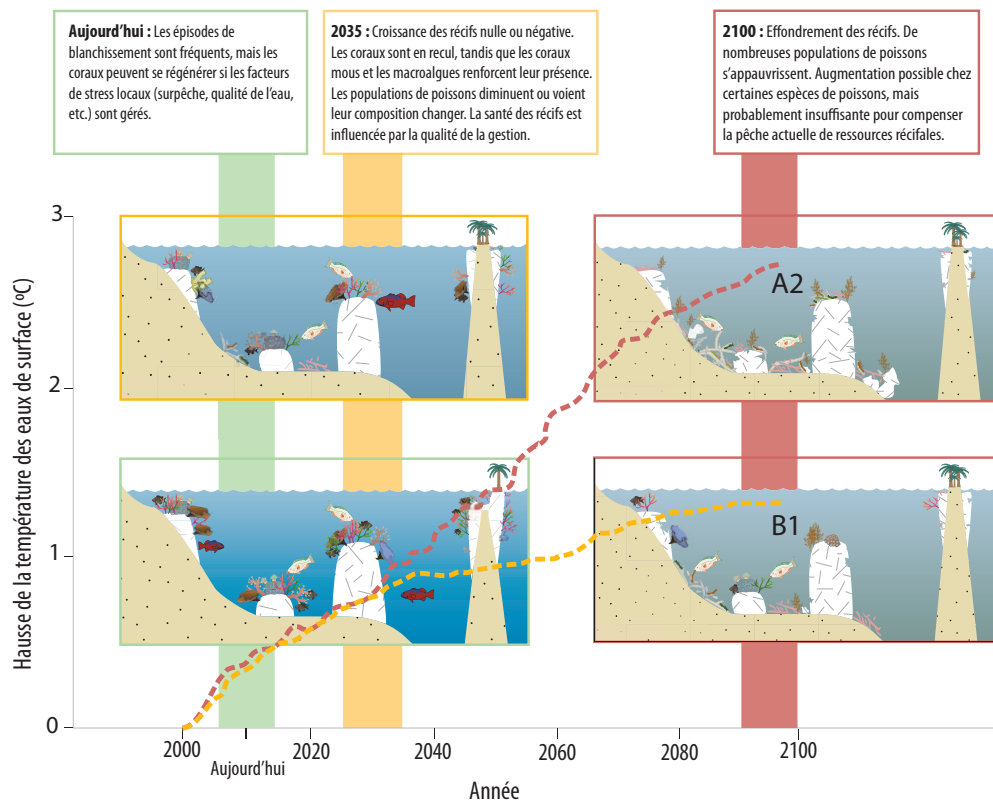


Figure 6.5 Avenir des récifs coralliens selon les scénarios d'émissions B1 et A2. À noter que les trajectoires B1 et A2 sont quasiment identiques jusque 2035, puis se séparent après 2050. D'après les projections du scénario B1 pour 2100, les populations de coraux enregistreront un recul et les récifs seront principalement peuplés d'espèces non hermatypiques. Le scénario A2 prévoit pour 2100 une hausse de la température des eaux de surface, de l'acidité de l'océan, ainsi que d'autres facteurs, tels que la turbidité et peut-être l'intensité des cyclones. Il est probable que cette hausse occasionne la disparition complète des coraux hermatypiques des récifs. Les colonnes jaune et rouge correspondent à la fourchette d'années utilisée pour modéliser les scénarios d'émissions B1 et A2.

6.6 Vulnérabilité climatique des mangroves, des herbiers et des platiers intertidaux dans le Pacifique tropical {chapitre 6}¹⁵

Le long des côtes des États et Territoires insulaires océaniques, la mosaïque des mangroves, des herbiers, des platiers intertidauxⁱⁱ et des récifs coralliens offre d'importants habitats aux poissons. Les mangroves et les herbiers sont des lieux privilégiés de nourricerie pour les poissons et invertébrés de consommation courante, et des aires d'alimentation pour de nombreuses espèces de poissons démersaux adultes ciblés par les pêcheries côtières. Les herbiers et les platiers intertidaux offrent des habitats permanents aux holothuries, l'un des principaux groupes d'invertébrés exportés depuis la région, et à un large éventail de mollusques ramassés par les pêcheurs vivriers {chapitre 9}. Il est vital de préserver ces habitats pour que ces pêcheries puissent subsister.

Selon les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, les mangroves seront vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et à la possible intensification des cyclones. Les herbiers, pour leur part, seront vulnérables à la hausse de la température des eaux de surface, aux variations du rayonnement solaire, à la modification des régimes de précipitations et à la possible intensification des cyclones. Les platiers intertidaux, eux, sont vulnérables à la montée des eaux. Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité qu'affichent les espèces végétales formant ces habitats (y compris les tapis algaires des platiers intertidaux) face à l'évolution anticipée de ces variables {chapitres 2 et 3}, en fonction de leur exposition et de leur sensibilité, des effets potentiels de ces changements et de leur capacité d'adaptation.

Vulnérabilité climatique des habitats côtiers

Température {chapitre 6, sections 6.6.1.2 et 6.6.2.2}

D'après les projections, les *mangroves* seront très exposées à l'augmentation des températures de l'air et des eaux de surface. Selon toute probabilité, les palétuviers seront moyennement sensibles au réchauffement des eaux de surface, car ils verront leurs besoins respiratoires augmenter. Chez certaines espèces de palétuviers, on pourrait assister à une multiplication des racines échasses et à une diminution de la surface foliaire, ainsi qu'à une augmentation de la mortalité des plantules. Les mangroves sont capables de s'adapter à une hausse des températures atmosphériques, les palétuviers réduisant l'ouverture des stomates de leurs feuilles pour compenser la perte d'eau induite par une augmentation de l'évaporation en situation de stress thermique. En revanche, les mangroves ont peu de marge de manœuvre pour s'acclimater à des eaux plus chaudes.

iii Comprend les zones intertidales sablonneuses et vaseuses situées au-dessus de la moyenne des basses mers, mais exclut les récifs coralliens et les herbiers intertidaux.

D'après les projections, les *herbiers intertidaux et infratidaux* seront très exposés à la hausse des températures atmosphériques et des eaux de surface. Ils y seront aussi très sensibles, car un réchauffement chronique des eaux de surface accroît les besoins respiratoires. Il est alors possible que la photosynthèse ne suffise plus à combler ces besoins, ce qui affecterait la croissance et la survie des plantes marines. Parmi les effets potentiels de l'augmentation de la température des eaux de surface figurent la modification de la composition spécifique, de l'abondance relative et de la distribution des herbiers, ainsi qu'une « surchauffe » grave pendant les courtes périodes de pic de température. Compte tenu de leurs besoins respiratoires et du fait qu'elles nécessitent beaucoup de lumière, la plupart des espèces composant les herbiers tropicaux pourront difficilement coloniser des zones plus profondes pour lutter contre le réchauffement des eaux de surface.

Rayonnement solaire {chapitre 6, sections 6.6.1.1 et 6.6.2.1}

D'après les projections, les *mangroves* seront très exposées à l'augmentation du rayonnement solaire dans les zones subtropicales. Elles sont sensibles à l'augmentation de l'intensité lumineuse, mais pas à sa diminution. Couplé à une baisse des précipitations, l'accroissement de l'intensité lumineuse peut entraîner une surchauffe des mangroves et endommager leurs composants cellulaires, tels que l'ADN. Le potentiel d'acclimatation des mangroves à des niveaux supérieurs de rayonnement solaire est limité.

D'après les projections, les *herbiers* seront très exposés à la diminution du rayonnement solaire dans les tropiques. Les herbiers sont sensibles à la diminution de l'intensité lumineuse, car la baisse associée du rendement photosynthétique affecte les taux de croissance et, à terme, la composition spécifique des communautés d'herbiers. Lorsque l'intensité lumineuse est faible pendant des périodes prolongées, la superficie des habitats d'herbiers se contracte. Des niveaux élevés de rayons ultraviolets sont responsables d'une réduction de la production de chlorophylle dans les tissus des plantes marines et stimulent la production de pigments, ce qui donne une coloration rouge aux feuilles. Les herbiers sont capables de faire face à une baisse à court terme de la lumière grâce à une série d'adaptations morphologiques et physiologiques.

Concentration atmosphérique de dioxyde de carbone et composition chimique de l'océan {chapitre 6, sections 6.6.1.6 et 6.6.2.6}

D'après les projections, les *mangroves* seront très exposées à l'augmentation de la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone (CO₂). Les échanges respiratoires et la productivité des mangroves devraient s'améliorer à mesure que les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère augmentent. Les mangroves pourraient de ce fait devenir plus productives. Il est également probable que la composition

spécifique des communautés de palétuviers soit altérée et que les mangroves empiètent sur les zones adjacentes de l'intérieur des îles. Les mangroves devraient par ailleurs être exposées à l'acidification de l'océan, sans toutefois y être sensibles.

Les *herbiers* devraient être exposés à la baisse du pH de l'océan, mais n'afficheront probablement aucune sensibilité, car ils enregistrent déjà au quotidien des variations de pH supérieures à celles attendues. En fait, les herbiers pourraient bénéficier de l'augmentation de la concentration de CO₂, qui favoriserait le rendement photosynthétique et, donc, la productivité, l'augmentation de la biomasse et l'efficacité de la reproduction des plantes marines. Cela pourrait permettre à certaines espèces de coloniser des zones de moindre luminosité, comme les eaux profondes.

Cyclones et tempêtes {chapitre 6, sections 6.6.1.5 et 6.6.2.5}

Non seulement les *mangroves* seront probablement exposées à l'intensification des cyclones et des tempêtes, le cas échéant, mais elles y seront aussi très sensibles, car les cyclones abîment leur feuillage, dessèchent les tissus végétaux et accroissent les taux d'évaporation et le stress salin. La forte houle d'origine cyclonique érode les sédiments du côté mer des mangroves et fragilisent la stabilité des plantes. Les espèces de palétuviers affichent différents niveaux de tolérance aux dégâts d'origine cyclonique. Certaines essences peuvent se multiplier par rejets à partir de bourgeons dormants. Au fil du temps, le recrutement des plantules se fait à partir des zones adjacentes intactes.

Les *herbiers* des zones intertidales et des zones infratidales peu profondes seront exposés à toute intensification des cyclones et des tempêtes, et sont particulièrement sensibles aux effets physiques des ondes de tempête et à l'accroissement de la turbidité associé aux cyclones. Les fortes tempêtes peuvent endommager les habitats des herbiers sous l'effet conjugué des perturbations physiques (feuilles arrachées et plantes déracinées), de la réduction de la luminosité (diminution de la photosynthèse) et de la salinité, et du transfert de sédiments (plantes étouffées). Les cyclones abîment davantage les espèces végétales de petite taille que les espèces de plus grande taille, pourvues de rhizomes enfouis profondément dans les sédiments. Cela dit, les espèces de petite taille sont capables de se reconstituer rapidement si des propagules sont disponibles dans les herbiers avoisinants.

Régimes de précipitations {chapitre 6, sections 6.6.1.3 et 6.6.2.3}

D'après les projections, les *mangroves* seront très exposées aux variations des précipitations et seront moyennement sensibles à l'altération connexe de la salinité des sols, de la saturation des étendues d'eau douce et de l'apport en sédiments. Des pluies plus abondantes feront fléchir la salinité, ce qui peut être profitable aux mangroves, mais elles favoriseront aussi le phénomène de submersion des sols par l'eau douce, ce qui peut nuire à la croissance des racines, surtout chez les plantules. Une baisse

des précipitations pourrait avoir des conséquences plus graves : augmentation de la salinité des sols à un niveau tel qu'elle affecterait la croissance des végétaux, réduction de l'apport en sédiments nécessaires à l'accrétion verticale, et altération de la floraison et de la fructification. Les mangroves peuvent s'adapter à des conditions moins humides en améliorant leur consommation d'eau et en réduisant les pertes d'eau par transpiration.

Les *herbiers* devraient être très exposés à l'augmentation des précipitations dans les tropiques. Ils sont moyennement sensibles à la modification connexe de la turbidité, de la sédimentation, de l'apport en nutriments et en polluants, de la salinité et à l'affouillement. Les herbiers s'adaptent difficilement à des niveaux élevés de turbidité, de dépôt de sédiments, de pollution et d'affouillement. Toutefois, certaines espèces tolèrent mieux les faibles niveaux de salinité et elles devraient donc renforcer leur présence dans les herbiers.

Niveau de la mer {chapitre 6, sections 6.6.1.7 et 6.6.2.7}

Les *mangroves* devraient être fortement exposées à l'élévation projetée du niveau de la mer. En particulier, les submersions marines devraient être plus fréquentes et même permanentes dans les basses terres. Le degré de sensibilité des mangroves devrait être élevé à très élevé selon la vitesse et l'ampleur de la montée des eaux. Le risque accru de submersion marine a des implications graves pour la croissance, la respiration et la survie des végétaux. Les mangroves peuvent s'adapter à l'élévation du niveau de la mer grâce à leur capacité de migration vers l'intérieur des terres, mais ce mécanisme d'acclimatation est tributaire de plusieurs facteurs : 1) la topographie; 2) la vitesse de l'élévation; 3) l'hydrologie; 4) la composition sédimentaire; et 5) la concurrence avec d'autres essences dans les milieux à coloniser. On peut noter avec inquiétude que cette migration vers l'intérieur des terres ne se fera peut-être pas suffisamment rapidement pour compenser l'accélération attendue de l'élévation du niveau de la mer. Dans de nombreux endroits, le relief escarpé et l'infrastructure (réseau routier par exemple) constitueront pour les mangroves un obstacle infranchissable.

Exposés à ce phénomène, les *herbiers* devraient aussi y être sensibles, car en se déplaçant vers des profondeurs plus importantes, les herbiers disposeront de moins de lumière, ce qui limite la photosynthèse et la croissance des plantes qui les composent. On s'attend ainsi à une réduction de la superficie des herbiers ou à une modification de la composition spécifique des prairies plus profondes. Les plantes marines qui poussent le long des bordures profondes des herbiers ont atteint leur limite de tolérance à des conditions de faible intensité lumineuse et seront probablement incapables de s'adapter si elles sont davantage privées de lumière. Cependant, dans certaines zones intertidales et peu profondes, les herbiers peuvent s'adapter à la montée des eaux en gagnant du terrain vers les terres, à condition que les sédiments submergés constituent un terrain favorable à leur installation.

D'après les projections, les *platiers intertidaux* et les communautés productives de microalgues benthiques qu'ils abritent seront très exposés à l'élévation du niveau de la mer. Leur degré de sensibilité sera probablement très élevé là où leur progression vers les terres est gravement freinée par des obstacles. Cette situation pourrait se traduire par une perte considérable d'habitats intertidaux et d'espèces associées incapables de s'adapter et de survivre dans des milieux infratidaux.

Apport en nutriments {chapitre 6, sections 6.6.1.4 et 6.6.2.4}

Les *mangroves* devraient être exposées et sensibles aux modifications attendues des charges en nutriments, elles-mêmes associées à une plus grande variabilité des régimes de précipitations. En général, l'augmentation de l'apport en nutriments peut stimuler la productivité et la croissance des mangroves. Le surplus de sédiments, souvent associé à une amplification du phénomène de ruissellement, peut aussi favoriser l'accrétion verticale et ainsi aider les mangroves à s'adapter à la montée des eaux. En revanche, une baisse de l'apport en nutriments résultant de conditions plus sèches peut nuire à la croissance des végétaux et altérer la composition spécifique des communautés de palétuviers. C'est lorsqu'ils seront conjugués à la hausse de la température de l'air et de la concentration en CO₂ que les effets bénéfiques potentiels d'un accroissement de la charge en nutriments se feront le plus sentir. Les mécanismes d'adaptation des mangroves devraient se manifester de façon plus marquée à l'échelle des communautés de palétuviers, la richesse de l'apport en nutriments déterminant la place plus ou moins importante des différentes essences.

Exposés à cette modification attendue de l'apport en nutriments, les *herbiers* enregistreront un degré de sensibilité moyen. Jusqu'à un certain niveau, l'augmentation de la charge en nutriments dans la colonne d'eau devrait stimuler la croissance des herbiers. En revanche, passé ce cap, la surabondance de nutriments favorise la croissance des épiphytes sur les feuilles des plantes marines, qui font écran à la lumière et retardent la croissance des plantes. Globalement, les effets seront probablement bénéfiques, sachant toutefois que les herbiers sont très mal équipés pour s'adapter à une prolifération massive des épiphytes.

Vulnérabilité globale

En bref, d'après les projections, les *mangroves* affichent une vulnérabilité maximale face à la montée des eaux, aux variations pluviométriques et à l'intensification éventuelle des cyclones et des tempêtes. Dans l'ensemble, la vulnérabilité climatique des mangroves devrait être moyenne d'ici à 2035 selon les deux scénarios d'émissions, et élevée à très élevée d'ici à 2100 selon le scénario B1 et le scénario A2 respectivement (tableau 6.6).

Quant aux *herbiers*, ils seront particulièrement vulnérables à plusieurs facteurs : réchauffement des eaux de surface, baisse de la luminosité, modification des régimes de précipitations et intensification possible des cyclones et des tempêtes. Ils afficheront une vulnérabilité globale moyenne selon les projections des deux scénarios pour 2035 et celles du scénario B1 pour 2100, et une vulnérabilité élevée selon le scénario A2 à l’horizon 2100 (tableau 6.6).

Les *platiers intertidaux* seront particulièrement vulnérables à l’élévation du niveau de la mer. Leur vulnérabilité est globalement jugée faible à partir des scénarios d’émissions B1 et A2 pour 2035, et élevée pour 2100.

Tableau 6.6 Vulnérabilité des mangroves et des herbiers face aux changements projetés dans le climat de surface et l’océan.

	SST	Rayonnement solaire	Composition chimique de l’océan	Cyclones et tempêtes	Régimes de précipitations	Niveau de la mer	Nutriments
Mangroves							
B1/A2 2035	Très faible	Faible	Très faible	Moyenne	Faible	Élevée	Faible
B1 2100*	Très faible	Faible	Très faible	Moyenne	Moyenne	Très élevé	Faible
A2 2100	Très faible	Faible	Très faible	Moyenne	Moyenne	Très élevé	Faible
Herbiers							
B1/A2 2035	Moyenne	Moyenne	Très faible	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible
B1 2100*	Moyenne	Moyenne	Très faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Faible
A2 2100	Élevée	Élevée	Très faible	Élevée	Élevée	Moyenne	Moyenne

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; SST = température des eaux de surface.

Évolution projetée de la superficie des habitats

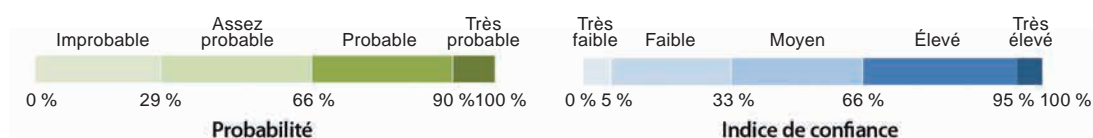
Au bout du compte, la vulnérabilité des mangroves face à la montée des eaux, aux modifications pluviométriques et à l’intensification possible des cyclones devrait, d’après les projections, se manifester par une réduction croissante de la superficie des habitats de mangroves dans les États et Territoires insulaires océaniques.

La vulnérabilité des herbiers devant l’augmentation de la température des eaux de surface, la baisse du rayonnement solaire, la modification des régimes de précipitations et l’intensification possible des cyclones devrait, d’après les projections, se traduire par une réduction de la superficie des herbiers, ce recul étant attendu à court terme (2035) comme à long terme (2100), que l’on se réfère au scénario B1 ou A2 (tableau 6.7).

La nouvelle donne climatique devrait aussi grignoter la superficie des platiers intertidaux, mais il n'est pas possible d'estimer les pertes probables, compte tenu du manque de données de référence de qualité pour ce type d'habitat dans la région.

Tableau 6.7 Perte projetée des habitats de mangroves et d'herbiers à partir des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, par rapport à 2010.

Année	Scénario	Superficie de la mangrove (%)	Superficie des herbiers (%)
2035	B1/A2	-10 à -30	< -5 à -20
2100	B1	-50 à -70	-5 à -35
2100	A2	-60 à -80	-10 à -50



6.7 Vulnérabilité climatique des habitats d'eau douce et des habitats estuariens dans le Pacifique tropical {chapitre 7}¹⁶

On trouve des habitats d'eau douce et des habitats estuariens principalement dans la région du Pacifique occidental, où les cours d'eau et les lacs abritent une diversité de poissons et d'invertébrés {chapitre 10}. La superficie de certains de ces habitats est importante : les mesures de débit annuel des fleuves Sepik-Ramu, Fly et Purari en Papouasie-Nouvelle-Guinée comptent parmi les plus élevées du monde. En revanche, dans d'autres États et Territoires insulaires océaniques, il existe de nombreux cours d'eau trop faibles pour maintenir un débit d'eau douce constant. Il n'en reste pas moins que, dans une grande partie de la région, les poissons et les invertébrés dulcicoles et estuariens contribuent à la sécurité alimentaire {chapitre 10}.

Selon les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, les habitats dulcicoles et estuariens du Pacifique subtropical seront vulnérables à la diminution des précipitations, à l'élévation du niveau de la mer, à la hausse des températures et à l'augmentation probable de l'intensité des cyclones. L'augmentation des précipitations et la hausse des températures atmosphériques pourraient cependant avoir des incidences favorables sur les habitats d'eau douce des régions équatoriales. Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité de ces systèmes aux changements projetés dans le climat de surface et l'océan {chapitres 2 et 3}, en fonction de leur exposition et de leur sensibilité, des effets potentiels de ces changements et de leur capacité d'adaptation.

Vulnérabilité des habitats d'eau douce et des habitats estuariens

Températures {chapitre 7, sections 7.5.4 et 7.6.2}

Les habitats dulcicoles et estuariens devraient subir l'influence de la hausse projetée des températures. D'après les projections, les milieux peu profonds à débit minimum, tels que les lacs d'altitude, les bords des cours d'eau et les zones humides des plaines d'inondation, seront sensibles à ces changements, car la hausse des températures atmosphériques entraînera une augmentation de l'évaporation et des températures de l'eau. La réduction des mélanges au niveau des plaines d'inondation et des bords des cours d'eau peu profonds est susceptible d'engendrer une hausse des températures de l'eau au-delà du seuil de tolérance de nombreux poissons et invertébrés, en particulier ceux vivant dans les lacs froids. Les espèces macrophytes qui forment des habitats de poissons dans des milieux tels que les estuaires intertidaux, qui connaissent déjà des variations de température diurne allant jusqu'à 10 °C, seront probablement capables de s'adapter aux changements climatiques. Certaines espèces macrophytes peuplant d'autres habitats pourraient toutefois avoir du mal à s'adapter à l'élévation des températures de l'eau.

Cyclones et tempêtes {chapitre 7, sections 7.5.2 et 7.6.2}

Les habitats d'eau douce situés dans les zones côtières et les estuaires pourraient être exposés à des cyclones et à des tempêtes plus violents. La végétation qui forme bon nombre d'habitats dulcicoles et estuariens des poissons est sensible aux dommages provoqués par les inondations d'origine cyclonique. Ces inondations peuvent également modifier les paysages fluviaux. Elles peuvent notamment favoriser la création de nouveaux chenaux, le transport de sédiments grossiers, la sédimentation des plaines d'inondation, l'effondrement des berges et l'affouillement des lits des cours d'eau. Cela étant, les habitats fluviaux constituent des systèmes dynamiques qui évoluent et se modifient sous l'effet des inondations, à condition que la capacité des cours d'eau d'élargir et de contracter leur lit ne soit pas entravée. Les ondes de tempête devraient également provoquer des marées salines dans les plaines d'inondation et les milieux dulcicoles, et accentuer l'invasion d'eau salée dans les estuaires des plaines côtières et les cours d'eau à marées. La végétation qui compose les habitats des poissons dulcicoles s'adapte difficilement à la salinisation ou aux intrusions massives d'eau salée.

Régimes de précipitations {chapitre 7, sections 7.5.1 et 7.6.2}

D'après les projections, les habitats dulcicoles et estuariens seront très exposés aux variations des précipitations attendues ; ils seront sensibles aussi bien à l'augmentation qu'à la diminution des pluies. La hausse de la pluviométrie aura pour effet d'accroître le débit des cours d'eau ainsi que les crues, ce qui améliorera la connectivité entre la mosaïque des différents habitats, mais favorisera l'érosion et la sédimentation. Globalement, l'augmentation projetée des précipitations devrait avoir des incidences favorables sur les habitats d'eau douce des régions tropicales. Par contre, dans les régions subtropicales, la diminution des précipitations devrait réduire le débit des cours d'eau et la connectivité. Au niveau des plaines d'inondation, la végétation qui contribue à offrir un habitat à de nombreux poissons sera plus susceptible de s'adapter à l'augmentation de la fréquence et de la durée des inondations.

Niveau de la mer {chapitre 7, sections 7.5.5 et 7.6.2}

Les habitats d'eau douce situés dans les régions basses et les estuaires devraient être très exposés aux inondations marines causées par l'élévation anticipée du niveau de la mer. Les végétaux associés à ces habitats seront sensibles à la modification de la salinité. En particulier, la végétation des mangroves et des marais salés devrait migrer vers l'intérieur des terres, tandis que la végétation d'eau douce ayant une moindre tolérance à l'augmentation de la salinité devrait disparaître. Néanmoins, si le niveau de la mer s'élève rapidement, la capacité des mangroves de coloniser de nouvelles régions sera faible (chapitre 6). Si l'extension des estuaires vers l'amont n'est

pas entravée, les habitats estuariens devraient migrer vers l'intérieur des terres. Par contre, la superficie des estuaires risque de diminuer si le relief escarpé ou d'autres barrières empêchent leur recul.

Vulnérabilité globale

L'augmentation des précipitations, qui aura pour effet d'accroître le débit des cours d'eau et qui, associée à une hausse des températures, favorisera la croissance des plantes aquatiques, devrait profiter aux habitats d'eau douce des régions équatoriales. Dans les régions subtropicales, les habitats dulcicoles devraient être vulnérables à la diminution prévue des précipitations, en particulier dans les milieux peu profonds à débit minimum. Les estuaires et les habitats d'eau douce situés dans les régions basses, proches des côtes, seront probablement particulièrement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer, ainsi qu'à toute augmentation de l'intensité des cyclones, selon les projections des deux scénarios, tant pour 2035 que pour 2100 (tableau 6.8).

Table 6.8 Degré de vulnérabilité des habitats d'eau douce et des habitats estuariens aux changements projetés dans le climat de surface en 2035 et en 2100, par rapport à 2010.

	Température	Cyclones et tempêtes ^a	Précipitations	Niveau de la mer ^a
Zones équatoriales				
B1/A2 2035	Faible	Faible/Élevé	Faible	Faible/Élevé
B1 2100*	Faible	Faible/Élevé	Faible	Faible/Élevé
A2 2100	Faible	Faible/Élevé	Faible	Faible/Élevé
Zones subtropicales				
B1/A2 2035	Faible	Faible/Élevé	Moyen	Faible/Élevé
B1 2100*	Moyen	Faible/Élevé	Élevé	Faible/Élevé
A2 2100	Élevé	Faible/Élevé	Élevé	Faible/Élevé

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = le degré de vulnérabilité des habitats dépend de leur situation géographique : dans les zones côtières et les régions basses, les habitats dulcicoles et estuariens devraient être particulièrement vulnérables à l'augmentation de l'intensité des cyclones ainsi qu'à l'élévation du niveau de la mer, tandis qu'à l'intérieur des terres, ils devraient être moins vulnérables.

Évolution projetée de la superficie des habitats

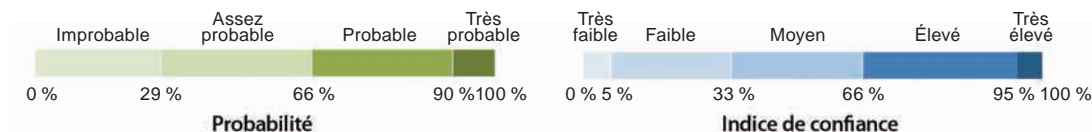
En définitive, les effets projetés du changement climatique devraient accroître la superficie des habitats d'eau douce des régions équatoriales et réduire l'étendue de ceux situés dans les zones subtropicales (tableau 6.9).

Pour que les habitats dulcicoles et estuariens s'adaptent plus facilement aux changements climatiques prévus, il convient de préserver la végétation riveraine afin de réduire l'ensoleillement des cours d'eau et de réguler la température de l'eau, et de

limiter autant que possible la perte de végétation au niveau des bassins versants pour restreindre l'apport de sédiments et de nutriments dans les cours d'eau. Ces mesures de gestion devraient également contribuer à accroître la superficie des habitats, lorsque les conditions s'y prêtent.

Tableau 6.9 Évolution projetée de l'habitat d'eau douce (%) à partir des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, par rapport à 2010.

Année	Scénario	Étendue d'eau douce (%)
2035	B1/A2	-5 à +10
2100	B1	-10 à +20
2100	A2	-20 à + > 20



6.8 Vulnérabilité climatique des ressources hauturières dans le Pacifique tropical {chapitre 8}¹⁷

La pêche hauturière contribue de façon capitale aux économies et au bien-être des populations des États et Territoires insulaires océaniques. Centrée sur la bonite, le thon jaune, le thon obèse et le germon, la pêche thonière dans l'océan Pacifique occidental et central représente actuellement un total annuel de quelque 2,5 millions de tonnes de captures, toutes espèces confondues. En 2009, les prises réalisées dans le Pacifique occidental et central, dont 48 % dans les ZEE des États et Territoires insulaires océaniques, représentaient 58 % des captures mondiales estimées de thonidés. Les conditions océaniques influent sensiblement sur la distribution et l'abondance des quatre grandes espèces de thonidés et des autres poissons pélagiques. Ainsi, les prises de thonidés devraient varier en fonction de la modification des courants, de la température de l'océan, du taux d'oxygène dissous et de la nature des cinq provinces écologiques composant le Pacifique occidental et central {chapitre 4}.

D'après les scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, les thonidés devraient être directement exposés aux variations de température de l'océan, des courants, de la composition chimique de l'océan et du taux d'oxygène dissous. Ils devraient également subir l'influence des modifications des réseaux trophiques dont ils dépendent. Cela dit, ces changements ne devraient pas se traduire par une grande vulnérabilité des ressources hauturières, préservées par la grande mobilité des thons adultes. En fait, ils devraient engendrer une redistribution des thonidés vers l'est et modifier les possibilités de captures. Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité des espèces de thonidés devant les changements projetés dans les principaux paramètres physiques, chimiques et biologiques de l'océan Pacifique tropical {chapitres 3 et 4}, en fonction de leur exposition et de leur sensibilité, des effets potentiels de ces changements et de leur capacité d'adaptation.

Vulnérabilité des thonidés face aux effets directs du changement climatique

Température de l'océan {chapitre 8, section 8.4.1}

Les quatre principales espèces de thonidés évoluant dans le Pacifique tropical devraient être fortement exposées aux futures hausses de la température des eaux de surface et de subsurface. Elles devraient également être sensibles au réchauffement des eaux, car la température régule leur métabolisme et leur développement et restreint leur activité et leur distribution. C'est au cours des stades larvaire et juvénile que les thonidés sont les plus sensibles aux variations de température. À l'âge adulte, ils supportent des écarts thermiques plus importants. Le réchauffement attendu de l'océan pourrait influencer sur la distribution des thonidés de plusieurs manières : il peut entraîner un déplacement des frayères et modifier l'efficacité de la reproduction, et rendre plus difficile l'accès aux aires d'alimentation en raison d'un renforcement de la

stratification de la colonne d'eau. Toutefois, les quatre espèces devraient s'acclimater assez aisément dans ce nouveau milieu océanique. En effet, très mobiles, les juvéniles et les adultes peuvent se déplacer pour rejoindre leur fourchette de températures de prédilection et trouver des proies, comme ils le font déjà lors des différentes phases du phénomène d'oscillation australe El Niño.

Composition chimique de l'océan {chapitre 8, section 8.4.4}

Les espèces de thonidés seront exposées à l'acidification de l'océan et devraient y être sensibles, car la composition chimique de l'océan joue sur le pH du sang, la formation des otolithes et l'acoustique de l'océan. La plupart des poissons tolère une large fourchette de pH et de concentrations en CO₂ dissous, mais ils devront probablement avoir recours à des mécanismes de compensation physiologique en cas d'acidose (faible pH sanguin), tels que le ralentissement de la croissance et la baisse de la production d'œufs. On peut aussi s'attendre à une inhibition de la formation des otolithes (constitués d'aragonite) et à des perturbations de la capacité auditive des thonidés, pourtant essentielle à l'évaluation de leur milieu physique et biologique et à la détection des proies et des prédateurs. L'acidose peut également entraîner une contraction de la gamme des températures physiologiques optimales, ce qui modifie la résistance, le taux métabolique et le comportement des thonidés. L'acidification de l'océan pourrait aussi influencer sur le comportement des larves de thonidés et faire baisser leur taux de survie. Le potentiel d'acclimatation des thonidés dans un océan plus acide reste inconnu.

Circulation océanique {chapitre 8, section 8.4.3}

En termes d'exposition, les thonidés devraient subir l'influence de la modification de la circulation océanique. Il est probable qu'ils y soient aussi sensibles, puisque les courants (et la température des eaux de surface) déterminent l'emplacement des zones de frai, la dispersion des larves et des juvéniles et la distribution des proies. On peut s'attendre à un déplacement des zones de frai vers l'est ou des latitudes plus élevées, à une altération de la rétention des larves dans les zones propices à leur croissance et à leur survie, et à une redistribution vers l'est des proies consommées par les juvéniles et les adultes {chapitre 4}. En principe, les thonidés sont capables d'adapter facilement leur comportement pour trouver des aires d'alimentation productives et des conditions adéquates pour frayer. Selon toute probabilité, cette adaptation comportementale se traduira par une redistribution des thonidés vers l'est et les latitudes plus élevées.

Oxygène dissous {chapitre 8, section 8.4.2}

Les thonidés seront très exposés, le cas échéant, à la baisse du taux d'oxygène dissous (O₂), et devraient y être sensibles, car leur taux métabolique et leur mobilité sont fonction du niveau d'oxygène. Le degré de sensibilité des thonidés au taux d'oxygène

dissous et aux conditions d'anoxie fatale varie d'une espèce à l'autre. Ainsi, les bonites et les germons tolèrent moins bien les faibles concentrations en oxygène que les thons jaunes. L'espèce la plus résistante est le thon obèse. Les variations du taux d'O₂ dissous dans les eaux de la subsurface devraient avoir une incidence minimale sur les bonites, qui évoluent dans les eaux superficielles. En revanche, il est possible que les espèces qui se déplacent régulièrement entre la surface et la subsurface (thon jaune et germon) et vers les couches profondes (thon obèse) soient plus touchées. Toute baisse de la concentration en O₂ aux latitudes moyennes à élevées peut entraver la progression des habitats de prédilection des thonidés vers les zones plus tempérées. Les thonidés peuvent compenser la diminution du taux d'oxygène dissous en élisant domicile dans d'autres couches de l'océan. Il est à noter que le déplacement des thonidés vers les eaux de subsurface devrait être davantage observé dans la partie nord du Pacifique que dans la partie sud, en raison des écarts nets enregistrés entre les niveaux projetés d'O₂ dans les deux régions. Ces variations devraient influencer sur la distribution et les possibilités de captures des thonidés.

Vulnérabilité des ressources hauturières face aux effets indirects du changement climatique

Modification des réseaux trophiques {chapitre 8, sections 8.5.1 et 8.5.2}

À terme, les thonidés devraient être exposés à la baisse de la productivité primaire attendue dans une grande partie du Pacifique tropical sous l'effet de la stratification accentuée de la colonne d'eau {chapitre 3}. La diminution de l'apport en nutriments engendrera probablement une modification de la composition des réseaux trophiques des thonidés {chapitre 4}. Les thonidés devraient être particulièrement sensibles à toute baisse de la productivité du micronecton dont ils se nourrissent, car ils ont des besoins énergétiques très élevés associés à leur croissance rapide, à leur taux élevé de production d'œufs et à leur activité constante et rapide de nage. Tout décalage entre les périodes de forte productivité primaire et les périodes de frai, d'une part, et la distribution des larves et de leur nourriture zooplanctonique, d'autre part, devrait nuire à la survie des larves et donc à l'efficacité du recrutement des thonidés. Le déplacement vers l'est du front de convergence entre la warm pool et la province de divergence équatoriale du Pacifique, annoncé par les projections {chapitre 4}, devrait modifier l'emplacement des aires d'alimentation optimales des bonites. La baisse attendue de la productivité des réseaux trophiques de la warm pool et des gyres tropicaux (section 6.4) entraînera probablement une diminution des prises de thonidés dans ces provinces. Espèces très mobiles, les thonidés devraient pouvoir se déplacer vers des aires d'alimentation plus riches pour compenser la disponibilité réduite des proies micronectoniques.

Vulnérabilité globale

Alors qu'elle est au cœur d'une grande part de l'activité de pêche hauturière dans le Pacifique tropical, la bonite est, d'après les projections, l'espèce la plus vulnérable aux hausses de températures dans l'océan, à la baisse de la productivité primaire et, dans une moindre mesure, à l'appauvrissement de l'océan en oxygène dissous (tableau 6.10). Cette vulnérabilité se traduira principalement par un déplacement des bonites vers l'est et vers des latitudes plus élevées, pour deux raisons essentiellement : 1) le réchauffement de l'océan, qui empêchera la bonite de frayer dans l'ouest du Pacifique équatorial; et 2) la contraction vers l'est de la zone de convergence productive entre la warm pool et la province de divergence équatoriale du Pacifique.

Tableau 6.10 Vulnérabilité des bonites et des thons obèses adultes face aux changements projetés dans l'océan Pacifique tropical.

	Température de l'océan	Composition chimique de l'océan	Circulation océanique*	Oxygène dissous	Productivité primaire (niveau trophique intermédiaire)**
Bonite					
B1/A2 2035	Faible	Faible	Faible	Faible	Moyenne
B1 2100*	Moyenne	Faible	Faible	Faible	Élevée
A2 2100	Élevée	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevée
Thon obèse					
B1/A2 2035	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
B1 2100*	Moyenne	Faible	Faible	Moyenne	Moyenne
A2 2100	Élevée	Moyenne	Moyenne	Élevée	Élevée

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; ** les larves seront plus vulnérables que les adultes, plus mobiles.

Projections de l'évolution de la production de la pêche hauturière

D'après les premières modélisations, les prises de bonite augmenteront probablement dans toute la région à l'horizon 2035, la hausse étant plus marquée à l'est qu'à l'ouest. D'ici à 2100, selon le scénario B1 (A2 pour 2050), les prises devraient fléchir dans le Pacifique occidental et retomber aux niveaux moyens enregistrés dans la région pour la période 1980–2000. À l'inverse, les captures moyennes devraient grimper de plus de 40 % dans le Pacifique oriental (tableau 6.11).

D'après le scénario A2 à l'horizon 2100, les prises moyennes de bonite reculeront de plus de 20 % dans le Pacifique occidental. Si les projections annoncent des prises nettement supérieures aux niveaux de 1980–2000 pour le Pacifique oriental, elles devraient redescendre par rapport aux estimations du scénario B1. Concernant la moyenne régionale, les prises totales diminueront de 7,5 % selon les projections du scénario A2 pour 2100 (tableau 6.11).

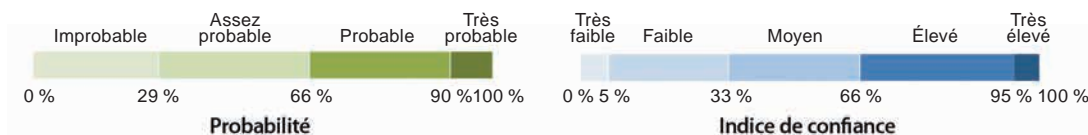
En ce qui concerne le thon obèse, les projections annoncent un fléchissement modéré des prises (généralement inférieur à 5 %) dans une grande partie de la région d'ici à 2035. Cette baisse devrait atteindre 5 à 10 % d'ici à 2100 selon le scénario B1, et 10 à 30 % d'ici à 2100 dans un grand nombre d'États et de Territoires insulaires océaniques selon le scénario A2 (tableau 6.11).

Quant à l'évolution des prises de thon jaune et de germon, le travail de modélisation est en cours.

Tableau 6.11 Projections de variation en pourcentage des prises moyennes de bonite et de thon obèse dans le Pacifique oriental et occidental, aux horizons 2035 et 2100, selon les scénarios d'émissions B1 et A2, en prenant pour point de référence les niveaux de 1980–2000 (résultats fondés sur des modélisations préliminaires uniquement).

	Ouest ^a			Est ^b		
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Bonite	+10	0	-20	+30 à +35	+40 à +45	+25 à +30
Thon obèse	0 à -5	-10 à -15	-30 à -35	0 à +5	0 à -5	-15 à -20

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = 15° N–20° S et 130°–170° E ; b = 15° N–15° S et 170° E–150° O.



6.9 Vulnérabilité climatique des ressources côtières dans le Pacifique tropical {chapitre 9}¹⁸

Les ressources côtières contribuent de manière significative à la sécurité alimentaire, à la subsistance et à la culture des populations insulaires océaniques – la consommation de poisson par personne est, dans un grand nombre de pays océaniques, au bas mot deux à quatre fois supérieure à la moyenne mondiale. Parmi les nombreuses espèces ciblées par la pêche côtière, on distingue les poissons démersaux (poissons de fond qui peuplent les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers), les poissons pélagiques côtiers, les invertébrés destinés à l'exportation et les invertébrés ramassés dans les zones intertidales et infratidales. Selon les estimations, en Océanie, les contributions de la pêche vivrière et de la pêche côtière commerciale représentent au total 272 millions de dollars des États-Unis d'Amérique du produit intérieur brut (PIB), plus de 70 % des prises totales étant imputables à la pêche vivrière.

D'après les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, les poissons et les invertébrés ciblés par la pêche côtière seront directement exposés à la hausse des températures des eaux de surface, à l'acidification de l'océan et aux variations de la circulation océanique. Ils subiront également les effets indirects du changement climatique du fait de la dégradation de leurs habitats traditionnels. Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité de ces espèces côtières aux changements projetés dans les variables susmentionnées (chapitres 3, 5 et 6), en fonction de leur exposition et de leur sensibilité, des effets potentiels de ces changements et de leur capacité d'adaptation.

Vulnérabilité des poissons et des invertébrés côtiers face aux effets directs du changement climatique

Température des eaux de surface {chapitre 9, section 9.3.1.1}

D'après les projections, les espèces côtières seront fortement exposées à la hausse prévue de la température des eaux de surface, et seront probablement d'autant plus sensibles à ces changements que la température régule le métabolisme et le développement des organismes, d'une part, et influe sur l'activité et la distribution des stocks, d'autre part. Nombre de poissons et d'invertébrés côtiers évoluent au quotidien dans une certaine fourchette de températures, quelle que soit la saison. En conséquence, ces espèces supportent relativement bien les écarts de température ponctuels. Il n'en reste pas moins qu'en cas de franchissement du seuil de température optimale, l'accélération du métabolisme et la demande en oxygène risquent de compromettre la reproduction, le recrutement et la croissance des juvéniles et des adultes. Pour de nombreuses espèces, l'adaptation passera par la fixation des larves dans des zones inhabituelles mais où les températures se maintiennent en deçà du

seuil optimal. En revanche, pour les espèces inféodées aux récifs coralliens, de telles mesures d'adaptation ne seront guère possibles en l'absence de récifs dans la nouvelle zone thermique envisagée.

Acidification de l'océan {chapitre 9, section 9.3.1.2}

D'après les projections, les espèces côtières seront exposées à l'acidification de l'océan consécutive à la diminution du niveau de saturation en aragonite {chapitre 3}. Les invertébrés y seront sensibles si le niveau de saturation, ainsi revu à la baisse, ne leur permet pas de développer des coquilles d'épaisseur normale – la prédation risque de s'accroître sur les mollusques à coquille plus fine. Les capacités sensorielles des larves et des post-larves de poissons démersaux peuvent également pâtir de l'acidification de l'océan au point d'empêcher celles-ci de rejoindre les récifs, de reconnaître les sites de fixation adaptés, ou encore de repérer et d'éviter les prédateurs. Le pH de l'océan n'ayant guère varié au cours des 800 000 dernières années, les espèces côtières sont peu préparées au phénomène d'acidification. Aussi les organismes marins sont-ils probablement insuffisamment différenciés sur le plan génétique pour s'adapter rapidement aux modifications de la composition chimique de l'eau de mer.

Circulation océanique {chapitre 9, section 9.3.1.3}

D'après les projections, les larves pélagiques des poissons et des invertébrés côtiers seront affectées par les modifications de la circulation océanique, en particulier dans les zones sous l'influence du courant équatorial Sud et du contre-courant équatorial Sud {chapitre 3}. Les organismes adultes peuplant les récifs coralliens et d'autres habitats côtiers seront, quant à eux, probablement exposés aux modifications de la puissance et de la persistance de l'upwelling, ainsi qu'aux modifications de l'apport en nutriments des eaux profondes associé à ce phénomène. Les espèces marines seront vraisemblablement sensibles aux effets des contraintes que cela représente en matière de dispersion et d'alimentation des larves. Ainsi, on peut s'attendre à une modification de l'apport en post-larves pour la reconstitution des stocks résidents, ce qui entraînera un déclin général de la productivité halieutique côtière. La composition des communautés de poissons démersaux évoluera sans doute au profit d'espèces capables de se reconstituer par un recrutement local.

Autres variables

D'après les projections, les espèces marines côtières seront peu affectées par l'élévation du niveau de la mer, les variations des précipitations et du rayonnement solaire ou l'augmentation éventuelle de l'intensité des cyclones et des tempêtes. En revanche, ces variables auront des effets indirects particulièrement importants sur les poissons et les invertébrés, en ce sens qu'elles modifieront leurs habitats côtiers (voir ci-dessous).

Vulnérabilité des poissons et des invertébrés côtiers face aux effets indirects du changement climatique

Dégradation des habitats {chapitre 9, section 9.3.2}

D'après les projections, les poissons et les invertébrés côtiers seront indirectement exposés aux effets du changement climatique en raison des changements projetés dans les récifs coralliens, les mangroves, les herbiers et les platiers intertidaux {chapitres 5 et 6} auxquels ils sont inféodés. Les espèces côtières seront probablement très sensibles à la modification des habitats qui les abritent et leur permettent de se nourrir. On risque d'observer une réduction de la diversité et de l'abondance des poissons et des invertébrés à mesure que les ressources alimentaires diminuent, et une augmentation des taux de mortalité (prédation) à mesure que les habitats à structure complexe (refuge) disparaissent. Selon toute vraisemblance, les espèces spécialisées, directement tributaires des coraux vivants pour se nourrir et s'abriter, seront plus affectées que les espèces généralistes qui sont habituées à chercher de nouvelles ressources. Les espèces généralistes, telles que le vivaneau et l'empereur carnivores, devraient s'adapter plus facilement dans la mesure où elles fréquentent d'ores et déjà un large éventail d'habitats. On peut s'attendre à une modification substantielle de la composition des espèces de poissons démersaux associées aux récifs coralliens. Par ailleurs, la part d'herbivores (perroquets, chirurgiens, picots) risque d'augmenter à mesure que le pourcentage de coraux vivants diminue et que la couverture de macroalgues augmente.

Vulnérabilité globale

D'après les projections, les espèces côtières seront les plus vulnérables à la hausse de la température des eaux de surface, à l'acidification de l'océan, aux modifications de la circulation océanique et à la dégradation des habitats. Il est à prévoir que les poissons démersaux, qui représenteraient 50 à 60 % de la production de la pêche côtière dans la région, seront peu vulnérables aux effets conjugués de ces phénomènes d'ici à 2035. Toutefois, leur vulnérabilité devrait s'accroître pour devenir moyenne (scénario B1) à élevée (scénario A2) d'ici à 2100.

La vulnérabilité des poissons pélagiques côtiers, qui représentent environ 30 % des prises des pêcheries côtières, variera probablement d'une zone à l'autre en fonction de la part de thonidés dans les prises réalisées à l'est et à l'ouest, et du déplacement prévu des populations de bonite et de thon jaune vers l'est {chapitre 8}. À l'ouest, les poissons pélagiques côtiers ne ressentiront que peu, voire pas du tout, les effets du changement climatique d'ici à 2035, mais leur vulnérabilité devrait s'accroître pour devenir faible à moyenne (scénario B1) ou moyenne (scénario A2) d'ici à 2100. À l'est, l'effet net du changement climatique sur les poissons pélagiques côtiers devrait être positif, quel que soit le scénario.

Les invertébrés destinés à l'exportation, pour leur part, seront peu affectés par le changement climatique d'ici à 2035. Toutefois, leur vulnérabilité devrait s'accroître pour devenir moyenne (scénario B1) à élevée (scénario A2) d'ici à 2100. Les invertébrés ramassés dans les zones intertidales et infratidales ne ressentiront que peu, voire pas du tout, les effets du changement climatique d'ici à 2035, mais leur vulnérabilité devrait s'accroître pour devenir faible à moyenne (scénario B1) ou moyenne (scénario A2) d'ici à 2100.

Projections de changements dans la productivité halieutique

En règle générale, le produit de la pêche de poissons démersaux devrait baisser de moins de 5 % d'ici à 2035. Il devrait cependant baisser davantage par la suite, pour atteindre 20 % (scénario B1 d'ici à 2100, ou scénario A2 d'ici à 2050), voire 20 à 50 % (scénario A2) d'ici à 2100. Bien que les poissons démersaux représentent l'essentiel du produit de la pêche côtière, la baisse globale du produit de la pêche côtière sera compensée par l'évolution projetée des prises de poissons pélagiques côtiers, majoritairement constituées de thonidés dans nombre de pays océaniques. Il est à prévoir que la baisse de la productivité sera moins forte pour les deux grandes catégories d'invertébrés que pour les poissons démersaux.

Si l'on conjugue les effets des changements projetés dans la production des quatre catégories de ressources côtières, la réduction du volume total des prises des pêcheries côtières devrait être négligeable d'ici à 2035, que ce soit dans les parties occidentale ou orientale du Pacifique (tableau 6.12). En revanche, d'ici à 2100, à l'ouest, on prévoit une baisse de 10 à 20 % du produit total de la pêche côtière dans le cadre du scénario B1 (ou d'ici à 2050, dans le cadre du scénario A2) et une baisse de 20 à 35 % dans le cadre du scénario A2. Toujours d'ici à 2100, du fait de la nouvelle distribution projetée des thonidés, la réduction du volume total des prises des pêcheries côtières dans le Pacifique oriental devrait se limiter à environ 5 à 10 % dans le cadre du scénario B1 (ou d'ici à 2050, dans le cadre du scénario A2), puis à 10 à 30 % dans le cadre du scénario A2.

Tableau 6.12 Vulnérabilité (V) et projections de changements dans la production (P) des quatre catégories de ressources côtières, et produit total de la pêche côtière d'après les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100. On note une augmentation probable de l'offre de poissons pélagiques côtiers dans le Pacifique oriental (chapitre 8). Vous trouverez ci-dessous une synthèse des principaux effets prévus du changement climatique sur les variations futures du produit de la pêche côtière.

Variable	Ressources côtières : catégories								
	Poissons démersaux		Poissons pélagiques côtiers		Invertébrés export	Invertébrés des zones inter/infratidales peu profondes	Produit total de la pêche côtière***		
Proportion actuelle dans le produit de la pêche côtière	56 %		28 %		2 %	14 %			
			Ouest*	Est**			Ouest*	Est**	
Vulnérabilité et projections de changements dans la production	B1/A2 2035	V	F	Néant	F	F	Néant ^a	Néant ^a	Néant ^a
		P	-2 à -5 %	Néant	+15 à +20 %	-2 à -5 %	Néant	Négligeable	Négligeable
	B1 2100	V	M	F-M	F	F-M	F	M	F
		P	-20 %	-10 %	+20 %	-10 %	-5 %	-10 à -20 %	-5 à -10 %
	A2 2100	V	E	M	F	M	F-M	M-E	M
		P	-20 à -50 %	-15 à -20 %	+10 %	-20 %	-10 %	-20 à -35 %	-10 à -30 %
Effets principaux	Perte d'habitats et baisse du recrutement (en raison de ↑ températures des eaux de surface et ↓ courants)		Réduction de la production de zooplancton dans les réseaux trophiques des espèces autres que les thonidés et modification de la distribution des thonidés		Dégradation des habitats et baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan	Baisse de la saturation en aragonite du fait de l'acidification de l'océan			

* Entre 15° N–20° S et 130°–170° E; ** entre 15° N–15° S et 170° E–150° O; *** chiffres établis en avançant l'hypothèse que la proportion de chaque catégorie de ressources dans le total des prises reste constante ; a = vulnérabilité nulle ou très faible; F = faible ; M = moyenne ; E = élevée.



6.10 Vulnérabilité climatique des ressources dulcicoles et estuariennes dans le Pacifique tropical {chapitre 10}¹⁹

Dans le Pacifique tropical, la pêche en eau douce et dans les estuaires produit quelques 24 000 tonnes de poissons et d'invertébrés par an et représente en moyenne 4 % de la contribution du secteur halieutique au PIB des pays de la région. Une grande partie de cette production est à mettre à l'actif de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, avec des chiffres toutefois importants aux Fidji et aux Îles Salomon. En Papouasie-Nouvelle-Guinée, les poissons dulcicoles et estuariens font partie intégrante du régime alimentaire des populations de certaines zones intérieures. Par exemple, les populations résidant sur les rives du fleuve Fly consomment jusqu'à 2 kg de poisson par personne et par semaine. La transformation de la production halieutique dulcicole et estuarienne sous l'effet du changement climatique pourrait donc nuire à la sécurité alimentaire et à la subsistance des populations résidant à l'intérieur des terres dans la région.

Selon les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, les espèces de poissons et d'invertébrés dulcicoles et estuariennes seront directement exposées au réchauffement de l'eau et à la variation du débit des cours d'eau, de la salinité, du taux d'oxygène dissous et de la turbidité. Ces espèces devraient également être vulnérables aux effets indirects du changement climatique, induits par la transformation des habitats qui les accueillent {chapitre 7}. Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité de ces espèces face aux changements projetés dans le climat de surface {chapitre 2}, le débit des cours d'eau et les habitats des poissons {chapitre 7}, en fonction de leur exposition et de leur sensibilité, des effets potentiels de ces changements et de leur capacité d'adaptation.

Vulnérabilité des ressources dulcicoles et estuariennes face aux effets directs du changement climatique

Température de l'eau {chapitre 10, section 10.3.1}

En terme d'exposition, les poissons et les invertébrés dulcicoles et estuariens devraient subir l'influence du réchauffement des eaux, qui devrait atteindre 0,5 à 1° C d'ici à 2035, et grimper jusqu'à 1,5° C selon le scénario d'émissions B1 pour 2100 (A2 pour 2050) et jusqu'à 3° C selon le scénario A2 pour 2100. Le défrichement des bassins versants peut également exacerber le réchauffement des habitats aquatiques. En fonction de leur distribution au sein des systèmes hydrographiques, les différentes espèces de poissons et d'invertébrés devraient être plus ou moins sensibles à ces changements. Les espèces résidant dans les milieux peu profonds à débit minimum, tels que les lacs d'altitude, les bords des cours d'eau et les zones humides des plaines d'inondation, devraient être les plus sensibles à la hausse des températures. Le réchauffement de l'eau affectera probablement la croissance, le développement des fibres musculaires, la faculté natatoire, le taux métabolique et le rapport

mâles-femelles des larves de poissons. Cela dit, il ne faut pas brosser un tableau trop pessimiste, car ces changements seront probablement profitables à certaines espèces de poissons et d'invertébrés d'eau douce. En particulier, l'aire de répartition des espèces, actuellement confinée par leur seuil de tolérance aux basses températures, devrait s'étendre avec le réchauffement des eaux. D'après les estimations, les taux de croissance devraient s'améliorer là où les températures oscillent dans une fourchette tolérée par les espèces. Il faut toutefois préciser que dans les zones où la hausse des températures est conjuguée à la pollution par des contaminants issus de l'exploitation minière et forestière et de l'agriculture intensive, la thermotolérance des espèces pourrait être réduite de plus de 4 °C.

Précipitations et débit des cours d'eau {chapitre 10, section 10.3.2}

Les espèces de poissons dulcicoles et estuariennes devraient être exposées à l'augmentation attendue des précipitations et du débit des cours d'eau dans les tropiques, ainsi qu'à la diminution de ces paramètres dans les régions subtropicales {chapitres 2 et 7}. Ces espèces bénéficieront probablement de l'amélioration de la qualité de l'eau et de la superficie des habitats associée à l'augmentation des précipitations et du débit des cours d'eau. En revanche, la baisse de ces paramètres devrait leur être préjudiciable. En particulier, le débit des cours d'eau influe sensiblement sur la production des espèces dulcicoles et estuariennes, car il agit sur la disponibilité des habitats, le transport des nutriments, le fonctionnement des réseaux trophiques et les signaux que suivent les poissons pour leur migration. Dans les États et Territoires insulaires océaniques où le débit des cours d'eau s'intensifiera, les captures devraient enregistrer une hausse, tandis qu'elles seront plus incertaines dans les pays où les régimes de précipitations sont plus variables, comme la Nouvelle-Calédonie.

Niveau de la mer et salinité {chapitre 10, section 10.3.3}

Les espèces de poissons et d'invertébrés habitant les rivières des basses terres et les estuaires devraient être très exposées à la montée des eaux {chapitre 3} et à l'augmentation connexe de la salinité. Les écarts de salinité atteindront leur pic pendant les années de sécheresse, lorsque les terres seront gagnées par de l'eau salée. Selon toute probabilité, les espèces estuariennes ne seront pas sensibles à ces changements, alors que les espèces dulcicoles des basses terres devraient afficher une sensibilité élevée. Face à l'élévation du niveau de la mer, le potentiel d'acclimatation des poissons et des invertébrés peuplant les habitats fluviaux des basses terres sera fonction de leur tolérance au sel. On peut s'attendre à une modification de la composition spécifique, les espèces estuariennes détrônant les poissons et invertébrés dulcicoles dans les étendues d'eau douce actuelles des basses terres.

Oxygène dissous {chapitre 10, section 10.3.4}

Les poissons et les invertébrés dulcicoles et estuariens seront exposés à la baisse projetée de la concentration en oxygène dissous (O_2), car la solubilité de l'oxygène décroît quand les températures et la salinité augmentent. Il faut toutefois noter que cette baisse devrait être minimale dans la plupart des habitats. En revanche, la demande en oxygène des poissons et des invertébrés augmente avec le réchauffement de l'eau, et le degré de sensibilité des espèces de poissons et d'invertébrés dulcicoles face aux variations de la concentration en O_2 sera fonction de leurs habitats de prédilection et de leur tolérance à l'hypoxie. La diminution de la disponibilité de l'oxygène peut notamment entraver le recrutement et favoriser l'expansion des espèces de poissons envahissantes qui supportent bien l'hypoxie. En effet, privées d'oxygène, certaines espèces de poissons réagissent par des adaptations physiologiques, telles que l'augmentation de l'affinité du sang pour l'oxygène ou l'utilisation d'un organe respiratoire accessoire. D'autres espèces s'acclimatent par des adaptations comportementales, en évitant par exemple les habitats hypoxiques ou en mettant à profit leur capacité à respirer au niveau de l'interface air-eau. Dans les régions à débit minimum, où les températures et la salinité en hausse se conjuguent pour faire chuter les niveaux d' O_2 , il est probable que les espèces tolérantes à l'hypoxie deviennent majoritaires dans les assemblages des populations de poissons.

Turbidité {chapitre 10, section 10.3.5}

Le degré d'exposition des poissons et invertébrés dulcicoles et estuariens à l'augmentation de la turbidité sera fonction de l'état de la végétation des bassins versants. Les cours d'eau qui drainent les bassins versants où le couvert végétal est intact, ne connaîtront probablement qu'une augmentation modeste de la turbidité, causée par une légère hausse du transport des sédiments par les eaux de ruissellement. En revanche, dans les bassins versants largement défrichés, la hausse projetée des précipitations devrait accroître de façon permanente la turbidité de certains cours d'eau jusqu'ici naturellement clairs. Une charge élevée de sédiments en suspension peut endommager l'épithélium branchial des poissons et entraver leur respiration. Lorsque la sédimentation s'accélère, l'efficacité de la reproduction baisse chez les espèces produisant des œufs démersaux adhérents. Les poissons qui évoluent dans des cours d'eau naturellement troubles seront, par contre, moins sensibles aux variations de turbidité. On peut s'attendre à une diminution de l'efficacité de la reproduction chez certaines espèces de poissons, ainsi qu'à une baisse de la croissance et de la survie des poissons qui se servent de la prédation à vue pour se nourrir. Face à une augmentation de la turbidité, le potentiel d'acclimatation des poissons dulcicoles variera selon l'espèce et les conditions écologiques.

Vulnérabilité des ressources dulcicoles et estuariennes face aux effets indirects du changement climatique

Modification des habitats {chapitre 10, section 10.4.1}

Les poissons et les invertébrés dulcicoles et estuariens seront indirectement exposés aux effets du changement climatique, en l'occurrence la modification de leurs habitats résultant de la transformation des régimes de précipitations et d'écoulement des cours d'eau et du réchauffement climatique {chapitre 7}. Les espèces ciblées par les pêcheurs devraient être très sensibles à ces variations, car elles dépendent d'un large éventail d'habitats au sein des cours d'eau, des lacs, des plaines d'inondation et des estuaires pour s'abriter et se nourrir. En conséquence, plusieurs effets peuvent se produire : 1) augmentation de la productivité des poissons dans les bassins fluviaux des basses terres à mesure que les habitats des plaines d'inondation progressent sous l'effet de plus fortes pluies ; 2) augmentation de la production halieutique du fait de l'expansion des régions estuariennes attendue avec la montée des eaux ; et 3) diminution des prises d'espèces qui affectionnent les eaux froides, telles que la truite arc-en-ciel et *Schizothorax richardsonii* dans les hauts-plateaux de Papouasie-Nouvelle-Guinée, en raison de la contraction de leurs habitats induite par le réchauffement des températures atmosphériques. La capacité des poissons et des invertébrés à exploiter les nouveaux habitats formés dans les plaines d'inondation variera selon qu'il existe ou non des obstacles à leur migration. Elle variera aussi selon la qualité de la végétation des bassins versants, facteur essentiel de prévention de l'érosion et de la pollution.

Vulnérabilité globale

Dans l'ensemble, les poissons et les invertébrés dulcicoles et estuariens devraient être peu vulnérables aux effets directs et indirects du changement climatique, hormis dans les bassins versants soumis à des perturbations (tableau 6.13). En fait, les effets du changement climatique devraient être profitables à ces ressources.

En particulier, elles devraient bénéficier de l'augmentation des précipitations et du débit des cours d'eau, favorable à l'expansion et à l'amélioration de la qualité des habitats, au déclenchement naturel des migrations des poissons, à la reproduction et au recrutement. D'après les projections des deux scénarios aux horizons 2035 et 2100, la production halieutique en eau douce (poissons et invertébrés) devrait se développer dans le Pacifique tropical. Les variations devraient être minimales ou négatives dans les régions où l'on projette une diminution des précipitations.

Tableau 6.13 Vulnérabilité climatique des ressources dulcicoles et estuariennes dans des bassins versants bien gérés et soumis à des perturbations.

	Température	Débit des cours d'eau	Salinité	Oxygène dissous	Turbidité
Bassins versants bien gérés	Moyenne	Très faible	Faible	Faible	Faible
Bassins versants perturbés	Élevée	Faible/élevée ^a	Moyenne	Moyenne	Moyenne

a = Seules les espèces qui ont besoin de substrat pour frayer affichent une vulnérabilité élevée.

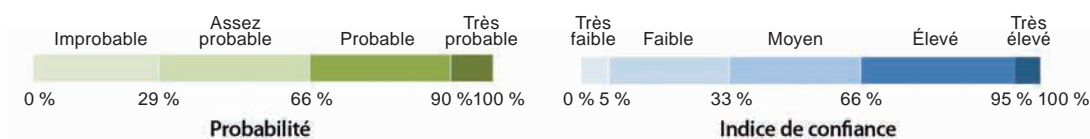
Évolution projetée de la productivité halieutique

À terme, l'évolution attendue de la production halieutique en eau douce devrait permettre une augmentation des prises (tableau 6.14). Toutefois, les captures sont susceptibles de fléchir dans les bassins versants perturbés par l'activité anthropique, ce qui se traduira par une vulnérabilité climatique accrue des espèces ciblées par les pêcheurs.

Tableau 6.14 Projections de changements dans le produit de la pêche en eau douce et dans les estuaires dans les bassins versants bien gérés, à partir des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, par rapport à 2010.

Scénario	Production de la pêche en eau douce et dans les estuaires (%)
B1/A2 2035	0 à +2,5
B1 2100*	-2,5 à +7,5 ^a
A2 2100	0 à +12,5 ^a

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = au niveau de la production halieutique, les valeurs faibles ne concernent que la Nouvelle-Calédonie, une augmentation de productivité étant projetée dans tous les autres pays d'ici à 2100.



6.11 Vulnérabilité climatique de l'aquaculture dans le Pacifique tropical {chapitre 11}²⁰

Dans le Pacifique tropical, l'aquaculture a un rôle considérable à jouer en matière de sécurité alimentaire et de création de moyens de subsistance pérennes. On recense actuellement une large gamme d'activités aquacoles dans 16 États et Territoires insulaires océaniques. De manière générale, l'aquaculture d'eau douce est axée sur la sécurité alimentaire, tandis que l'élevage des espèces côtières vise à la création de revenus.

Les espèces aquacoles exploitées risquent d'être vulnérables à l'évolution du climat de surface {chapitre 2}, de l'océan {chapitre 3} et des habitats côtiers {chapitres 5 et 6}. Les paragraphes ci-dessous offrent une synthèse de la vulnérabilité climatique des activités aquacoles, en tenant compte de l'exposition et de la sensibilité des espèces, de l'incidence possible des changements attendus, de la capacité d'adaptation des espèces et de l'exposition de l'infrastructure.

Vulnérabilité de la production aquacole au regard de la sécurité alimentaire

Tilapias et carpes {chapitre 11, section 11.3.1.1}

L'élevage du tilapia et de la carpe devrait subir l'influence des augmentations projetées de la température de l'eau et des précipitations. Les bassins d'élevage du tilapia situés dans les régions basses, à proximité des côtes, devraient également être exposés à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation possible de l'intensité des cyclones. Ce type d'exploitation devrait être sensible à ces changements, puisque la température régule la croissance et la reproduction du tilapia et de la carpe, et que les précipitations modulent la température et le renouvellement de l'eau dans les bassins (ainsi que ses effets sur les taux d'oxygène dissous). La hausse de la température et des précipitations devrait avoir une incidence favorable sur l'élevage du tilapia et de la carpe, puisqu'elle devrait se traduire par une augmentation des taux de croissance et par une expansion des zones adaptées à l'aquaculture en bassin. Toutefois, il faudra éviter de construire les bassins sur des sites facilement submergés en cas de fortes pluies, ou exposés aux inondations et aux dégâts occasionnés par l'élévation du niveau de la mer ou les ondes de tempête. L'élevage du tilapia et de la carpe pourrait pâtir du changement climatique si ce phénomène limite l'approvisionnement en farine de poisson en provenance de l'étranger ou exacerbe les risques de maladies du poisson. En revanche, l'élevage du tilapia et de la carpe se prête aisément aux mesures d'adaptation, car les densités de mise en élevage des bassins peuvent être modifiées en fonction des conditions et de la disponibilité des aliments. Cependant, les systèmes d'élevage intensif reposant sur des densités de mise en charge élevées ont une capacité d'adaptation inférieure à celle des opérations extensives.

Chanos {chapitre 11, section 11.3.1.2}

L'élevage du chanos en bassin devrait présenter un degré de vulnérabilité comparable à celui de l'élevage du tilapia, et il est probable que cette activité subira l'influence des augmentations projetées de la température de l'eau et des précipitations. Les bassins situés dans les régions basses, à proximité des côtes, pourraient également être exposés à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation possible de l'intensité des cyclones. Il se peut en outre que l'acidification de l'océan et les modifications des habitats côtiers {chapitres 3 et 6} aient une incidence sur l'approvisionnement en alevins prélevés dans le milieu naturel pour la mise en charge des bassins. Le chanos devrait être sensible à l'augmentation de la température, qui régule sa croissance et sa reproduction dans les bassins peu profonds, ainsi qu'aux modifications de la pluviométrie, car la pluie peut jouer un rôle de modulation dans la température et le renouvellement de l'eau des bassins. Les hausses de température devraient se traduire par une augmentation de la production de chanos, résultant de l'accélération de la croissance des animaux, ainsi que par une expansion des zones et des périodes de prélèvement des juvéniles dans le milieu naturel. Des précipitations plus abondantes devraient augmenter le nombre de zones propres à la construction de bassins. Toutefois, la filière pourrait souffrir si le changement climatique limite l'approvisionnement en farine de poisson, qui entre dans la composition des régimes alimentaires, ou si ce phénomène s'accompagne d'une recrudescence des pathologies ichtyologiques. Les élevages de chanos s'appuyant sur le prélèvement de juvéniles dans le milieu naturel pourront s'adapter à la variabilité croissante de l'approvisionnement en juvéniles en les produisant en écloseries. On peut également envisager de déplacer vers l'intérieur des terres les bassins situés dans des zones basses, à proximité des côtes, et qui sont donc vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et aux ondes de tempête. Cependant, ces mesures d'adaptation nécessitent des investissements considérables.

Vulnérabilité de la production aquacole au regard de la génération de revenus

Perles {chapitre 11, section 11.3.2.1}

Les huîtres perlières subiront l'influence de l'augmentation projetée de la température des eaux de surface de l'océan, de la baisse du taux de salinité causée par la modification des régimes pluviométriques dans certaines régions, l'acidification de l'océan, l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation possible de l'intensité des cyclones. Tant les huîtres perlières à lèvres noires que les huîtres perlières à lèvres blanches sont sensibles au réchauffement des eaux de surface, qui accroît leur vulnérabilité face aux pathogènes et aux parasites, et compromet la formation des dépôts de nacre et la qualité de la perle. La baisse de la salinité et l'augmentation de la sédimentation associées aux épisodes pluvieux peuvent entraîner une mortalité massive des huîtres perlières. Selon les projections, l'acidification de l'océan devrait

avoir une incidence sur la survie et la croissance des naissains, la calcification des coquilles et la qualité des perles. L'élévation du niveau de la mer et l'intensification des cyclones pourraient exposer les infrastructures perlicoles à de gros dégâts. La capacité des fermes perlicoles de s'adapter aux changements à venir est néanmoins considérable. Voici quelques-unes des solutions envisageables : augmentation de la part du naissain produite en éclosérie, où l'on peut contrôler la température et le pH ; immersion des huîtres dans des eaux plus profondes et plus fraîches ; récolte des perles pendant la saison fraîche pour éviter les températures extrêmes des eaux de surface ; élevage des huîtres perlières sur des microsites où la concentration de l'eau de mer en dioxyde de carbone est réduite ; et infrastructure conçue pour résister à des cyclones violents. Ces mesures d'adaptation entraîneront une augmentation des coûts d'exploitation.

Crevettes {chapitre 11, section 11.3.2.2}

La crevetticulture sera exposée à la hausse des températures, à la modification du régime pluviométrique, à l'élévation du niveau de la mer, à l'acidification de l'océan et au renforcement possible des ondes de tempête résultant de cyclones plus violents. Les espèces de crevettes élevées en Nouvelle-Calédonie devraient être sensibles à l'augmentation ou à la plus grande variabilité de la température de l'eau, ainsi qu'à la baisse des précipitations. Les effets que l'on peut attendre sont les suivants : aggravation du risque de maladies associées à la température, détérioration de la qualité de l'eau en période de fortes pluies et difficultés pour assécher les bassins entre les cycles de production. L'élévation du niveau de la mer devrait en outre entraver le drainage des bassins ; or cette opération permet de supprimer la couche de sédiments anoxiques dont la présence réduit les taux de croissance et de survie des crevettes du cycle de production suivant. Toutefois, à plus court terme, la crevetticulture pourrait bénéficier de la hausse des températures, car celle-ci se traduira par une augmentation des taux de croissance et une amélioration des rendements. On pourra adapter les élevages de crevettes à l'élévation du niveau de la mer en ajoutant de la terre au fond des bassins et en rehaussant les parois, pour que le drainage puisse s'effectuer de manière efficace. À terme, il pourra s'avérer nécessaire de construire de nouveaux bassins à plus haute altitude et d'opter pour des techniques d'élevage intensif. Dans les zones plus proches des tropiques, le réchauffement pourrait permettre au secteur de la crevette de produire une plus large variété d'espèces.

Algues {chapitre 11, section 11.3.2.3}

Selon les projections, l'algoculture devrait être exposée à l'augmentation de la température des eaux de surface, à l'acidification de l'océan, à l'élévation du niveau de la mer, voire même à des cyclones plus violents. L'algue *Kappaphycus* cultivée dans la région est sensible à la hausse de la température des eaux de surface et à la réduction de la salinité, phénomènes qui stressent les plantes et inhibent leur croissance. L'intensification des cyclones risque de causer des dégâts importants aux installations.

La hausse de la température des eaux de surface entraînera vraisemblablement des pertes de récoltes dues à une multiplication des épisodes de prolifération des algues épiphytes filamenteuses, ainsi qu'à la nécrose des tissus. La baisse de la salinité due à l'augmentation des précipitations devrait réduire le nombre de sites propres à l'algoculture. Toutefois, il est possible que l'augmentation des taux de dioxyde de carbone (résultant de l'acidification de l'océan) et l'élévation du niveau de la mer aient un effet bénéfique, en stimulant la croissance et en facilitant le renouvellement de l'eau. Les mesures d'adaptation envisageables à l'échelon régional se limitent au transfert de la production vers des latitudes plus élevées.

Espèces d'aquarium {chapitre 11, section 11.3.2.4}

L'aquaculture des espèces destinées à l'aquariophilie devrait subir l'influence des hausses projetées de la température des eaux de surface, des variations de la pluviométrie, de l'acidification de l'océan, de l'élévation du niveau de la mer, de la dégradation des habitats et de l'augmentation possible de l'intensité des cyclones. Les coraux et les bénitiers, principales espèces exploitées dans le secteur de l'aquariophilie marine, devraient être sensibles à la hausse des températures des eaux de surface. Il est en effet probable que l'élévation des températures compromettra la croissance et la survie du corail de culture et des bénitiers élevés en mer (en raison d'une plus grande fréquence du phénomène de blanchissement). Ces espèces sont également sensibles à la variation de la salinité et de la turbidité associée à des précipitations plus abondantes, ainsi qu'à la baisse des taux de saturation en aragonite due à l'acidification de l'océan. En conséquence, on peut s'attendre, à terme, à une détérioration des conditions de production des principaux produits de l'aquariophilie marine. Dans certaines régions, il est possible que l'élévation du niveau de la mer atténue les effets délétères potentiels des phénomènes précités en améliorant le renouvellement de l'eau et l'apport en nutriments vers les sites oligotrophes. Les mesures d'adaptation envisageables consistent à transférer les activités vers l'intérieur des terres, en optant pour l'élevage en bacs à eau recyclée, dont la température et le pH peuvent être contrôlés, ou à développer des marchés pour les espèces de coraux susceptibles d'être plus tolérantes à l'évolution des conditions écologiques.

Crevettes d'eau douce {chapitre 11, section 11.3.2.5}

L'élevage des crevettes d'eau douce devrait être soumis à l'influence des hausses projetées de la température de l'eau et de la pluviométrie, et aux conséquences possibles de cyclones plus violents. Les crevettes d'eau douce sont sensibles au réchauffement de l'eau, qui peut notamment se traduire par une augmentation de leur croissance, à condition que les températures se maintiennent dans les limites thermiques tolérées. La hausse des précipitations devrait augmenter la quantité d'eau douce disponible et permettre l'implantation d'élevages de crevette d'eau douce sur un plus grand nombre de sites. L'expansion prévue des habitats dulcicoles devrait

également permettre de disposer d'une plus grande abondance de juvéniles dans le milieu naturel pour les opérations de grossissement. Les mesures d'adaptation destinées à atténuer les effets négatifs du réchauffement de l'eau sont axées sur le choix, pour la construction des bassins, de sites permettant un taux élevé de renouvellement de l'eau.

Poissons marins {chapitre 11, section 11.3.2.6}

L'aquaculture marine basée sur l'écloserie ne devrait être que peu sensible à l'évolution projetée de la température des eaux de surface, puisque ce sont dans des installations à l'environnement contrôlé que l'on procède à la maturation des géniteurs et à l'élevage des juvéniles. Toutefois, l'influence de la température des eaux de surface sur le cycle de reproduction des adultes pourrait se répercuter sur le prélèvement des juvéniles de picot dans le milieu naturel à des fins de grossissement. Les poissons élevés dans des cages marines devraient être aussi sensibles à l'élévation de la température des eaux de surface que les espèces démersales évoluant dans les habitats côtiers : leur métabolisme devrait s'accélérer {chapitre 9}. Suivant les espèces et les implantations des élevages, la croissance des poissons pourrait être inhibée au titre du scénario d'émissions A2 d'ici à 2100. Le changement climatique ne devrait avoir qu'une faible incidence sur les espèces de poissons marins qu'on envisage de mettre en culture ou sur l'infrastructure requise pour leur production, car on pourra prendre en compte les effets du phénomène au moment de l'évaluation de l'adéquation des conditions écologiques locales (actuelles et prévues) pour l'implantation de nouvelles écloseries ou cages marines. À plus long terme, il se peut qu'une fois les sites sélectionnés, il faille augmenter la ration alimentaire quotidienne des poissons, en raison de l'accélération de leur métabolismes dans les eaux plus chaudes.

Holothuries {chapitre 11, section 11.3.2.7}

Le pacage en mer et/ou l'élevage des holothuries devraient être exposés à l'élévation prévue de la température de l'air et des eaux de surface, à une augmentation des précipitations, à l'acidification de l'océan, à l'élévation du niveau de la mer, à l'évolution des herbiers qui constituent leur habitat, et à l'augmentation possible de l'intensité des cyclones. Cette activité devrait être très sensible à nombre des conséquences du changement climatique. La hausse de la température de l'eau, la baisse de la salinité et l'acidification de l'océan pourraient compromettre les opérations de pacage en mer en augmentant la mortalité des juvéniles et en provoquant une dégradation des herbiers {chapitre 6} où doivent être relâchés les juvéniles élevés en écloserie. L'élevage en bassin dans les zones subtropicales devrait bénéficier de l'accélération des taux de croissance des holothuries élevées dans des eaux plus chaudes. Toutefois, dans les zones tropicales, on risque d'assister à une hausse de la mortalité des holothuries élevées en bassin, en raison de la probabilité accrue de stratification découlant de l'augmentation des précipitations et de la baisse de la salinité. Dans les régions où l'élevage des holothuries en bassin est rentable, il est possible d'adapter le

fonctionnement des écloséries en contrôlant la température, la salinité et le pH de l'eau. On pourra également modifier la conception des bassins destinés au grossissement des holothuries (jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille commercialisable) de manière à optimiser le mélange de l'eau.

Trocas {chapitre 11, section 11.3.2.8}

Les programmes de production de trocas visant à la reconstitution des stocks devraient être exposés à la hausse prévue de la température des eaux de surface, à la baisse de la salinité due à l'augmentation des précipitations, à l'acidification de l'océan, à l'élévation du niveau de la mer, voire même à une intensification des cyclones. À l'avenir, la réussite des programmes de reconstitution des stocks reposant sur des lâchers de juvéniles élevés en éclosérie devrait être sensible à la baisse de la salinité, à l'élévation du niveau de la mer et à l'intensification des cyclones. Dans certaines régions, on peut s'attendre à ce que le taux de salinité des habitats peu profonds à fonds rocheux privilégiés par les trocas passe en dessous du seuil toléré par ces organismes ; en outre, l'élévation du niveau de la mer devrait réduire la disponibilité de ces habitats dans les régions où les zones intertidales ne pourront se déplacer vers l'intérieur des terres. Les fortes vagues associées aux cyclones devraient entraîner une mortalité élevée des trocas relâchés sur les récifs, à moins que ceux-ci n'aient atteint une taille suffisante pour se déplacer vers des eaux plus profondes. L'incidence possible de l'acidification de l'océan sur la solidité des coquilles de trocas reste à déterminer. La mesure d'adaptation principale, pour les programmes de reconstitution des stocks, consistera à mettre davantage l'accent sur la transplantation des trocas adultes matures pour constituer des populations de reproducteurs. Si l'on doit avoir recours aux animaux élevés en éclosérie, il faudra attendre qu'ils aient atteint une taille suffisante pour ne pas avoir à les relâcher dans les zones intertidales.

Vulnérabilité globale

Quand on fait la synthèse des effets directs des projections d'évolution de la température de l'eau, des précipitations, de l'acidification de l'océan, de l'élévation du niveau de la mer et de l'intensité des cyclones, ainsi que des effets indirects à attendre de la modification des habitats, il apparaît clairement que :

1. les élevages (existants ou en projet) de tilapias, carpes et chanos en bassins d'eau douce, dont la vocation est de contribuer à la sécurité alimentaire, devraient bénéficier des modifications du climat de surface ; et
2. les exploitations aquacoles permettant de tirer des revenus des ressources côtières devraient se trouver confrontées à des problèmes de production, en raison des changements attendus dans l'océan Pacifique tropical.

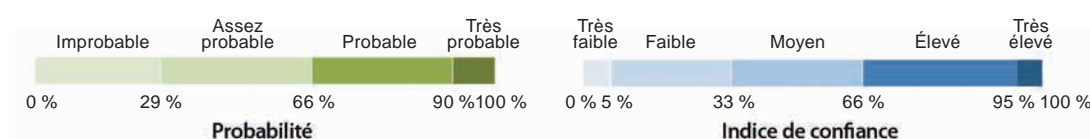
Les élevages de tilapias, de carpes et de chanos devraient bénéficier de l'augmentation prévue de la température et des précipitations, et pouvoir s'accommoder d'autres

modifications de l'environnement, même si elles ont des aspects négatifs. Ces bénéfices devraient se manifester d'ici à 2035 (tableau 6.15) et être bien établis d'ici à 2100, notamment au titre du scénario d'émissions A2, qui table sur une hausse des températures de surface de 2,5 à 3,0 °C et sur une augmentation de la pluviométrie de 10 à 20 % dans les zones tropicales, par rapport à la période 1980–1999 [chapitre 2]. Encore faut-il que le changement climatique ne restreigne pas l'accès aux ingrédients (dont la farine de poisson) qui entrent dans la formulation des régimes alimentaires du tilapia, de la carpe et du chanos.

Tableau 6.15 Vulnérabilité climatique des produits aquacoles d'après les projections des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100.

Produits aquacoles	Vulnérabilité					
	B1/A2 2035		B1 2100*		A2 2100	
Sécurité alimentaire						
Tilapias et carpes	F (+)		F-M (+)		M (+)	
Chanos	F (+)		F (+)		F (+)	
Moyens de subsistance						
Perles	F (-)		F (-)		M (-)	
Algues	M (-)		M-É (-)		É (-)	
Crevettes	F (+)		F (-)		F-M (-)	
Espèces d'aquarium	F (-)		M (-)		É (-)	
Crevettes d'eau douce	F (+)		F (-)		F (-)	
Poissons marins	F (-)		F (-)		F-M (-)	
Holothuries	F (-)		F (-)		F-M (-)	
Trocas	F (-)		F (-)		F (-)	

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; F = faible ; M = moyenne ; É = élevée.



Il est probable que l'amélioration des conditions d'élevage des espèces d'eau douce en bassin, qui devrait résulter du changement climatique d'ici à 2035, vaille également pour l'élevage des crevettes d'eau douce. Toutefois, ces effets positifs pourraient s'annuler d'ici à 2100, en raison de la sensibilité thermique des crevettes et de l'incidence de la hausse des températures sur la stratification des bassins.

Même s'il est probable que la production commerciale de certaines espèces bénéficiera des modifications annoncées de variables écologiques spécifiques, quand on prend en compte la totalité des variables, il apparaît que la plupart des espèces aquacoles

côtières devraient afficher un faible degré de vulnérabilité d'ici à 2035 (tableau 6.15). Seules font exception les crevettes et les algues. En 2035, il est très possible que la crevetticulture enregistre une amélioration de ses rendements grâce aux effets positifs de la hausse de la température de l'eau. Quant à l'algoculture, elle devrait présenter, d'ici à 2035, un degré de vulnérabilité moyen, plutôt que faible, face aux pertes de récoltes dues à la plus grande fréquence des épisodes de prolifération des algues épiphytes filamenteuses, et à la nécrose des tissus résultant de la hausse de la température des eaux de surface et des précipitations.

D'ici à 2100, le changement climatique et l'acidification de l'océan devrait avoir des conséquences négatives pour l'ensemble des éleveurs pratiquant l'aquaculture de subsistance (tableau 6.15). Au titre du scénario d'émissions A2, l'algoculture et la production d'espèces d'aquariophilie devraient être très vulnérables, et la perliculture moyennement vulnérable à ces conditions. La crevetticulture, l'élevage de poissons marins et le pacage en mer/élevage en bassin des holothuries devraient présenter un degré de vulnérabilité faible à moyen au titre du scénario A2 d'ici à 2100. On adopte l'hypothèse d'une faible vulnérabilité des trocas dans l'attente de nouveaux travaux de recherche permettant de déterminer de quelle manière ces organismes obtiennent le carbonate de calcium dont est constitué leur coquille.

La vulnérabilité n'est pas forcément synonyme de réduction globale de la productivité de l'élevage des ressources côtières à l'avenir. Elle indique plutôt que l'efficacité des exploitations aquacoles concernées risque d'être compromise (tableau 6.16). La production totale est encore susceptible d'augmenter si les exploitations existantes restent viables et si de nouveaux élevages sont créés. Ainsi, aux Fidji et aux Îles Salomon, le secteur de l'algoculture devrait pouvoir réaliser ses objectifs de production (1 000 à 2 000 tonnes par an pour les dix prochaines années et à la clé, des emplois pour plusieurs centaines de foyers), mais pas forcément sur les sites actuels ou avec les mêmes méthodes.

Tableau 6.16 Projection de l'évolution de l'efficacité de l'aquaculture à partir des scénarios d'émissions B1 et A2 pour 2035 et 2100, par rapport à 2010.

Produits aquacoles	Vulnérabilité		
	B1/A2 2035	B1 2100*	A2 2100
Sécurité alimentaire			
Tilapias et carpes	↑ ■ ■	↑ ■ ■	↑ ■ ■
Chanos	↑ ■ ■	↑ ■ ■	↑ ■ ■
Moyens de subsistance			
Perles	↓ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■
Algues	↓ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■
Crevettes	↑ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■
Espèces d'aquarium ^a	↓ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■
Crevettes d'eau douce	↑ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■
Poissons marins	↓ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■
Holothuries	↓ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■
Trocas	↓ ■ ■	↓ ■ ■	↓ ■ ■

* Approximations du scénario A2 en 2050 ; a = y compris les fragments de coraux, les pierres vivantes et les bédouilles.



Bibliographie

1. Gillett R, 2009. *Fisheries in the Economies of Pacific Island Countries and Territories*. Pacific Studies Series, Banque asiatique de développement, Manille, Philippines.
2. Bell JD, Kronen M, Vunisea A, Nash WJ et al., 2009. Planning the use of fish for food security in the Pacific. *Marine Policy* 33, 64–76.
3. CPS, 2008. *Status Report: Nearshore and Reef Fisheries and Aquaculture*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie). www.spc.int/mrd/ministers/2008/MIN4WP03-coastal-fisheries-status-annex-a.pdf
4. Ponia B, 2010. *A Review of Aquaculture in the Pacific Islands 1998–2007: Tracking a Decade of Progress Through Official and Provisional Statistics*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie).
5. Forum des Îles du Pacifique, 2005. *Plan de renforcement de la coopération et de l'intégration régionales pour le Pacifique*. Secrétariat général du Forum, Suva (Îles Fidji). www.forumsec.org.fj/UserFiles/File/Pacific_Plan_Nov_2007_version.pdf (version anglaise seulement : version française sur demande).
6. Gillett R and Cartwright I, 2010. L'avenir de la pêche en Océanie. Nouméa (Nouvelle-Calédonie) : Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie).
7. Bell JD, Johnson JE and Hobday AJ (rédacteurs), 2011. *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie).
8. Nakicenovic N, Alcamo J, Davis G, De Vries B et al., 2000. *Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. PNNL-SA-39650, Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni), et New York (États-Unis d'Amérique).
9. IPCC, 2007. « Summary for Policymakers ». Dans : S Solomon, D Qin, M Manning, Z Chen, M Marquis, KB Averyt, M Tignor and HL Miller (rédacteurs) : *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge (Royaume-Uni) et New York (États-Unis d'Amérique).
10. Bell JD, Adams TJH, Johnson JE, Hobday AJ et Sen Gupta A, 2011. « Pacific communities, fisheries, aquaculture and climate change: An introduction ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs): *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 1–47.
11. Lough JM, Meehl GA et Salinger MJ, 2011. « Observed and projected changes in surface climate of the tropical Pacific ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 49–99.
12. Ganachaud, AS, Sen Gupta A, Orr JC, Wijffels SE et al., 2011. « Observed and expected changes to the tropical Pacific Ocean ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 101–187.
13. Le Borgne R, Allain V, Griffiths SP, Matear RJ et al., 2011. « Vulnerability of open ocean food webs in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 189–249.

14. Hoegh-Guldberg O, Andréfouët S, Fabricius KE, Diaz-Pulido G et al., 2011. « Vulnerability of coral reefs in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 251-296.
15. Waycott M, McKenzie LJ, Mellors JE, Ellison JC et al., 2011. « Vulnerability of mangroves, seagrasses and intertidal flats in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 297-368.
16. Gehrke PC, Sheaves MJ, Terry JP, Boseto DT et al., 2011. « Vulnerability of freshwater and estuarine fish habitats in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 369-431.
17. Lehodey P, Hampton J, Brill RW, Nicol S et al., 2011. « Vulnerability of oceanic fisheries in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 433-492.
18. Pratchett MS, Munday PL, Graham NAJ, Kronen M et al., 2011. « Vulnerability of coastal fisheries in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 493-576.
19. Gehrke PC, Sheaves MJ, Boseto D, Fig BS et Wani J, 2011. « Vulnerability of freshwater and estuarine fisheries in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 577-645.
20. Pickering TD, Ponia B, Hair CA, Southgate PC et al., 2011. « Vulnerability of aquaculture in the tropical Pacific to climate change ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 647-731.
21. Bell JD, Reid C, Batty MJ, Allison EH et al., 2011. « Implications of climate change for contributions by fisheries and aquaculture to Pacific Island economies and communities ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 733-801.
22. Bell JD, Andrew NL, Batty MJ, Chapman LB et al., 2011. « Adapting tropical Pacific fisheries and aquaculture to climate change: Management measures, policies and investments ». Dans : JD Bell, JE Johnson and AJ Hobday (rédacteurs) : *Vulnerability of Tropical Pacific Fisheries and Aquaculture to Climate Change*. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie), pp. 803-874.
23. Schroter et ATEAM Consortium, 2004. *Global Change Vulnerability – Assessing the European Human-Environment System*. Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam (Allemagne).
24. Grafton RQ (2010). *Adaptation to climate change in marine capture fisheries*. *Marine Policy* 34, 606-615.
25. CPS (2008); Ressources marines et sécurité alimentaire. Note d'orientation 1/2008. Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

Sigles, acronymes et abréviations

ADN	acide désoxyribonucléique
APE	Accord de partenariat économique
APEI	Accord de partenariat économique intérimaire
ARCH	province des bassins archipélagiques profonds
AusAID	Agence australienne pour le développement international
CEAFM	<i>Community-based Ecosystem Approach to Fisheries Management</i> (approche écosystémique de la gestion halieutique en milieu communautaire)
CIATT	Commission interaméricaine du thon des tropiques
CO ₂	dioxyde de carbone
CPS	Secrétariat général de la Communauté du Pacifique
DCP	dispositifs de concentration du poisson
downwelling	phénomène de plongée des eaux
EAC	courant Est australien
ENSO	phénomène d'oscillation australe El Niño
EUC	sous-courant équatorial
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
HE	tourbillon d'Halmahera
INN	pêche illicite, non déclarée et non règlementée
ITF	courant indonésien
KURO	courant de Kuroshio
MC	courant de Mindanao
ME	tourbillon de Mindanao
NCJ	jet Nord calédonien
NEC	courant équatorial Nord
NECC	contre-courant équatorial Nord
NGCUC	sous-courant côtier de Nouvelle-Guinée
NPTG	province du gyre tropical du Pacifique Nord
NQC	courant Nord du Queensland
NSTCC	contre-courant subtropical Nord
NVJ	jet Nord Vanuatu
O ₂	dioxygène, oxygène
pH	potentiel hydrogène
ODP	oscillation décennale du Pacifique
ONG	organisations non gouvernementales
PACFA	Partenariat mondial pour le climat, les pêches et l'aquaculture
pCO ₂	pression partielle du dioxyde carbone
PCMDI	<i>Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison</i> (Programme de diagnostic et d'inter-comparaison des modèles climatiques)
PEQD	province de divergence équatoriale du Pacifique
PIB	produit intérieur brut
ppm	part per million (partie par million)

RPA	rayonnement photosynthétiquement actif
SAM	mode annulaire austral
SCJ	jet Sud calédonien
SEC	courant équatorial Sud
SECC	contre-courant équatorial Sud
SIG	systèmes d'information géographique
SPSG	province du gyre subtropical du Pacifique Sud
SSTCC	contre-courant subtropical Sud
TAC	total autorisé de capture
upwelling	remontée d'eau
UE	Union européenne
US\$	dollar des États-Unis d'Amérique
UV	ultraviolet
VDS	système de gestion des jours de pêche
VMS	suivi des navires par satellite
warm pool	warm pool du Pacifique occidental
WCPFC	Commission des pêches du Pacifique occidental et central
WCRP	<i>World Climate Research Programme</i> (Groupe de travail sur les modèles couplés du Programme mondial de recherche sur le climat)
ZEE	zone économique exclusive

Notes

