

GESTION DES OCÉANS :

quelques enseignements tirés
d'expériences tropicales



ÉDITEURS

Carlos Morera Beita
Viviana Salgado Silva

Traductrice

Nathalie Le Coutour

Correctrice

Gabriela Pino Chacón



GESTION DES OCÉANS :

quelques enseignements tirés
d'expériences tropicales

**Edición aprobada
por el Consejo Editorial de la Universidad Nacional**

Dra. Iliana Araya Ramírez
PRESIDENTA

Dr. Marco Vinicio Méndez Coto
SECRETARIO

Concejales
Ing. Érick Álvarez Ramírez
DIRECTOR DEL PROGRAMA DE PUBLICACIONES E IMPRESIONES

Dr. Gabriel Baltodano Román
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Dr. Gerardo Jiménez Porras
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Bach. Natalie Segura Murillo
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

Mag. Patricia Vásquez Hernández
SECCIÓN HUETAR NORTE Y CARIBE

Éditeurs
Carlos Morera Beita
Viviana Salgado Silva



GESTION DES OCÉANS :
quelques enseignements tirés
d'expériences tropicales

Nathalie Le Coutour, traductrice
Gabriela Pino Chacón, correctrice





© EUNA Editorial Universidad Nacional
Heredia, Campus Omar Dengo, Costa Rica
Teléfono: +506 2562 6750
Correo electrónico: euna@una.cr
Apartado postal: 86-3000 (Heredia, Costa Rica)
La Editorial Universidad Nacional (EUNA) es miembro del
Sistema Editorial Universitario Centroamericano (SEDUCA)

© Gestion des océans : Quelques enseignements tirés des expériences tropicales
© Carlos Morera Beita y Viviana Salgado Silva (éditeurs)
© Nathalie Le Coutour (traductrice)

Primera edición: 2025

Dirección editorial: Marianela Camacho Alfaro - marianela.camacho.alfaro@una.cr /

Valeria Alfaro Vargas - valeria.alfaro.vargas@una.cr

Diseño de portada: Programa de Publicaciones e Impresiones de la UNA

Correctrice: Gabriela Pino Chacón

551.46

G393g Gestion des océans : quelques enseignements tirés d'ex-
périences tropicales / éditeurs Carlos Morera Beita, Vi-
viana Salgado Silva ; Nathalie Le Coutour, traductrice ;
Gabriela Pino Chacón, correctrice. -- Primera edición.
-- Heredia, Costa Rica : EUNA, 2025.

1 recurso en línea (230 páginas) : ilustraciones, mapas,
fotografías a color, archivo de texto, PDF, 2 MB

ISBN 978-9977-65-914-5

1. OCEANOGRAFÍA 2. PESCA ARTESANAL 3. PAR-
QUE NACIONAL ISLA DEL COCO (COSTA RICA) 4. CON-
SERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MARINA 5. SOSTE-
NIBILIDAD 6. RECURSOS MARINOS 7. DERECHO DEL
MAR I. Morera Beita, Carlos Manuel, 1966- II. Salgado Sil-
va, Viviana III. Le Coutour, Nathalie

Esta publicación es objeto de una licencia Creative Commons que no autoriza el uso comercial:
Atribución-NoComercial-NoDerivadas
CC BY-NC-ND 4.0





Index

Index des tableaux et des figures	11
Présentation, Jorge Herrera Murillo	15
I^{re} partie. Gouvernance et droit	19
Droit de la mer : il est urgent de légiférer pour consolider le droit de la mer <i>Carlos Murillo Zamora</i>	21
Enjeux de la délimitation et de l'extension des aires marines : le cas du parc national de l'île Cocos, Costa Rica <i>Rafael Gutiérrez Rojas</i>	35
Pêche à petite échelle et conservation marine : vers une approche fondée sur les droits de l'homme et le respect des engagements internationaux <i>Marvin Fonseca Borrás, Vivienne Solís Rivera</i>	51
Vulnérabilité sociale côtière et cadre institutionnel costaricien : des éléments de preuve pour améliorer la capacité d'agir de l'État et des autorités locales <i>Mario Hernández Villalobos</i>	69

II^e partie. Identité et océans	81
Femmes et pêche : une lecture locale de l'identité, de la subsistance et du changement climatique <i>Carlos Morera Beita, Sueli Angelo Furla, Sandro Vieira Vox</i>	83
Poétiser l'océan : une expérience artistique dans le LED <i>Paula Rojas Amador, Andrea Chacón Rodríguez, Malkon Alfaro Carvajal, Wilfredo Alexis Bustamante Rodríguez</i>	97
III^e partie. Surveillance et mesure	113
Cocréation de connaissances et d'outils pour se préparer aux tsunamis <i>Silvia Chacón Barrantes, Fabio Rivera Cerdas, Kristel Espinoza Hernández, Pedro Sandoval Alvarado</i>	115
Contributions de la surveillance de la dynamique côtière à l'aménagement du territoire et à la gestion des risques liés aux désastres : le cas des Caraïbes au Costa Rica <i>Gustavo Barrantes Castillo, Daniela Campos Duran</i>	127
Utilisation de la sismologie comme outil de surveillance de la dynamique des océans et du changement climatique <i>Esteban J. Chaves, Evelyn Nuñez-Alpízar, Nahomy Campos-Salas, Sonia Hajaji-Salgado</i>	141
L'océanographie physique au service de la prise de décisions éclairées <i>José Mauro Vargas Hernández, Marcelo Salas Cascante, Juan Pablo Salazar Ceciliano, Alexandre Tisseaux Navarro</i>	157

IV^e partie. Santé et productivité	171
La pêche responsable : contribuer à améliorer la qualité de vie des habitants du littoral costaricien <i>Luis Adrián Hernández Noguera, Rosa Soto Rojas, Nixon Lara-Quesada</i>	173
Surveillance biologique côtière au Costa Rica : étude de cas sur les efflorescences algales nuisibles <i>Karen Berrocal Artavia, Amaru Márquez Artavia, Natalia Corrales Gómez, Luis Vega Corrales Andrea García Rojas, Carolina Marín Vindas</i>	189
Dôme thermique du Pacifique tropical oriental : importance et défis de l'économie bleue <i>Daniela García Sánchez, Olman Segura Bonilla, Roxana Acuña Rodríguez</i>	201
V^e partie. Chapitre final	219
Les océans : une responsabilité collective <i>Carlos Morera Beita, Viviana Salgado Silva, Sandra León Coto</i>	221



Index des tableaux et des figures

Figure 2.1. Proposition d'extension du parc national de l'île Cocoset de l'aire marine gérée des monts Sous-Marins du Bicentenaire et des sites de conservation prioritaires	46
Figure 3.1. Un paysage international complexe offrant peu d'opportunités pour les représentants de la pêche à petite échelle	54
Tableau 4.1. Critères de détermination du degré de vulnérabilité selon les variables et les données disponibles par district, Costa Rica	73
Figure 4.1. Répartition en pourcentages de la classification de la vulnérabilité des districts côtiers, Costa Rica	74
Figure 4.2. Carte de la répartition géographique des districts côtiers costariciens, selon leur catégorie de vulnérabilité	75
Tableau 5.1 . Informations de base sur les femmes interrogées	85
Figure 5. 1. Doña Perla et doña Neyba (à droite). Barra del Colorado, Costa Rica	90
Figure 5.2. Doña Laurinda, São Paulo (2019)	92

Figure 6.1. Conceptualisation et fabrication : élaboration des modèles dans le logiciel tridimensionnel avant d'entamer la phase suivante de fabrication à l'aide d'une imprimante 3D	102
Figure 6.2. Présentation des étapes du processus de conceptualisation et de construction numérique d'objets en 3D	104
Figure 6.3. Processus d'animation des objets 3D dans différentes perspectives	106
Figure 6.4. Mapping vidéo lors des <i>Dimensions de l'océan (CISOS24)</i>	108
Figure 6.5. Le sol est constitué d'un écran tactile qui s'active au passage des personnes	109
Figure 7.1. Effets observés des tsunamis au Costa Rica entre 1746 et 2022	117
Figure 7.2. Carte d'indice de menace de tsunami	120
Figure 7.3. Carte des temps d'arrivée minimum exprimés en minutes des tsunamis au Costa Rica	121
Figure 7.4. Élaboration d'une carte d'évacuation en cas de tsunami par les membres des comités d'urgence de la ville de Limón	123
Figure 8.1. Variations saisonnières du profil de plage	130
Figure 8.2. Effets de la houle en janvier 2020 dans la région des Caraïbes Sud du Costa Rica	132
Figure 8.3. Analyse des variations sur le relevé topographique de la plage de Cieneguita, située en face de l'aéroport de Limón	133
Figure 8.4. Photomosaïque obtenue depuis un vol photogrammétrique sur la plage de Gandoca.	135

Tableau 8.1. Résumé des institutions, de la base juridique et des responsabilités dans l'élaboration des plans de réglementation côtière au Costa Rica	137
Figure 9.1. Illustration montrant la génération de bruit sismique ambiant dû à l'interaction entre l'activité océanique et la croûte terrestre	143
Figure 9.2. Carte illustrant la répartition spatiale des stations sismologiques gérées par Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica au sud du Costa Rica	145
Figure 9.3. La figure montre les résultats obtenus à partir de la corrélation croisée du bruit sismique ambiant entre les stations CCOL et RIOS	148
Figure 9.4. Décorrélation temporelle de la fonction de Green empirique pour un certain nombre de paires de stations sismiques réparties le long des péninsules d'Osa et de Burica, dans le Pacifique Sud du Costa Rica	150
Figure 9.5. Répartition saisonnière des valeurs minimales et maximales des coefficients de corrélation (CC) entre les paires de stations dans le Pacifique Sud du Costa Rica, obtenues à partir de la corrélation croisée annuelle du bruit sismique ambiant	151
Figure 10.1. Emplacement géographique de la baie de Santa Elena et sa bathymétrie exprimée en mètres.	159
Figure 10.2. Instruments utilisés en océanographie	161
Figure 11.1. Aires marines de pêche responsable au Costa Rica	176
Figure 11.2. Zonage de l'AMPR du district de Paquera-Tambor	178

Figure 11.3. A = surveillance biométrique, B = échantillon de coryphène/dorade coryphène (<i>Coryphaena hippurus</i>), C = tambour voilier (<i>Micropogonias altipinnis</i>), et D = vivaneau rose (<i>Lutjanus guttatus</i>) et vivaneau argenté (<i>L. argentiventris</i>), capturés par les pêcheurs artisanaux dans l'AMPR de Paquera-Tambor pendant l'année d'étude	180
Figure 11.4. Engins de pêche autorisés dans l'AMPR du district de Paquera-Tambor	183
Figure 11.5. Volumes de quantités débarquées à Puerto Tambor ; avant (2009) et après (2019) la mise en place de l'AMPR	185
Figure 12.1. Réseau de stations d'échantillonnage de la Commission de surveillance épidémiologique de la marée rouge au Costa Rica	195
Figure 12.2. Kystes de résistance et cellules végétatives de <i>Pyrodinium bahamense</i>	196
Figure 12.3. Répartition spatiale de la concentration des kystes de résistance viables de <i>Pyrodinium bahamense</i> , pendant la période d'avril 2013 à avril 2014, dans le golfe de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica	197
Figure 13.1. Déplacement par mois de la DTCR-PT	204
Tableau 13.1. Groupes d'espèces habitant ou fréquentant le DTCR-PTO	206
Tableau 13.2. Montants générés par la pêche commerciale dans le DTCR-PTO par les navires à senne coulissante dans les pays à l'étude, selon les données de GFW et de la CITT	211
Tableau 13.3. Valeur des activités liées à la pêche sportive dans les pays à l'étude	212
Tableau 13.4. Montant des revenus générés par l'activité d'observation des cétacés dans les pays à l'étude en 2023	213
Tableau 13.5. Effort de pêche calculé en nombre de jours, selon le matériel de pêche et le pavillon, 2017-2022	214



Présentation

Cet ouvrage est le fruit d'une initiative coordonnée par le Vice-rectorat à la recherche de l'Universidad Nacional (UNA, Costa Rica), dans le cadre d'un ensemble de stratégies visant à promouvoir le travail universitaire interdisciplinaire sur des questions liées à la gestion des océans et à la réponse apportée aux défis auxquels sont confrontées les communautés côtières. Cette initiative est née du besoin de visibiliser et de partager les apprentissages, les enjeux et les succès du Costa Rica en matière de gestion durable de ses ressources océaniques. Ce travail est une compilation de cas et d'expériences pertinentes qui abordent des aspects clés, tels que la gouvernance participative, la surveillance, la santé et l'optimisation de la productivité des écosystèmes marins. À travers une approche interdisciplinaire fondée sur des données probantes, cet ouvrage ambitionne de se positionner comme une référence pour les décideurs, les chercheurs, les éducateurs et les communautés côtières, aussi bien à l'échelle nationale qu'internationale.

Ce livre cherche à promouvoir une compréhension globale des enjeux et des opportunités auxquels le Costa Rica fait face dans la gestion de ses écosystèmes marins. Depuis la mise en œuvre de cadres juridiques et d'instruments de gouvernance jusqu'aux initiatives de conservation communautaire et aux technologies de surveillance innovantes, les cas présentés illustrent la manière dont les bonnes pratiques sont à même de renforcer le développement durable. Ces pages cherchent également à inspirer l'action collective et à promouvoir les échanges de connaissances de manière à faire face aux menaces mondiales qui affectent les océans.

La première partie aborde des questions liées au droit maritime, à la gouvernance et à la défense des droits humains au sein des communautés côtières, ces questions étant essentielles à la garantie d'une utilisation durable et équitable des ressources marines. Ce cadre juridique ne régit pas seulement les activités dans le domaine maritime, mais protège également les communautés qui dépendent de ces écosystèmes, en leur assurant un accès équitable aux ressources et une participation aux décisions affectant leur environnement et leur bien-être. De plus, la gouvernance intégrée favorise la résolution des conflits et encourage la collaboration entre les secteurs publics, privés et locaux, facteur d'équilibre entre le développement économique, la justice sociale et la conservation de l'environnement.

La deuxième partie explore la manière dont la surveillance scientifique des océans est essentielle pour comprendre et préserver leur rôle crucial dans l'équilibre de la planète. À partir de la biologie, il est possible d'étudier la biodiversité marine, d'identifier les changements chez les populations d'espèces et d'évaluer l'impact des activités humaines, telles que la pêche et la pollution. L'océanographie physique renseigne sur les courants, les températures et le niveau de la mer, apportant ainsi des informations essentielles à la prévision des phénomènes météorologiques extrêmes et à leurs effets le long des côtes. La sismologie, quant à elle, permet de détecter et d'analyser les mouvements tectoniques des fonds marins, ce qui est fondamental pour comprendre les risques de tsunamis et de tremblements de terre sous-marins, par exemple. En œuvrant de concert, ces disciplines offrent une vision holistique des océans, indispensable à leur conservation et à l'atténuation des risques pour les communautés humaines.

Enfin, la troisième partie nous invite à réfléchir à l'importance de contribuer à la santé et à la productivité des océans afin de garantir la durabilité des ressources naturelles dont dépendent des millions d'individus à travers le monde. Les océans n'abritent pas seulement une biodiversité unique, mais régulent également le climat mondial, absorbent le dioxyde de carbone et produisent plus de 50 % de l'oxygène que nous respirons. Leur productivité soutient les économies, grâce à des activités comme la pêche, le tourisme et le transport maritime. Protéger la santé des océans implique de lutter contre la pollution, d'atténuer les effets du changement climatique et de promouvoir des pratiques durables qui soient à même de garantir la résilience des écosystèmes. La santé des océans est cruciale au bien-être humain et à l'équilibre environnemental de la planète.

Fort de son leadership en matière de politiques environnementales, le Costa Rica est confronté à des défis de taille concernant la gestion de ses ressources maritimes. Loin de se limiter à documenter des expériences fructueuses, cet ouvrage met également en évidence l'importance d'intégrer différents secteurs dans la quête de solutions durables. Dans un contexte global de crise climatique et de dégradation environnementale, l'expérience costaricienne peut servir de réplique et de modèle à d'autres nations qui sauront l'ajuster. Ces cas et ces expériences montrent la manière dont peuvent converger l'innovation, la participation et les connaissances scientifiques pour relever les défis d'aujourd'hui et garantir aux océans la résilience de demain.

Jorge Herrera Murillo
docteur en sciences de la terre, spécialisé en
physique de l'atmosphère
vice-recteur à la recherche
Universidad Nacional, Costa Rica
Décembre, 2024



I^{RE} PARTIE
Gouvernance et droit



Droit de la mer : il est urgent de légiférer pour consolider le droit de la mer

Carlos Murillo Zamora¹

Le droit sur l'utilisation de la mer connaît une évolution qui remonte à plusieurs millénaires et fait partie de l'objectif que l'être humain s'est fixé pour influencer et contrôler les espaces marins. De nombreuses règles afférentes à l'utilisation des espaces maritimes, actuellement en vigueur, remontent à l'époque de l'Empire romain ; elles ont ensuite été renforcées au cours des XVI^e et XVII^e siècles, notamment grâce aux contributions de juristes européens tels que Hugo Grotius, avec sa doctrine du *mare liberum* face à la thèse anglaise du *mare clausum*. Il faudra

¹ Carlos Murillo Zamora, docteur en Gouvernement et Politiques Publiques, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Relaciones Internacionales (École des relations internationales), carlos.murillo.zamora@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-5104-7675>

toutefois attendre le XX^e pour les voir véritablement se consolider en tant que *Corpus Juris*, au moyen d'une série de conférences internationales, dont trois notamment, convoquées par l'Organisation des Nations unies (ONU). Et c'est lors de la III^e Conférence des Nations unies sur le droit de la mer (1973-1982), qui s'est vue précédée par une série de travaux de commissions et de résolutions de l'ONU, qu'un mécanisme a été établi pour réglementer les activités au sein des différents espaces maritimes².

Ce *Corpus Juris* a évolué au fil d'une série de conventions et d'accords établissant des dispositions encadrant la projection des États sur les océans. Néanmoins, la plupart des espaces maritimes restaient sous le statut de haute mer, caractérisé par les libertés de navigation, de survol, de la pêche, de poser des câbles et des pipelines sous-marins, ainsi que de la recherche scientifique (art. 87, Convention des Nations unies sur le droit de la mer, CNUDM). Cet article incarne les principes du droit de la mer : liberté, souveraineté et patrimoine commun de l'humanité.

L'évolution du droit de la mer et de ses institutions a suscité la production de nombreux textes précieux à caractère général (Tanaka, 2012 ; Rothwell *et al.*, 2015)³. Pour le cas du Costa Rica, il suffit de se reporter aux textes de Murillo (2005 et 2017). Cet itinéraire a fait du droit de la mer non seulement la branche la plus ancienne du droit international, mais aussi la plus étoffée, étant donné sa complexité et son importance pour les États (Tanaka, 2012, p. 3).

Les États, notamment les États côtiers, en signant et en ratifiant la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM ou UNCLOS pour *United Nations Convention on the Law of the Sea*), ainsi que d'autres traités et accords complémentaires, sont tenus d'adopter la législation interne pour rendre effectif l'objectif de ce *Corpus Juris*. Dans l'introduction du texte de la CNUDM de 1984, il est indiqué qu'il s'agit d'un texte « (...) à facettes multiples, qui constitue un monument à la coopération internationale en matière d'élaboration de traités », une véritable constitution pour

2 Pour un compte rendu de ces actions, se reporter à l'acte final de la troisième Conférence des Nations unies sur le droit de la mer : https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/acte_final_fr.pdf

3 Pour une bibliographie détaillée sur l'évolution du droit de la mer et les caractéristiques de chacune des dispositions de la CNUDM, cf. *United Nations*, 2019.

les océans. Comme l'a déclaré le secrétaire général de l'ONU à l'époque, Pérez de Cuéllar, il s'agit donc bien d'une « transformation du droit international » (*Naciones Unidas*, 1984, p. xv).

Sans l'application à l'échelle nationale et la coordination des États, la CNUDM n'aurait été qu'une simple convention de plus. Il en a cependant résulté un texte réactif, dont la mise en œuvre requiert des États qu'ils soient des acteurs dynamiques dans l'évolution du droit de la mer. L'année 2024, qui marque le trentième anniversaire de l'entrée en vigueur de la Convention le 16 novembre, lui donne une résonance toute particulière. Au cours de ces trois décennies, la CNUDM a fonctionné comme un mécanisme institutionnel composé de la Division des affaires océaniques et du droit de la mer — elle-même rattachée au Bureau des affaires juridiques de l'ONU — parmi d'autres instances comme le Tribunal international du droit de la mer⁴, la Commission des limites du plateau continental et l'Autorité internationale des fonds marins, complétées par la Réunion des États parties.

L'objectif de cet article consiste à évaluer les dispositions de la CNUDM au regard de la législation à adopter par les États parties — en mettant l'accent sur le cas du Costa Rica — et la manière dont certaines mesures ont été souscrites. À cette fin, nous examinerons la situation actuelle de la Convention au regard des parties signataires, que nous compléterons ensuite par deux aspects : i) les activités des États au sein des instances mises en place par la Convention ; et ii) la participation au règlement des différends. En conclusion, nous évoquerons l'état d'avancement du Traité des Nations unies sur la haute mer, en mettant en lumière l'expérience costaricienne.

Les États parties et la situation de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM)

C'est le 10 décembre 1982, à Montego Bay, en Jamaïque, que la Convention de Montego Bay a réuni la signature de 119 États. Finalement, l'Acte final de la Conférence a été signé par 23 autres États participant de

4 Conformément à l'article 287, outre le Tribunal, les parties peuvent régler leurs différends devant la Cour internationale de Justice, un tribunal arbitral (annexe VII) et un tribunal arbitral spécial (annexe VIII).

plein droit. D'autres acteurs, tels que des mouvements de libération nationale et des organisations intergouvernementales, ont également pris part à l'initiative. La Partie XI, intitulée « la Zone », devait faire l'objet d'un accord pour son application. Cet accord est entré en vigueur le 28 juillet 1996. Par ailleurs, la date du 11 décembre 2001 marque l'entrée en vigueur de l'Accord aux fins de l'application des dispositions de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer du 10 décembre 1982 relatives à la conservation et à la gestion des stocks de poissons dont les déplacements s'effectuent tant à l'intérieur qu'au-delà de zones économiques exclusives (stocks chevauchants) et des stocks de poissons grands migrateurs.

En juillet 2024, 170 pays avaient ratifié la Convention (CNUDM). Le Costa Rica fut le 51^e État à déposer son instrument de ratification le 21 septembre 1992, le dernier de la liste étant Saint-Marin. Cent cinquante-trois États ont adopté l'Accord sur la Partie XI (l'adoption par le Costa Rica a eu lieu en septembre 2001). La conservation des espèces de poissons, quant à elle, a recueilli 93 ratifications (la ratification par le Costa Rica a eu lieu en juin 2001). Le 20 septembre 2023, l'accord relatif à la conservation et à l'utilisation durable de la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale, ou Accord sur la haute mer, a été ouvert à la signature, date choisie par le Costa Rica pour le signer. Lors de la signature ou de la ratification, les États peuvent formuler des déclarations dans l'intention de préciser certains critères, comme l'a fait le Costa Rica⁵.

L'Accord de 1995 sur les stocks de poissons chevauchants et les stocks de grands migrateurs n'a recueilli que 93 ratifications. Cet accord vise à « (...) assurer la conservation à long terme et l'utilisation durable des stocks de poissons chevauchants et des stocks de poissons grands migrateurs par l'application effective des dispositions pertinentes de la Convention » (art. 2). Cette convention contient 320 articles regroupés en 17 parties et 9 annexes. Jusqu'à la dixième partie, on peut considérer qu'elle recense, systématise et organise ce que l'on pourrait appeler « le droit de la

5 Le 10 décembre 1982, le Costa Rica a fait l'annotation suivante : « Le gouvernement du Costa Rica déclare que les dispositions de la législation costaricienne relatives au paiement des licences de pêche par les navires étrangers dans la zone économique exclusive doivent également s'appliquer à la pêche des espèces hautement migratoires, conformément aux stipulations du paragraphe 2 des articles 62 et 64 de la Convention ».

mer traditionnel », tel qu'il avait été adopté dans les Conventions de Genève et autres textes juridiques. La onzième partie et les suivantes (187 articles) constituent l'élément le plus novateur du droit international, car elles ne se contentent pas d'annoncer les règles qui régissent les espaces marins, mais mettent également en évidence les liens avec d'autres domaines thématiques des questions planétaires. Il est donc impératif que les États appliquent une législation rendant effectifs les obligations, engagements, devoirs et droits nés de la CNUDM.

La Convention et, de manière générale, les accords qui lui sont rattachés dans les différents domaines exigent que les États parties adoptent une série de dispositions légales et réglementaires internes. Cela s'impose comme une évidence avec l'aggravation des impacts négatifs de l'Anthropocène. C'est la seule manière de rendre effectives les obligations énoncées dans la Convention. C'est ainsi que l'ensemble des règles et des pratiques, aussi bien nationales qu'internationales, peuvent contribuer à l'instauration d'un ordre maritime et d'une gouvernance mondiale des océans. Par conséquent, comme le note A. Olivert (2022), c'est en relevant conjointement les défis et les menaces qui pèsent sur les océans que se concrétise le rôle de la CNUDM. Il s'agit là d'une caractéristique essentielle de ce *Corpus Juris* puisque le développement de l'ordre océanique mondial⁶ est indissociable du développement du droit international (Olivert, 2022, p. 26) et de la gestion des espaces maritimes et marins par les États côtiers, même de ceux qui se trouvent en situation géographique défavorable ou dépourvus de littoral marin. Confrontée à une crise océanique sans précédent de par la pollution plastique, la surpêche et les effets du changement climatique, la communauté internationale n'a d'autres choix que de mettre en place des actions urgentes pour préserver la santé des océans et de la planète. Néanmoins, l'ampleur et la complexité d'une telle problématique exigent une réponse coordonnée à l'échelle internationale, fédératrice de l'ensemble des protagonistes concernés, depuis les États jusqu'aux communautés locales,

6 Il est même redondant de faire allusion à un « ordre mondial » des océans, car lorsqu'on se réfère aux océans (contrairement aux îles et aux continents), on fait systématiquement allusion à leur dimension planétaire.

en passant par les organisations non gouvernementales, une cause à laquelle le Costa Rica a activement pris part.

Obligations nées de la Convention de Montego Bay : leur mise en œuvre par le biais de la législation nationale

La Convention de Montego Bay a établi un ensemble d'obligations directes, découlant de l'exercice de droits (*entitlements*) via des actions étatiques et des instruments internationaux complémentaires devant être mis en œuvre par les États pour être conformes aux dispositions de la Convention (*United Nations, 2004*). Cela s'explique par le fait que le texte conventionnel est considéré, comme indiqué précédemment,

« (...) comme le cadre juridique général dans lequel doivent s'inscrire toutes les activités menées dans les mers et les océans ». Il établit également les droits et les obligations des États dans l'exercice de ces activités, y compris celles relatives à la navigation, aux ressources vivantes et non vivantes, à la protection et à la préservation de l'environnement marin, à la recherche scientifique marine et au développement, ainsi qu'au transfert de technologies marines, dans l'ensemble des zones maritimes prévues par la Convention. » (*United Nations, 2024, p. 1*).

Par conséquent, le droit de la mer, tel qu'il est établi dans la CNUDM, constitue un « système institutionnel »⁷ dans lequel certaines institutions existaient déjà avant l'adoption de la Convention, tandis que d'autres ont vu le jour après l'adoption du texte en 1982. Le cadre juridique de la mer établi par la Convention couvre un large spectre, depuis les zones maritimes placées sous juridiction nationale (mer territoriale, zone contiguë, zone économique exclusive et plateau continental) jusqu'aux zones internationales (« la Zone » et les fonds marins). Ce système englobe, en outre, les régimes

7 En relations internationales, le concept d'*institutions* fait référence à trois types de structures : les ensembles de règles et de normes qui régissent la conduite des acteurs étatiques et non étatiques, les régimes internationaux, et les organisations internationales, intergouvernementales ou non gouvernementales.

internationaux et les organisations créées en vertu de la Convention, ainsi que les relations avec divers acteurs, aussi bien étatiques que non étatiques (Treves, 1998). La Convention sur le droit de la mer assigne aux États côtiers un certain nombre de responsabilités en lien avec leurs zones maritimes placées sous juridiction nationale, parmi lesquelles la conservation et la gestion rationnelle des ressources marines vivantes et non vivantes, la sécurité de la navigation et la protection du milieu marin en général sont à souligner (Treves, 1998, pp. 327-328). Elle établit également un cadre juridique permettant la résolution pacifique des conflits susceptibles de survenir dans le cadre de l'application de la Convention. Ainsi, selon Treves,

cela est principalement dû au fait que plusieurs articles prévoient des actions de coopération avec des instances existantes dans les domaines de la pêche, des mers fermées et semi-fermées, de la protection et de la préservation du milieu marin, de la recherche scientifique marine, ainsi que du développement et du transfert de technologies marines. (1998, p. 327).

La résolution des conflits constitue l'un des aspects les plus développés de la CNUDM, car nombreuses sont les affaires portées devant les instances juridiques et les mécanismes mis en place pour contraindre au respect des obligations (Sobenes & Loza, 2017 ; Tanaka, 2012, chapitre 13). L'un des domaines qui revêt une importance croissante est celui du lien avec l'Accord de Paris et d'autres engagements internationaux pris depuis le Sommet de Rio concernant le changement climatique (Klerk, 2021) ; les États peuvent également porter plainte pour des activités liées au non-respect de l'obligation de délimiter les espaces maritimes (Liao, 2021).

Le Costa Rica est l'un des pays qui a mis en œuvre le plus grand nombre de réglementations pour assurer la protection des ressources marines, en plus d'avoir signé divers accords et conventions (Cajiao, 2008). Il a également formulé des politiques publiques sur les mers relevant de sa juridiction. La Politique nationale de la mer et la Stratégie pour la gestion intégrale des ressources marines et côtières (Commission interinstitutionnelle de la Zone économique exclusive du Costa Rica, 2008) méritent d'être soulignées. À cela s'ajoutent certaines lois dans des domaines spécifiques incluant des dispositions liées aux activités marines et maritimes.

Activités des États parties au sein des instances établies par la Convention de Montego Bay

Parmi les instances instaurées par la Convention de Montego Bay, cette section fait référence à la Commission des limites du plateau continental, à l'Autorité internationale des fonds marins, et au Tribunal international du droit de la mer. Dans le premier cas, les États estimant avoir le droit d'étendre leur plateau continental au-delà des 200 milles marins (par. 8, art. 76) doivent soumettre une demande à cette commission, en faisant prévaloir leur droit à l'extension. Il s'agit d'un processus complexe qui doit respecter les procédures et les directives, à la fois scientifiques et techniques, établies par la Commission. Au 17 juillet 2024, 95 demandes ont été reçues ; toutefois, environ 50 % d'entre elles ont été déposées et sont en attente de la mise en place de la sous-commission ou de la formulation de recommandations avant leur formalisation.

Le 16 décembre 2020, le Costa Rica et l'Équateur ont été les 86^e pays à soumettre une demande à la Commission, telle qu'actée dans le document CLCS/54/2 en date du 28 mars 2022. Ce document atteste du dépôt et de l'établissement de la future sous-commission compétente⁸ ; il est le fruit de plusieurs années de négociations et de travail bilatéral entre les délégations politiques et techniques des deux pays. En matière de règlement des différends, le Tribunal international du droit de la mer (basé en Allemagne, à Hambourg) a été saisi de 33 affaires portant essentiellement sur des incidents de navigation. Plutôt que de recourir à d'autres mécanismes de résolution des conflits, le Costa Rica a préféré saisir la Cour internationale de Justice pour le règlement de ses différends maritimes avec le Nicaragua. Ce choix délibéré relève d'une préférence stratégique et d'une évaluation des résultats escomptés. Quant aux délimitations avec la Colombie, l'Équateur et le Panama, le recours aux instances internationales n'a pas été nécessaire.

8 Le résumé exécutif de la proposition conjointe est consultable à l'adresse : [https://www.un.org/depts/los/clcs_new/submissions_files/criecu_86_2020/PART-I%20\(secured\).pdf](https://www.un.org/depts/los/clcs_new/submissions_files/criecu_86_2020/PART-I%20(secured).pdf)

Adoption de l'Accord sur la haute mer

L'Accord se rapportant à la Convention de Montego Bay et portant sur la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale, abrégé sous l'appellation « Accord BBNJ » (*Marine Biodiversity of Areas Beyond National Jurisdiction*) a été signé par 88 États le 20 septembre 2023. Il regroupe aujourd'hui la signature de 108 États et constitue la principale avancée, depuis l'adoption de la Convention, en matière de régulation des activités au-delà des 200 milles marins de la ZEE. Le texte conventionnel (partie VII) s'était limité à enregistrer le droit coutumier (section 1, Dispositions générales) et certaines normes pertinentes (section 2) en matière de conservation et de gestion des ressources vivantes en haute mer. L'objectif général, selon l'article 2, assure « (...) la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale, dans l'immédiat et à long terme, grâce à l'application effective des dispositions pertinentes de la Convention », laquelle exige un renforcement de la coopération et de la coordination internationales. Cette étape représente une avancée significative vers une gouvernance des océans plus efficace ; en particulier, dans une région où les ressources marines sont soumises à une pression accrue, menaçant la biodiversité et la santé des écosystèmes (Hart, 2008). Le ministère des Affaires étrangères et du Culte a transmis le dossier numéro 24373 pour ratification à l'Assemblée législative le 7 juin 2024. Dans l'exposé des motifs, il est indiqué que « le Costa Rica a fait montre d'un leadership couronné de succès, pleinement reconnu, aussi bien par ses ressortissants que par la communauté internationale ». Le projet de loi a été transféré à une sous-commission de la Commission des Relations internationales et du Commerce extérieur pour étude et recommandation, et se trouve en phase de consultation auprès d'institutions et d'organisations de la société civile.

Une pratique au ministère des Affaires étrangères et du Culte a consisté à retarder l'envoi des accords internationaux au Congrès — en l'occurrence, ceux portant sur la mer —, comme cela a été mentionné dans le cas de la Convention de Montego Bay. Les procédures les plus

longues ont été celles des Conventions de Genève de 1958, adoptées par les lois 4940 (Haute mer) de 1971, 5031 (Mer territoriale) et 5032 (Pêche et Conservation) de 1972.

Certaines références aux initiatives de réglementation concernant les espaces marins et maritimes

La loi n° 7291 portant approbation de la ratification de la CNUDM a été publiée en 1992 (dix ans après sa signature). Entre-temps ont été adoptées les dispositions relatives aux poissons chevauchants et migrateurs par la loi n° 8059 de février 2001 et l'accord sur la partie XI de la Convention par la loi n° 8172 du mois d'août 2001.

Une tâche en suspens au Costa Rica est l'adoption d'une loi régissant les espaces maritimes. En janvier 2011, le projet de loi n° 17 951 a bien été présenté, mais l'initiative n'a pas abouti.

En juillet 2012, le décret n° 37 212 portant création de la Commission nationale marine a été adopté. Toutefois, le décret exécutif n° 38014 officialisant la Politique nationale de la mer 2013-2028 et responsabilisant la Commission nationale de la mer d'articuler, d'intégrer et de concilier les politiques relatives aux affaires marines a été publié en février 2014. Cependant, la rotation du personnel clé au sein des différents gouvernements a interrompu la continuité de ces propositions, entravant ainsi l'élaboration de stratégies globales et, à long terme, la gestion des écosystèmes marins.

En juin 2019 a été adopté le décret n° 41 775 sur le mécanisme de gouvernance des espaces marins soumis à la juridiction de l'État costaricien, portant modification du décret n° 38014 et révocation d'autres dispositions en la matière.

Recommandations

Il incombe aux États d'assurer l'application effective du droit de la mer au sein de leurs juridictions nationales. L'intégration des dispositions de la CNUDM et d'autres instruments connexes dans les cadres juridiques

nationaux est fondamentale pour relever les défis de la protection des océans à l'ère de l'Anthropocène. Les droits des États sont divers et variés, mais les obligations et les devoirs des gouvernements, des acteurs non étatiques et de la communauté internationale pour protéger les espaces marins et garantir la conservation de leurs ressources, vivantes et non vivantes, pour les générations futures sont d'autant plus complexes.

Le gouvernement costaricien, au même titre que tous les États, doit procéder à une remise à plat intégrale de sa législation nationale relative au droit de la mer pour procéder aux mises à jour nécessaires, avec une urgence particulière concernant les aspects liés au Traité des Nations unies sur la haute mer, étant donné que les avancées sont lentes à l'Assemblée législative. C'est pourquoi il est recommandé de créer un département des Affaires maritimes et marines au sein du ministère des Affaires étrangères et du Culte, qui soit rattaché à la direction de la Politique étrangère. Il est important que ce nouveau département ait des responsabilités autres que celles déjà assignées au département des Délimitations, des Frontières et des Traités internationaux, chargé de préparer les documents pour initier la procédure législative d'adoption des textes internationaux souscrits par le pays. Son rôle devrait notamment être celui de « prendre en charge et [d'] assurer le suivi des questions frontalières et de sécurité juridique pour préserver la souveraineté nationale ».

Pour le Costa Rica dont la superficie est constituée d'espaces maritimes à 92 %, l'existence d'un Institut des Affaires maritimes et marines est un impératif. En coordination avec le ministère susmentionné et des instances ministérielles comme le ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MAG), le ministère de la Planification nationale et de la Politique économique (Mideplan), le ministère de la Sécurité (Seguridad) et le ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Minae), auxquelles viendront s'ajouter d'autres institutions telles que l'Incopescas, il veillera à mettre en œuvre la politique de la mer et sera l'organe chargé de la gestion des espaces marins et maritimes.

La déduction s'impose : selon la problématique exposée ici, la question du droit de la mer est une question qui relève de la politique d'État, et non une affaire d'ordre gouvernemental ; or dans de nombreux pays — le Costa Rica ne faisant pas exception à la règle —, cette vision

à long terme des autorités gouvernementales sur la gestion marine et maritime est inexistante. C'est pourquoi il est recommandé d'adopter une politique d'État sur les eaux costariciennes, soutenue non pas par un document de nature politique, mais par une législation, afin d'éviter que chaque nouvelle administration ne réduise à néant l'ensemble des efforts préalablement accomplis.

Références bibliographiques

- Cajiao, M. (2008). Régimen legal de los recursos marinos y costeros en Costa Rica. Fundación AMBIO. <https://www.yumpu.com/es/document/view/30663091/regimen-legal-de-los-recursos-marinos-y-costeros-en-costa-rica>
- Comisión Interinstitucional de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica [Commission interinstitutionnelle de la Zone économique exclusive du Costa Rica]. (2008). Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros de Costa Rica. Comisión Interinstitucional Zona Económica Exclusiva de Costa Rica.
- Hart, S. (2008). *Elements of a Possible Implementation Agreement to UNCLOS for the Conservation and Sustainable Use of Marine Biodiversity in Areas beyond National Jurisdiction*. UICN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/eplp-ms-4.pdf>
- Klerk, B. (2021). Climate Change Obligations under the Law of the Sea: Interpreting UNCLOS in light of the Paris Agreement. [Master thesis]. University of Oslo. <https://www.duo.uio.no/bitstream/handle/10852/92200/1/PILTHESIS-Candidate-8006.pdf>
- Liao, X. (2021). The Road Not Taken: Submission of Disputes Concerning Activities in Undelimited Maritime Areas to UNCLOS Compulsory Procedures. *Ocean Development & International Law*. 52(3): 397-324. <https://doi.org/10.1080/00908320.2021.1959772>
- Murillo, C. (2005). Derecho del Mar y manejo marino-costero en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 30(1) : 30-37.

- Murillo, C. (2017). *Costa Rica y el derecho del mar* (2^a edición). EUNED.
- Naciones Unidas [Nations unies]. (1984). *El Derecho del Mar. Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar*. Naciones Unidas.
- Olivert, A. (2022). The role of UNCLOS in upholding maritime order and global ocean governance: A new global order for the oceans through leadership and pressure points. *Maritime Affairs: Journal of the National Maritime Foundation of India*, 18(1): 26-41. <https://doi.org/10.1080/09733159.2022.2091571>
- Rothwell, D., Oude, A., Soctt, K, & Stephens, T. (Eds.) (2015). *The Oxford Handbook of the Law of the Sea*. Oxford University Press.
- Sobenes, E. & Loza, C. (2017). The Obligations of the Parties under the Law of the Sea Convention Pending the final settlement of a Maritime Delimitation dispute over the Continental Shelf. In P. Fernández-Sánchez (Ed.), *New Approaches to the Law of the Sea* (pp. 99-110). Nova Science Publishers.
- Tanaka, Y. (2012). *The International Law of the Sea*. Cambridge University Press. https://www.mpil.de/files/pdf2/mpunyb_treves_2.pdf
- Treves, T. (1998). The Law of the Sea “System” of Institutions. *Max Planck Yearbook of United Nations Law*, vol. 2, p. 325-340. https://www.mpil.de/files/pdf2/mpunyb_treves_2.pdf
- United Nations. (2004). *The Law of the Sea. Obligations of States Parties under the United Nations Convention on the Law of the Sea and Complementary Instruments*. E.04.V5 United Nations DOALOS. https://www.un.org/depts/los/doalos_publications/publicationtexts/E.04.V5.pdf
- United Nations. (2019). *The Law of the Sea. A Selected Bibliography 2013*. United Nations DOALOS. <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789210478946/read>



Enjeux de la délimitation et de l'extension des aires marines : le cas du parc national de l'île Cocos, Costa Rica

Rafael Gutiérrez Rojas⁹

Dès la fin du XIX^e siècle, le Costa Rica a instauré des réglementations environnementales, essentiellement inspirées par des chercheurs européens tels que Henri Pittier, Alexander von Frantzius, Karl Hoffmann et Anders Oersted. Sous l'impulsion de figures costariciennes telles que José Cástulo Zeledón, ces scientifiques ont encouragé la création d'institutions dédiées aux sciences naturelles et à la protection de zones naturelles, principalement dans le but de préserver les ressources en eau.

⁹ Rafael A. Gutiérrez Rojas, master en Écotourisme et Gestion des Aires Protégées, ancien directeur du Sistema Nacional de Áreas de Conservación-Sinac (c'est le système national des aires de conservation) et ancien vice-ministre de l'Environnement, rafagutiero@gmail.com

Parmi quelques exemples de réglementations, figure la loi numéro 65 de 1888 qui a transformé les terres situées autour du volcan Barva et du mont Zurquí en une zone inaliénable pour assurer les ressources en eau aux populations de Heredia, Barva et Alajuela (Hilje, 2013). Par la suite, au XX^e siècle, vers la fin des années soixante, ont également été mis en place la direction des Parcs nationaux, le département de la Vie sauvage, la direction générale forestière et la direction du ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MAG).

Cette période, qui s'étendra pendant les années soixante-dix, marque le début du processus de création des aires protégées, principalement dans les catégories des parcs nationaux, des réserves biologiques, des zones tampons, des refuges de vie sauvage et des réserves forestières. C'est au cours de cette période qu'ont été créés les parcs nationaux du volcan Poás, Santa Rosa, Cahuita, Tortuguero, Braulio Carrillo et des réserves forestières comme Los Santos et la Cordillère volcanique centrale, entre autres (Boza, 2015). C'est en 1978 qu'a été créé le parc national de l'île Cocos (PNIC) ; officiellement rattaché au territoire national en 1869, cet espace insulaire vise à protéger les espèces et les écosystèmes marins, ainsi qu'à contrer les effets de la pêche illégale et à conserver à l'état naturel un bastion volcanique situé à environ 500 km de la côte Pacifique du pays.

Bien que la loi organique sur l'environnement promulguée en 1995 ait posé les critères pour la création d'aires protégées, les paramètres étaient encore généraux d'un point de vue technique. Ainsi, dans certains rapports, le classement ou le changement de catégorie des aires protégées n'était pas uniforme. Cette situation a été réformée par la loi sur la biodiversité de 1998, notamment par ses articles 71 et 72 qui clarifient les paramètres pour l'élaboration des études techniques nécessaires à l'établissement, à la modification ou au changement de catégorie d'aire protégée.

Ces rapports techniques doivent inclure les objectifs de création de l'aire proposée et des recommandations sur la catégorie de gestion la plus appropriée, des paramètres sur la pertinence et la fragilité des écosystèmes concernés, les populations sauvages, ainsi que les caractéristiques géologiques ou géomorphologiques de l'aire proposée. La clarté est également de mise concernant le régime de propriété foncière — qu'il soit public, privé ou mixte dans l'aire proposée —, l'existence de ressources financières

suffisantes pour l'acquisition des terrains concernés (le cas échéant) et la garantie de leur protection et leur gestion adéquates à long terme, dans le cas de propriétés privées formellement inscrites.

Un élément fondamental de l'étude technique à considérer est la consultation obligatoire des populations autochtones ou des communautés locales susceptibles de se voir affectées ou touchées par un impact quelconque du fait de la création ou de la modification d'Aires sauvages protégées (ASP). En outre, lorsque des modifications précises sont effectuées en vue d'élever une catégorie de gestion, les motifs justifiant la proposition de changement de catégorie doivent être examinés dans le rapport.

En 2008, la Convention sur la diversité biologique (CDB) a amorcé un processus pour identifier et localiser les aires marines pertinentes ou d'importance écologique ou biologique (AIEB) à l'échelle mondiale, dans le but de protéger et de préserver efficacement la biodiversité marine. Elle a tenu compte du fait que, dans de nombreux points du globe, les ressources pour les études techniques sont limitées, malgré la grande richesse des milieux marins et la présence abondante d'espèces hautement productives. Des études menées aux différents points de la planète indiquent que de nombreuses espèces rares ou uniques sont localisées dans des zones dotées de certaines caractéristiques, et sont donc sensibles ou vulnérables aux menaces que représentent certaines activités humaines, en particulier la surpêche et la pollution (CDB, 2016).

Les discussions tenues lors de la Convention sur la biodiversité et l'intérêt des gouvernements à renforcer le secteur marin ont incité, en 2008, le Système national des aires de conservation (Sinac) à organiser, promouvoir et diriger une étude visant à générer des données sur les écosystèmes qui n'étaient pas correctement intégrés dans le processus de conservation. Ces données ont servi, à leur tour, à définir des mécanismes pour la planification des aires protégées. C'est ainsi qu'est née la « Proposition d'aménagement du territoire pour la conservation de la biodiversité au Costa Rica », désignée sous le nom de GRUAS II. Cette étude faisait suite à une étude précédente du même ordre, qui n'avait toutefois pas pris en compte les aires marines et fluviales du pays. Ce projet incluait l'analyse intitulée « Lacunes dans la représentativité et l'intégrité de la biodiversité marine et côtière », considérée comme la première

initiative d'identification des sites importants pour la conservation des milieux marins et côtiers du Costa Rica.

Cette analyse a guidé le pays dans l'élaboration de stratégies de sensibilisation et d'intégration de ces sites marins et côtiers dans le système national des aires protégées. Cela s'est fait par le biais de différents mécanismes et catégories de gestion. Par exemple, l'intégration des aires marines gérées telles que celles des monts Sous-Marins (Montes Submarinos), Cabo Blanco, Santa Elena et Barra de Colorado, a favorisé aussi bien la conservation que l'exploitation responsable des ressources marines et l'extension des aires déjà existantes sous des catégories de gestion strictes. Cette étude a révélé l'absence de mécanismes de zonage, de planification et de gestion des aires marines au Costa Rica ; un constat qui a fait prendre conscience de l'importance du zonage marin pour faciliter la gestion, l'utilisation et la conservation intégrale des ressources marines dans le pays (Sinac, 2008).

Par ailleurs, l'île Cocos et la chaîne des monts Sous-Marins au large de l'île comptent parmi les zones qui présentent des lacunes en matière de conservation, selon l'analyse de l'initiative GRUAS II, car elles n'intègrent pas des écosystèmes cruciaux à l'intérieur de leurs délimitations. Bien que ces sites aient été officiellement classés avant 2021 par les mécanismes juridiques adéquats (décrets exécutifs et lois de la République, notamment), ils ne couvrent pas l'ensemble des sites à intérêt environnemental à l'intérieur de leurs délimitations existantes. C'est ce qu'indiquent des études technico-scientifiques, basées sur des données représentatives de l'ensemble de la Zone économique exclusive (ZEE) de l'océan Pacifique du Costa Rica, et des conclusions d'initiatives régionales, qui avaient identifié la nécessité d'étendre ces Aires sauvages protégées (ASP). Cette extension était alors cruciale pour assurer la conservation des espèces endémiques, résidentes et pélagiques de la faune et de la flore marines et insulaires, a le maintien des services écosystémiques qu'elles offrent. L'étude en question comportait deux lignes d'action fondamentales pour le Sinac, à savoir, la quête de mécanismes avec d'autres institutions pour favoriser la planification de l'espace marin, et l'extension des aires existantes en y intégrant des écosystèmes à valeur biologique.

Processus d'extension du parc national de l'île Cocos et de l'aire gérée des monts Sous-Marins

Sous l'égide de la Direction de l'aire de conservation marine de l'île Cocos et, à partir de 2017, avec l'appui d'organisations environnementales, de la coopération internationale, et grâce à ses fonds propres, des études techniques spécifiques ont été entreprises pour justifier le bien-fondé ou le rejet du processus d'extension ou de modification des délimitations des aires sauvages de l'île Cocos et des monts Sous-Marins. Ces études incluent :

- a. *L'importance des écosystèmes et des populations du site concerné : le parc national de l'île Cocos, l'aire marine gérée des monts Sous-Marins et les eaux adjacentes de l'aire marine de conservation de Cocos.*
- b. *L'estimation financière des services écosystémiques dans l'aire marine de conservation de Cocos et ses eaux adjacentes, en plus des dépenses actuelles.*
- c. *L'estimation du consentement à payer des visiteurs pour une éventuelle extension de la protection des écosystèmes et des espèces de l'aire marine de conservation de Cocos et de ses eaux adjacentes, en plus des dépenses actuelles.*
- d. *L'estimation de la biomasse halieutique dans la zone économique exclusive du Costa Rica et les zones d'intérêt comprises dans cette zone.*
- e. *L'estimation de la biomasse halieutique dans l'aire marine de conservation de Cocos et ses eaux environnantes et la prédiction de la probabilité de débarquement des espèces en fonction des conditions bioclimatiques.*
- f. *La caractérisation de la flotte palangrière au Costa Rica.*
- g. *La priorisation du zonage de la zone économique exclusive du Costa Rica dans le Pacifique, basée sur les objectifs de conservation et d'usages (Sinac, 2020), complétée par un rapport technique. Les résultats de ces études et les critères des experts et du personnel du Système national d'aires de conservation — Aires marines de conservation de*

l'île Cocos ([Sinac-ACMIC](#)) ont permis d'identifier les principales lacunes en matière de conservation des écosystèmes et des espèces dans l'aire de l'île Cocos et des monts Sous-Marins.

Parc national de l'île Cocos : caractéristiques et défis

Depuis que l'île a été classée « parc national » en 1978 par le décret exécutif n° 8748-A, ratifié par la suite par l'article 1^{er} de la loi n° 6794, il a été déterminé que le modèle le plus approprié pour la conservation de sa biodiversité et des écosystèmes associés à l'île Cocos était la catégorie de « parc national ». Des études ultérieures ont reconnu le bon état de conservation de ces écosystèmes et de leurs services écosystémiques, montrant également une différence marquée avec d'autres aires adjacentes hors de cette catégorie de gestion.

Selon les méthodologies de gestion des aires protégées promues par l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) et adoptées au Costa Rica, les aires protégées planifient leur développement, leur gestion et leur administration selon la méthodologie des hautes valeurs de conservation. Ces éléments se basent sur les attributs naturels et culturels les plus représentatifs, ainsi que sur les composantes de la biodiversité en danger ou vulnérables. Cette méthodologie a été utilisée dans le cas du PNIC, et les éléments clés de gestion (ECG) suivants ont été identifiés dans son plan de gestion général : formations récifales, formations géologiques (plus particulièrement, pinacles et îlots), espèces pélagiques (requins, raies et marlins), présence de forêts sur l'île et héritage historico-culturel ([Sinac, 2013](#)).

Les études montrent également que certaines des espèces identifiées dans l'aire protégée de l'île Cocos, définies comme cibles de conservation, sont hautement migratoires, ce qui les rend vulnérables lorsqu'elles quittent l'aire protégée ([Arauz et al., 2014](#)). Il a également été constaté que les formations géologiques telles que les pinacles et les monts sous-marins — certains d'entre eux sont d'une grande importance biologique — ne sont pas protégées, alors qu'il s'agit d'écosystèmes essentiels pour garantir les processus écologiques de la plupart des espèces marines considérées comme éléments clés de gestion.

Selon des études réalisées à l'échelle mondiale et régionale, les écosystèmes tels que ceux des monts Sous-Marins contribuent de manière significative à la diversité et à l'abondance de la faune marine par le maintien des chaînes alimentaires complètes et leurs services écosystémiques. Après avoir analysé les résultats des études techniques et discuté de l'état de conservation des espèces et des écosystèmes de l'île Cocos, ainsi que de la viabilité de son maintien à long terme, il a été conclu qu'il était urgent et nécessaire d'agrandir la zone géographique classée « parc national ». Cela permettrait d'assurer le maintien des processus écologiques présents dans le secteur. La nécessité de mettre en place des mesures plus strictes pour la protection de l'écosystème a été reconnue, ce qui permet des activités d'utilisation indirecte, telles que le tourisme naturel ou à faible impact, la recherche et l'éducation environnementale, afin de réduire l'impact sur la fragilité des processus écologiques et la diminution des espèces, parmi d'autres problèmes potentiels à même de survenir.

L'extension du PNIC devrait assurer la représentativité des écosystèmes et des espèces vulnérables, en particulier les espèces pélagiques et les formations géologiques. En outre, il s'agit de jeter les bases d'une gestion et d'une administration efficaces qui protègent les éléments clés de gestion et favorisent leur utilisation appropriée afin de renforcer les groupes impliqués dans la gestion du parc national (Sinac, 2021).

Aire marine gérée des monts Sous-Marins : caractéristiques et enjeux

Selon l'article 70 du règlement n° 34433 de la loi sur la biodiversité, les principaux objectifs des aires marines gérées sont les suivants : a) assurer l'utilisation durable des ressources marines, côtières et océaniques ; b) conserver la biodiversité au niveau des écosystèmes, des espèces et des gènes ; et c) préserver les services environnementaux, ainsi que les caractéristiques culturelles et traditionnelles.

Dans le cas du PNIC et de l'aire marine gérée des monts Sous-Marins (AMGMS), les études techniques ont révélé la grande vulnérabilité des écosystèmes et des espèces associés, avec une protection insuffisante pour

nombre d'entre eux ; il s'agit principalement de monts sous-marins et de pinacles cruciaux pour la conservation des processus écologiques et essentiels également à la migration marine. Ces écosystèmes relient, au moins partiellement (dans le cadre de programmes de conservation) les aires marines protégées du corridor marin du Pacifique Est tropical. Il est donc nécessaire d'y intégrer de nouveaux écosystèmes afin de respecter les dispositions de l'article 70 susmentionné du règlement de la loi sur la biodiversité.

Étant donné que l'extension d'une aire marine gérée de ce type et celle des écosystèmes associés impliquerait une extension sur la mer considérable, il a été proposé de renforcer les processus nécessaires à une gestion adéquate, conformément aux objectifs de gestion actuels et à ceux qui pourraient être définis à l'avenir. Cela est crucial pour réduire les pressions exercées sur les ressources marines, aussi bien à l'intérieur de l'aire sauvage protégée qu'au sein du PNIC, l'aire en question ayant servi de zone tampon pour le parc. D'autre part, il a été constaté que différents groupes manifestaient un intérêt particulier pour l'exploitation des ressources naturelles à des fins touristiques, de recherche et de pêche dans l'aire à l'étude. Ce point a mis en évidence la nécessité de mettre en place des règles de gestion, profitables aux différents secteurs, sans que la pression exercée ne représente une menace pour l'intégrité des ressources.

Compte tenu des études et des analyses mentionnées antérieurement, l'extension de l'AMGMS a été jugée nécessaire pour protéger les ressources sensibles, les espèces vulnérables et les corridors migratoires, ainsi que pour promouvoir des utilisations durables au profit des communautés et des groupes d'intérêt. L'importance de disposer de mécanismes de gouvernance adéquats et de renforcer les actions conjointes entreprises par le Costa Rica depuis 2001 a également été soulignée. Cet engagement inclut la signature d'accords régionaux pour la création du corridor marin du Pacifique Est tropical, ainsi que l'engagement du pays envers la Convention sur la biodiversité et la réalisation des objectifs pour 2030.

Processus de consultation

Ce processus comporte plusieurs scénarios et étapes visant à encourager la participation de groupes pertinents et d'intérêt aux résultats

éventuels de l'extension du PNIC et de l'AMGMS. Entre mars et juillet 2021, le premier volet s'est déroulé dans le cadre d'une vingtaine de réunions de travail pour recueillir les opinions et les critères des groupes impliqués sur la possibilité d'une extension des aires protégées en question. Il s'agissait, en outre, d'évaluer la faisabilité technique, financière et juridique de la proposition. Des représentants du milieu universitaire, des institutions gouvernementales et des secteurs de la production, du tourisme et de la pêche ont participé au processus. Les sujets abordés ont porté sur l'agenda international, les engagements internationaux en matière environnementale, les engagements envers les donateurs et la coopération internationale, ainsi que le bien-être environnemental, économique et communautaire.

Parmi les résultats obtenus, ce processus a notamment souligné l'importance de parvenir à des accords partiels, la nécessité de connaître et d'aborder les intérêts et les besoins des différents groupes, ainsi que les conditions de la future gouvernance. Le deuxième volet s'est traduit par l'organisation de tables rondes multisectorielles entre le 20 et le 23 juillet 2021. Ces tables rondes ont été mises en place grâce à la participation du secteur gouvernemental, du milieu universitaire, des organisations non gouvernementales pour la protection de l'environnement, de la pêche et du tourisme. Ces forums de discussions et d'échanges ont été programmés selon une approche méthodologique uniforme afin d'obtenir des résultats comparables entre les différentes sessions. Au total, 70 acteurs issus de diverses structures ont participé, chacun se répartissant en fonction de son secteur et de son sujet d'intérêt particulier.

Au cours de ces réunions, certains secteurs ont exprimé leur désaccord avec la manière dont les informations étaient traitées ainsi qu'avec le processus de consultation antérieur. En réponse, des sessions supplémentaires ont été organisées, aussi bien avec le secteur de la pêche pour revoir les données sur l'activité de pêche et améliorer la proposition, qu'avec un groupe d'experts pour obtenir des rétroactions techniques sur les analyses de scénarios d'extension du PNIC et de l'AMGMS. Enfin, une réunion plénière de retour d'informations a eu lieu, au cours de laquelle des suggestions ont également été proposées à propos de modifications éventuelles à la proposition d'extension et la possibilité de repositionner l'orientation du polygone d'extension vers le sud. Certains groupes ont insisté sur le fait qu'ils n'étaient

pas parvenus à un consensus et qu'il fallait élargir le processus de consultation. En tant qu'organe chargé de l'administration des aires protégées, le Minae-Sinac a donc décidé, avec l'appui d'autres instances gouvernementales, de procéder à la tenue de groupes de travail supplémentaires. Cette étape a donc ouvert une troisième phase de consultation, qui s'est déroulée du 15 octobre au 12 novembre 2021, à Puntarenas, ville choisie pour faciliter la participation des différents groupes de pêcheurs aux tables de discussion.

Une cinquantaine de personnes ont participé à chacune des sessions, en représentation de 23 organisations différentes, parmi lesquelles des organisations de la société civile, essentiellement issues du secteur productif et du milieu universitaire. Au terme de ces réunions, une proposition d'extension a été élaborée, à la suite de quoi un dossier justificatif technique a été monté, puis mis en ligne sur le site web du Minae pour recueillir des contributions et des commentaires, qui ont été analysés par les équipes techniques. Les suggestions jugées pertinentes ont ensuite été intégrées à la proposition finale ; d'autres ont été rejetées.

Bien que le processus de consultation ait été mené à différents niveaux et auprès de secteurs variés, le projet a rencontré des objections, principalement de la part de certains groupes de pêcheurs, ce qui a conduit à une réaction argumentée de la part du Minae-Sinac, l'organe chargé du processus d'extension des aires marines.

Parmi les arguments soulevés, ces groupes ont critiqué le manque d'accessibilité à l'information de l'organe gouvernemental. Il a été rétorqué que ces données étaient disponibles sur le site web de l'institution, permettant à tout usager de les consulter. Par ailleurs, certains ont avancé que les aires marines gérées interdisaient la pêche, mais il a été rappelé que la pêche réglementée y était autorisée, sauf dans les aires classées « parcs nationaux ».

Les opposants ont aussi fait valoir qu'il était excessif de consacrer près de 30 % de la mer territoriale aux aires marines protégées d'autant que le Costa Rica protégeait déjà près de 46 % de son espace marin. Cependant, il a été précisé au secteur que les aires de protection ne pouvaient être assimilées aux mesures de gestion halieutique, telles que les polygones de pêche au thon, et que le pays ne dispose donc pas de tels niveaux de protection pour ses ressources marines. Certains ont également affirmé que cette proposition pourrait entraîner un grand nombre de pertes d'emploi,

bien qu'aucune étude n'étaye cette affirmation. Au contraire, les données mondiales prouvent que la protection des secteurs marins peut améliorer les conditions de pêche, notamment en raison de facteurs tels que l'effet de débordement et l'augmentation de l'abondance des espèces au sein des secteurs protégés. Par ailleurs, le tourisme, qui repose sur des espaces dûment protégés, est une activité en pleine expansion. Il a été indiqué que la mise en place d'une aire de cette ampleur concentrerait l'effort de pêche sur une portion réduite du territoire maritime. Or, il a été avancé est que les flottes auraient toujours accès à 70 % des eaux costariciennes non protégées, et que la pêche réglementée resterait autorisée à l'intérieur de l'aire marine gérée.

Proposition technique

Après avoir procédé à la réalisation des études techniques correspondantes et à l'exécution des différentes étapes de la consultation publique et technique, une proposition d'extension du PNIC et de l'AMGMS du Bicentenaire a été élaborée. Cette proposition intègre les lacunes de conservation identifiées lors des études préalables, les recommandations issues des diverses analyses techniques et les retours d'informations de plusieurs acteurs impliqués tout au long du processus de consultation. Elle comprend également la protection des éléments clés de gestion précédemment identifiés.

L'outil d'optimisation spatiale de la conservation appelé Marxan ([Ball et al., 2009](#)), basé sur l'algorithme du recuit simulé (*simulated annealing*, nom original de l'algorithme en anglais), a été utilisé pour l'élaboration de la proposition technique d'extension. Cette méthode, amplement utilisée par de le monde, permet d'identifier des sites complémentaires pour optimiser l'efficacité de déploiement de certains objectifs de conservation préalablement définis, tout en cherchant à minimiser les éventuels coûts socio-économiques des mesures de conservation sur les utilisateurs des secteurs marins concernés par le processus d'extension. En outre, des zones de conservation prioritaires ont été instaurées au sein de la zone économique exclusive, de manière à accentuer l'importance des sites dans les zones adjacentes au PNIC et à l'AMGMS. Cette analyse a été menée à l'aide des données de différentes institutions (figure 2.1).

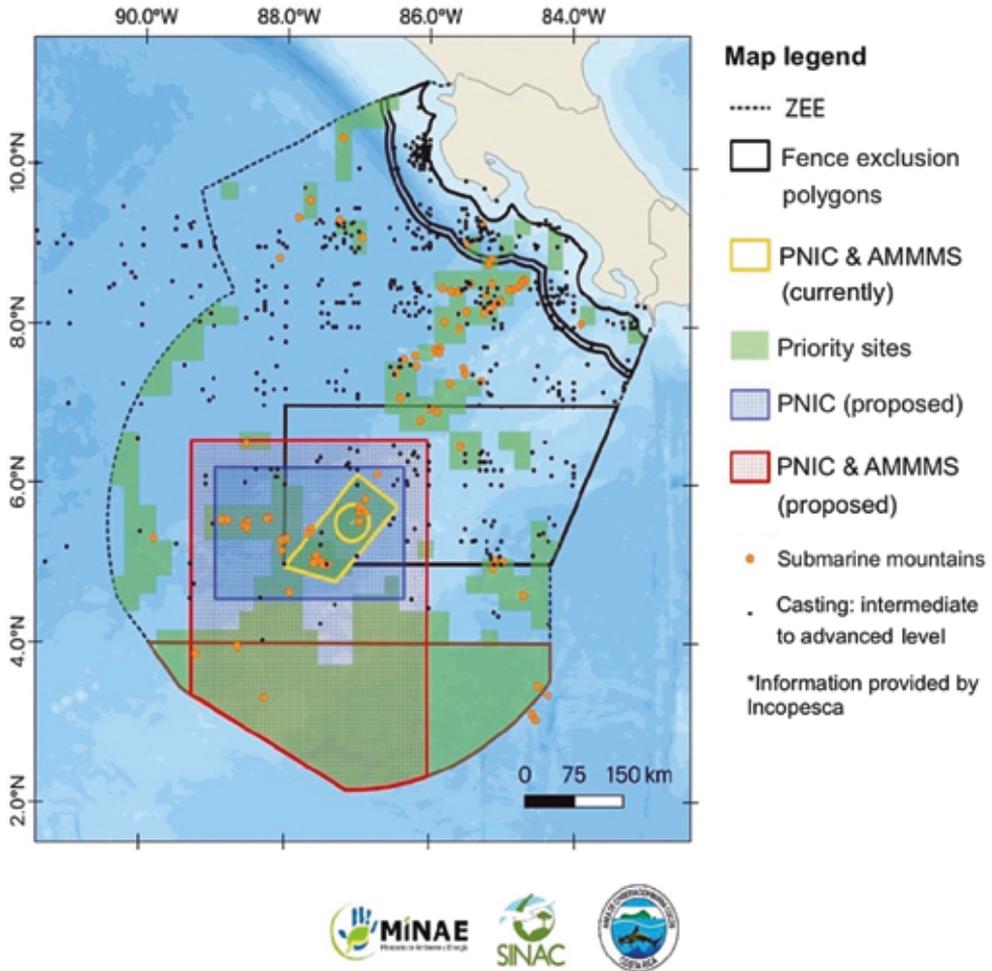


Figure 2.1. Proposition d'extension du parc national de l'île Cocos et de l'aire marine gérée des monts Sous-Marins du Bicentenaire et des sites de conservation prioritaires.

Source : Sinac-ACMIC, 2021.

Différend

À l'issue du processus de consultation, le pouvoir exécutif a accepté la proposition technique, officialisée par le décret exécutif n° 43 368 — Minae. Ce décret a permis d'accroître la superficie de l'aire protégée du PNIC de 1997 km² à 54 913 km² et de l'AMGMS du Bicentenaire de 9 649 km² à 105 063 km², soit une superficie totale de protection de 159 976 km². Cette extension permet de protéger une part importante de la zone économique exclusive du Costa Rica, ce qui représente le plus haut niveau de protection pour les espèces pélagiques migrant entre les différentes zones et sites du Pacifique Est tropical. Les écosystèmes fragiles des monts et des pinacles sous-marins, dont beaucoup sont des points chauds de productivité importants, sont également protégés, sans parler de la conservation de nombreuses espèces endémiques, résidentes et migratoires, plus ou moins vulnérables aux actions anthropiques, et de la valorisation d'un site d'intérêt majeur pour les activités touristiques responsables.

L'extension des deux aires sauvages protégées a conduit différents groupes à déposer un recours en inconstitutionnalité auprès de la Chambre constitutionnelle du Costa Rica, qui l'a jugé recevable pour examen. La Cour a statué le 17 avril 2024 par un rejet à l'unanimité, reconnaissant notamment qu'un processus de consultation avait eu lieu avant la promulgation du décret exécutif.

Par ailleurs, l'analyse a montré que des études techniques avaient été réalisées, assurant des bases solides en faveur d'une plus grande protection du PNIC et de l'AMGMS du Bicentenaire, dans le respect du principe de rationalité ([Chacón V., *Semanario Universidad*, 24 avril 2024](#)). Les critères susvisés émis par la Chambre constitutionnelle, ainsi que le processus mené par les institutions responsables, aussi bien le Minae que le Sinac et l'aire marine de conservation de l'île Cocos, illustrent le processus de révision des limites des aires protégées et, dans certains cas, l'évaluation des propositions d'extension ou de reclassification des catégories de gestion sujettes à modification. Cette décision témoigne de l'importance de l'attention accordée au processus et du respect de la législation nationale pour bien statuer lorsque des différends manifestes surviennent entre différents secteurs, comme c'était le cas présentement.

Il est important de souligner la nécessité de réaliser des études techniques pour étayer les prises de décisions, s'agissant de processus qui durent généralement des années et peuvent être onéreux. C'est la raison pour laquelle ils doivent être budgétisés et planifiés à moyen terme. Il est également important d'impliquer les citoyens et de mener des processus de consultation qui intègrent les différents secteurs ou acteurs impliqués, même en cas de divergences d'opinions. Étant donné la spécificité et la complexité des enjeux, ces processus requièrent généralement le soutien d'experts. Par ailleurs, il est important de noter l'intérêt croissant pour la quête de modèles de gouvernance dans lesquels les différents groupes ont voix au chapitre dans les prises de décisions et la gestion des aires protégées, notamment ceux où l'utilisation rationnelle des ressources est autorisée, comme c'est le cas des aires marines gérées. Ce type d'approche renforce l'intérêt des différents groupes et offre des avantages aux acteurs concernés. L'extension des aires protégées implique également des engagements techniques et financiers qui doivent être assumés pour faire face aux responsabilités de gestion et aux effets du changement climatique sur les écosystèmes et les espèces. L'expérience du Costa Rica illustre à quel point la participation de la coopération internationale et des donateurs en matière environnementale a été fondamentale dans la promotion des processus de gestion et d'administration des aires protégées en collaboration avec le pouvoir exécutif. C'est pourquoi les aires de conservation et le Sinac doivent continuer à renforcer ces processus, qui ont prouvé leur efficacité face à la gestion d'un système aussi complexe que celui du Costa Rica.

Références bibliographiques

Arauz, R. et Hearn, A. (2014). Movimientos migratorios de tiburones marcados en la Isla del Coco. Memoria Taller Interinstitucional de Implementación de Medidas CITES para el Tiburón Martillo, Tiburón Punta Blanca Océánico y la Manta Raya. Heredia, Costa Rica.

- Ball, I., Possingham, H.P. & Watts, M.E. (2009). *Marxan and Relatives: Software for Spatial Conservation Prioritization. Spat Conserv prioritisation Quant methods Comput tools* (eds. Moilanen, A., Wilson, K.A. & Possingham, H.P.). Oxford University Press, Oxford.
- Boza, M.; Mendoza R. (1981). *Los parques nacionales de Costa Rica*. INCAFO.
- Boza, M. A. (2015) Historia de la conservación de la naturaleza en Costa Rica: 1754-2012. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- CBD (Convención de Diversidad Biológica). (2016). [Convention sur la diversité biologique]. (2016). Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs) - Corredor Marino del Pacífico Oriental Tropical. <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204045>
- Chacón, V. Sala Constitucional valida ampliación de límites de Parque Nacional Isla del Coco. *Semanario Universidad*, 24 de abril de 2024.
- Hilje, L. (2013). *Trópico agreste*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Sinac. (2008). GRUA S II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen 3: Análisis de vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac) del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (Minaet), San José, Costa Rica.
- Sinac. (2013). Plan de Manejo del Área Marina de Manejo de Montes Submarinos (AMMMS), Costa Rica. Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC). San José, Costa Rica. 102 p.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación - Área de Conservación Marina Isla del Coco. (2021). Estudio Técnico. Propuesta de creación, ampliación y cambio de categoría de manejo de las áreas silvestres protegidas del Área de Conservación Marina Cocos según lo dispuesto en los artículos 71 y 72 del Reglamento de la Ley de Biodiversidad N° 7788 y el artículo 36 de la Ley Orgánica del Ambiente N° 7554.



Pêche à petite échelle et conservation marine : vers une approche fondée sur les droits de l'homme et le respect des engagements internationaux

Marvin Fonseca Borrás¹⁰

Vivienne Solís Rivera¹¹

Le Costa Rica a bâti un État, garant d'un ensemble de droits individuels et collectifs qui sont gravés dans la Constitution. Il s'est également affirmé comme un pays reconnaissant la diversité multiethnique et culturelle, notamment au moyen de sa Constitution politique (articles 1, 7, 33, 50, 73 et 74). Un solide cadre constitutionnel a

10 Marvin Fonseca Borrás, master en Géographie, membre de CoopeSoliDar, mfonseca@coopesolidar.org

11 Vivienne Solís Rivera, master en Écologie, membre fondateur de CoopeSoliDar, vsolis@coopesolidar.org, CoopeSoliDar R.L.: www.coope-solidar.org

également permis, sous l'autorité du pouvoir exécutif, le déploiement des actions nécessaires pour garantir une coexistence effective, l'accès équitable aux opportunités, la protection sociale et un partage équitable des richesses. Malgré cette aspiration constitutionnelle et le développement des institutions, des disparités subsistent dans certains secteurs de la population. Ces inégalités restreignent les opportunités de secteurs spécifiques, notamment les travailleur(se)s de la pêche artisanale à petite échelle.

Avancées internationales dans la défense des droits des pêcheur(se)s à petite échelle

Le Conseil des droits de l'homme, organe intergouvernemental des Nations unies chargé de renforcer la promotion et la protection des droits de l'homme (55^e session — A/HRC/55/49-2024), a souligné que la pêche à petite échelle était davantage une activité sociale, culturelle et politique que technique, et que les États, à la lumière des impacts de l'économie bleue et de la crise climatique, devaient garantir des processus publics et transparents pour faire face à la marginalisation persistante et à l'exclusion politique des communautés dédiées à la pêche à petite échelle. Cette approche implique notamment de participer activement et librement au processus décisionnel concernant la préparation et l'application des politiques, des programmes et des projets affectant leur vie, ainsi que l'adoption de mesures visant à lutter notamment contre la discrimination de genre, la protection sociale et le travail décent, les droits à la propriété foncière et marine, la gestion des pêches, l'accès aux systèmes de santé, l'éducation et la sécurité alimentaire.

Des instruments internationaux contraignants ont été adoptés par divers organes des Nations unies. Ces textes ont été ratifiés par le gouvernement du Costa Rica et visent à reconnaître la contribution de la pêche à petite échelle depuis une approche fondée sur les droits de l'homme, tels que la Déclaration universelle des droits de l'homme, la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (1992), l'Accord des Nations unies sur les stocks de poissons (1995), la Convention sur la diversité biologique (1992), la Convention numéro 169 de l'OIT relative aux peuples indigènes et tribaux dans les pays indépendants (1989) et la Déclaration

des Nations unies sur les droits des peuples autochtones (2007). Outre ces instruments, les gouvernements membres de l'Organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) ont signé d'autres instruments non contraignants qui demandent également aux institutions de faire progresser ce secteur dans une perspective des droits de l'homme, tels que les Directives volontaires visant à assurer la durabilité de la pêche artisanale dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté (VGFS, *Voluntary Guidelines for Securing Sustainable Small-Scale*), adoptées par le Comité des pêches de la FAO (Cofi, *Committee on Fisheries*) en 2014, et signées dans le pays via le décret exécutif no 39195 MAG-Minae-MTSS-2015.

Malgré cela, le poids de la prise de décision s'est axé sur une vision de préservation de la biodiversité des océans, la conservation marine, la science, la technologie et l'économie bleue, avec une faible participation des pêcheur(se)s à petite échelle dans le concert international et la prise de décision mondiale (figure. 3.1). Récemment (2022), dans le but d'influer sur les forums internationaux promus par les Nations unies, des organisations nationales, régionales et interrégionales représentant la petite pêche artisanale à travers le monde — en provenance d'Afrique, du Pacifique, d'Asie, d'Europe, d'Amérique du Sud et de Mésoamérique — ont présenté deux documents exposant les principales demandes du secteur auprès des instances internationales : « Un appel à l'action en faveur de la petite pêche artisanale » ; et les « Règles de conduite visant à travailler avec les artisan(e)s pêcheur(se)s et les travailleur(se)s de la pêche à petite échelle pour sauver notre océan ».

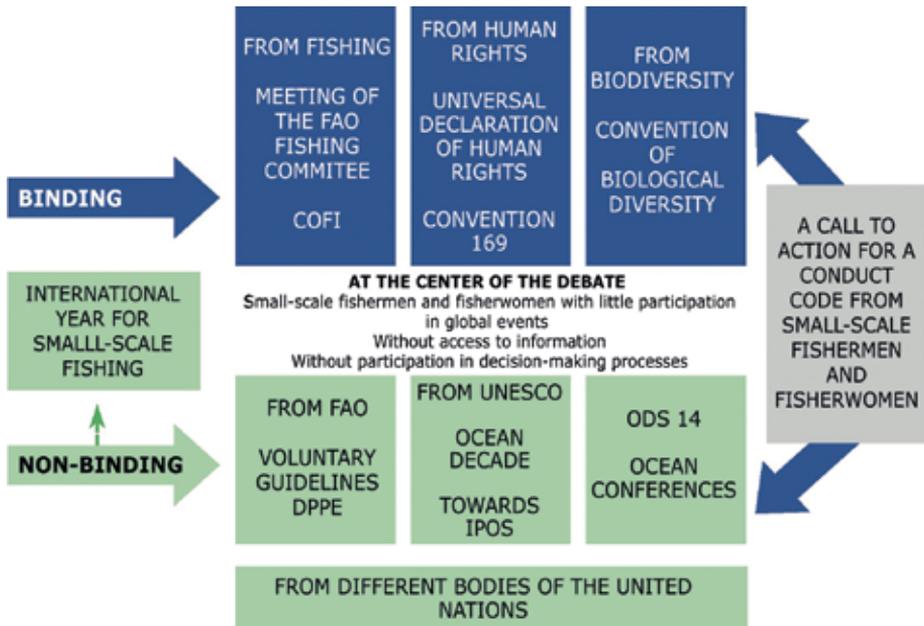


Figure 3.1. Un paysage international complexe offrant peu d'opportunités pour les représentants de la pêche à petite échelle.

Source : Élaboration propre.

Situation de la pêche à petite échelle au Costa Rica

Conformément aux dispositions de la législation nationale, les compétences en matière de conservation, de promotion et de contrôle des pêches, ainsi que les actions de préservation, relèvent de la responsabilité de plusieurs institutions. Ces dernières sont également chargées de l'exploitation des ressources marines. La gestion intégrale des espaces marins est donc complexe. Le ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MAG), par l'intermédiaire de l'Institut costaricien de la pêche et de l'aquaculture (Incopescas), est chargé de la gestion des espèces destinées à la pêche commerciale et de la promotion des pêches. D'une part, les écosystèmes de mangroves relèvent de la compétence du Système national des aires de conservation (Sinac), conformément à la loi organique n° 7554 sur l'environnement, tandis que l'attribution

des permis d'exploitation de mollusques incombe à l'Incopesca, sous réserve d'une étude validée par le Sinac. D'autre part, les questions de contrôle et de surveillance du milieu marin relèvent de la compétence du Service national des garde-côtes, sous l'autorité du ministère de la Sécurité publique ; dans les aires marines protégées, le contrôle et la surveillance incombent au ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Minae)/Sinac. Selon la loi n° 8436 sur la pêche et l'aquaculture (LPA)/2005, la flotte de pêche à petite échelle inclut la pêche artisanale, la pêche commerciale à petite échelle et la pêche destinée à la consommation locale, respectivement définies comme suit :



Activité de pêche exercée de manière artisanale par des personnes physiques, à l'aide d'une embarcation, dans les eaux intérieures ou au sein de la zone littorale et disposant d'une autonomie de pêche limitée à cinq milles nautiques maximum du littoral, pratiquée à des fins commerciales (LPA, article 2, alinéa 26).



Pêche pratiquée de manière artisanale par des personnes physiques, sans l'aide d'une embarcation, dans les eaux intérieures ou au sein de la zone littorale, ou pratiquée à bord d'une embarcation disposant d'une autonomie de pêche limitée à trois milles nautiques maximum des eaux territoriales costariciennes (LPA, article 2, alinéa 27a).



Pêche pratiquée depuis la terre ou de petites embarcations, exclusivement à l'aide de cannes, de moulinets ou de lignes à main, sans but lucratif, uniquement destinée à l'autoconsommation ou à la subsistance familiale. (LPA, article 77).

En termes socioproductifs, la situation de la pêche artisanale à petite échelle est complexe et, d'après CoopeSoliDar R.L. (2023) et le Programme de l'État de la Nation (2022), les grandes lignes sont les suivantes :

1. **Gouvernance** : la LPA dispose que l'État doit apporter un soutien financier, sanitaire, sécuritaire et social à toute personne exerçant une activité de pêche et d'aquaculture (LPA, article 170). Selon l'esprit de la loi, les institutions ont la responsabilité de prendre en charge le secteur de la pêche de manière intégrale, tout en tenant compte de sa dimension productive, obligation qui n'a pas été pleinement remplie.
2. **Recensement du secteur de la pêche artisanale à petite échelle** : le pays ne dispose pas de recensement officiel ni de données fiables permettant de connaître le nombre précis de personnes dédiées au secteur de la pêche. Cette lacune a un impact direct sur l'attribution des budgets publics, la prise en charge institutionnelle, voire la mise en place de réglementations publiques qui permettraient de faire face aux problèmes structurels du secteur de la pêche à petite échelle.
3. **Reconnaissance des femmes dans les activités de pêche à petite échelle** : les activités de pêche ont uniquement été perçues comme un « travail d'hommes ». Cependant, des études menées par CoopeSoliDar R.L. (2019) révèlent que les femmes pêcheuses et ramasseuses de mollusques effectuent environ 25 tâches indispensables à la pêche à petite échelle, cependant non reconnues. Cette invisibilisation contribue à la marginalisation de l'apport des femmes tout au long de la chaîne de production, avant, pendant, et après la pêche.
4. **Travail digne et décent** : le droit au travail est inscrit dans la Constitution politique du Costa Rica. Étant donné les lacunes en matière d'informations scientifiques et le manque de données concernant la population impliquée dans les activités de la pêche à petite échelle, l'État costaricien n'a pas été en mesure de garantir le droit à un travail digne et décent à ce secteur de la production. Le secteur de la pêche à petite échelle se développe donc de manière informelle et non documentée.

Par voie de communication officielle DFOE-EC-IF-14-2012 du 27 novembre 2012, la Cour des comptes du Costa Rica a souligné la nécessité de réaliser des études scientifiques et techniques sur la flotte artisanale pour l'octroi de licences. Pourtant, depuis cette date, l'Incopesca n'a pas délivré de nouvelles licences, ce qui laisse la plupart des personnes du secteur artisanal à petite échelle dans l'économie informelle ([Contraloría General de la República, 2012](#)).

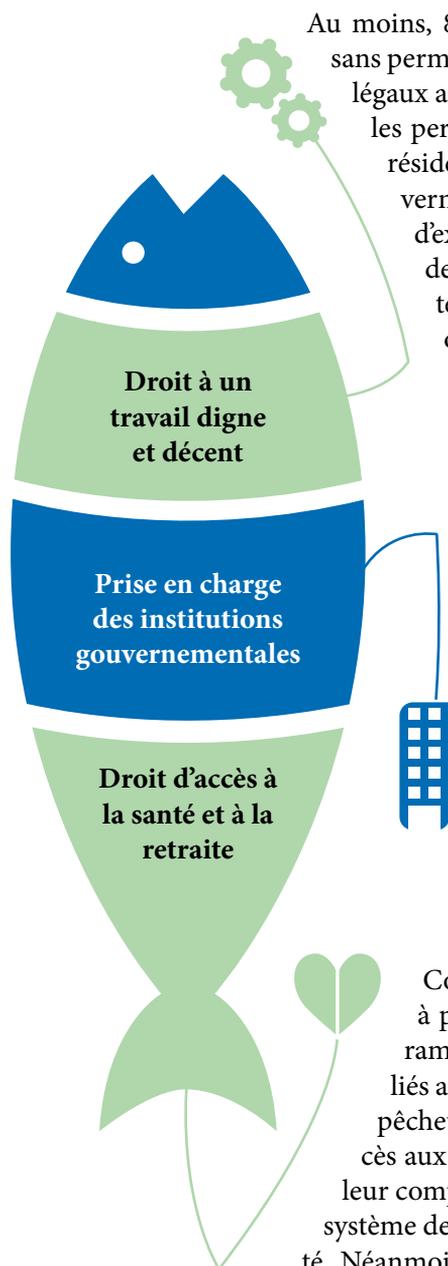
Selon l'article 104 de la LPA, l'Incopesca est l'organisme chargé de l'acte administratif des octrois et des prorogations de validité des licences, autorisations, permis et concessions, conformément à l'étude préalable réalisée par l'Incopesca ou le Minae, le cas échéant, en fonction de chaque cas spécifique. Dans une approche fondée sur les droits de l'homme, le manque d'informations et d'études comme obstacle à la délivrance de permis de pêche est également un élément discutable. Par exemple, aucune étude scientifique ne sera requise pour l'obtention d'un permis de pêche sportive alors qu'elle le sera pour la pêche à petite échelle. La situation est encore bien plus complexe quand on sait que le ministère du Travail et de la Sécurité sociale (MTSS) ne reconnaît aucune catégorie salariale ni aucun métier lié à la pêche artisanale à petite échelle. En 2020, à la suite d'une consultation menée par la FAO, le MTSS a présenté les résultats d'une étude sur les métiers liés aux activités de pêche. Cette étude a révélé qu'aucune mise à jour relative aux classifications professionnelles n'avait été effectuée depuis 20 ans, reconnaissant toutefois les activités suivantes : ouvrier de la pêche ou ouvrier de la pêche artisanale (travailleur non qualifié) ; artisan pêcheur (capitaine de bateau) (travailleur semi-qualifié) ; décortiqueur de crevettes et ramasseur de tous types de mollusques (travailleur non qualifié). Lors de la session ordinaire n° 5616, le Conseil national des salaires a convenu de son intention de réviser et de mettre à jour ce document, principalement en tenant compte du Cadre national des qualifications.

- 5. Développement social** : selon l'Indice de développement social ([Mideplan, 2023](#)), l'Indice de progrès social ([Clacds-Incae, 2024](#)) et l'Atlas du développement humain cantonal ([PNUD, 2023](#)), les zones côtières sont les espaces géographiques qui affichent les indices de

détérioration sociale les plus élevés et les indices de développement humain les plus faibles au Costa Rica. Les informations fournies par ces indices reflètent la nécessité de progresser, en tant que pays, dans le respect des traités internationaux et des réglementations nationales en vigueur. Cette orientation garantit des conditions permettant à ce secteur de la population d'accéder à des opportunités essentielles en matière d'éducation, de santé et de travail, piliers fondamentaux dans une perspective basée sur les droits de l'homme. Le manque de données officielles sur la population exerçant dans la pêche à petite échelle constitue une forme de violence qui précarise les personnes impliquées dans le secteur, car elle empêche l'élaboration de politiques publiques et l'allocation de ressources budgétaires susceptibles de répondre à leurs besoins. C'est dans ce contexte que les femmes investies dans la pêche à petite échelle constituent le segment de population le plus touché, car leur travail est largement invisibilisé comparativement à celui des hommes. De même, l'absence de reconnaissance du droit à la propriété foncière et d'un accès à l'exploitation formelle des ressources marines entraîne un phénomène de déracinement et de migration de ces populations, qui ne peuvent ni se développer ni s'établir dans les zones littorales. Cette situation affecte particulièrement les jeunes, qui se retrouvent sans réelles opportunités de développement dans leurs territoires côtiers. Cet état de précarité est exploité par d'autres secteurs économiques, tels que le tourisme et l'immobilier.

Cas concrets d'atteinte aux droits des pêcheur(se)s à petite échelle

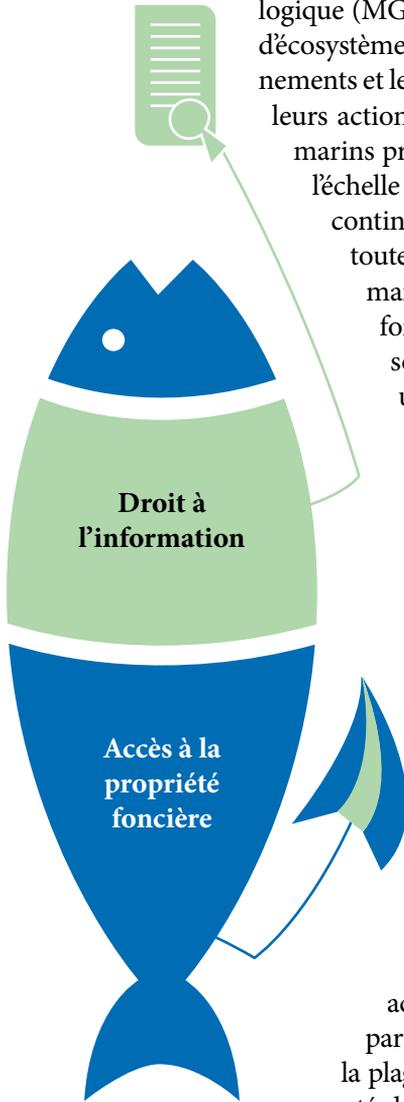
Selon les estimations présentées dans le Programme de l'État de la Nation (PEN) en 2022, le secteur de la pêche à petite échelle recense environ 16 000 personnes, bien que ce même rapport fasse état de la participation effective d'environ 30 000 personnes. Voici quelques-uns des principaux impacts subis par les personnes concernées par la pêche à petite échelle :



Au moins, 8 pêcheurs à petite échelle sur 10 exercent sans permis de pêche ; ce qui fait d'eux des pêcheurs illégaux aux yeux de la loi. Cette situation criminalise les personnes exerçant cette activité. Le problème réside dans le fait qu'il est de l'obligation du gouvernement, par l'intermédiaire de l'Incopescsa, d'exécuter les actes administratifs de délivrance de permis de pêche, sur la base des études techniques préalables à l'appui, en fonction de la biomasse halieutique disponible.

Les institutions gouvernementales ne disposent pas de statistiques officielles actualisées sur les personnes vivant directement ou indirectement de l'activité de pêche artisanale à petite échelle. Face à cette lacune, l'approche institutionnelle gouvernementale adoptée repose sur la condition de pauvreté de cette population plutôt que sur la reconnaissance de leur activité professionnelle. Cette vision biaisée est l'une des raisons pour lesquelles les programmes d'assistance sociale du gouvernement ne sont pas en mesure de répondre aux problèmes sociaux et économiques de ce secteur de la population.

Compte tenu du caractère informel du secteur à petite échelle, la plupart des pêcheur(se)s et ramasseur(se)s de mollusques ne sont pas affiliés au système de santé et de retraite du pays. Les pêcheuses et ramasseuses de mollusques n'ont accès aux soins de santé que si elles sont assurées par leur compagnon, ou lorsqu'elles sont bénéficiaires du système de santé en raison de leur situation de pauvreté. Néanmoins, celles qui bénéficient d'une couverture médicale se voient privées du droit à la retraite.



Ces dernières années, faisant suite aux accords définis dans le Cadre mondial Kunming-Montréal pour la diversité biologique (MGB) (CDB, 2022) pour préserver des échantillons d'écosystèmes marins importants pour la diversité, les gouvernements et les organisations environnementales ont intensifié leurs actions en faveur de la création de nouveaux espaces marins protégés dans le but de garantir la conservation, à l'échelle mondiale, d'au moins 30 % des espaces marins et continentaux protégés. L'expérience nationale montre toutefois que, lors du processus de création d'aires marines et continentales protégées, les droits à l'information, à la consultation et à l'objection, tel qu'ils sont consacrés dans la Déclaration des Nations unies sur les droits des peuples autochtones et la Convention numéro 169 de l'OIT, n'ont pas été pleinement respectés. Ainsi, dans de nombreux cas de création d'espaces protégés ou d'extension marine d'aires sauvages protégées, les artisan(e)s pêcheur(se)s à petite échelle n'ont pas disposé des informations nécessaires relatives aux impacts de ces mesures de conservation.

Un problème récurrent pour les communautés de pêcheur(se)s et leurs centres de collecte est leur implantation dans les aires marines et côtières situées à 200 m (aire publique : 50 m depuis la marée haute ; aire restreinte : les 150 m restants). Par conséquent, les pêcheur(se)s ne bénéficient pas de la reconnaissance de leurs droits à la propriété foncière, ce qui accroît la vulnérabilité de ces communautés. Citons par exemple les cas du hameau de pêcheur(se)s sur la plage du quai de Tambor, à Puntarenas ; la communauté de Barra de Colorado, installée sur un terrain qui appartient au Conseil d'administration portuaire et du développement économique de la côte atlantique du Costa Rica (Japdeva) et les conchylicultrices de la communauté de Chomes, dont la plupart se sont établies dans la zone des mangroves.

Exemples positifs de défense des droits des pêcheur(se)s à petite échelle

Au cours de ces dernières années, des actions et des avancées ont été réalisées dans l'élaboration de politiques publiques pour apporter des réponses à la situation critique des pêcheur(se)s et des ramasseur(se)s de mollusques à petite échelle, notamment :

Aires de pêche responsable : En 2009, la catégorie d'aire marine de pêche responsable a été officiellement reconnue par le décret exécutif n° 35502/2009. Il s'agit d'une mesure d'exploitation des pêches et de conservation de la biodiversité basée sur une aire marine qui garantit le droit à la pêche et la participation aux processus décisionnels des pêcheur(se)s à petite échelle, via un modèle de gouvernance et de gestion partagée. Cette initiative est conforme au plan de gestion des pêches (PGP) élaboré conjointement par les représentants de la communauté des pêches qui en font la demande et l'équipe technique de l'Incopesca qui, avec l'aval de son Conseil d'administration, procède à la reconnaissance officielle de l'aire marine de pêche responsable. Actuellement, le Costa Rica recense 13 aires marines de pêche responsable, situées sur les deux côtes du pays.

Contributions à la lutte pour les droits de l'homme menée par le Réseau des aires de pêche responsable et des Territoires marins de vie [« La Red »]

Le Réseau des aires de pêche responsable et des territoires marins de vie (« La Red ») est une initiative des représentants d'artisan(e)s pêcheur(se)s à petite échelle, qui a vu le jour en 2004, dans le but de faire entendre la voix du secteur. En 2015, le Réseau s'est consolidée en tant que groupe ouvert, réunissant des représentants de communautés locales, afrodescendantes et indigènes, pêcheur(se)s et collecteur(se)s de mollusques à petite échelle. Son action a ciblé la défense des droits et la résolution des problèmes structurels auxquels se trouve confronté le secteur de la pêche à petite échelle. Actuellement, il regroupe 22 communautés et on estime environ à 7000 le nombre de personnes directement et indirectement impliquées.

Le Réseau a organisé trois congrès nationaux sur la pêche à petite échelle qui ont abouti à trois déclarations officielles sur les principaux problèmes structurels à résoudre dans le secteur, essentiels à la définition d'une feuille de route (voir les liens vers les déclarations référencés dans les références bibliographiques).

Le Réseau a également soutenu la proposition et l'adoption du décret exécutif n° 39195 MAG-Minae-MTSS/2015 relatif à l'application officielle des lignes directrices volontaires pour assurer la durabilité de la pêche à petite échelle dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté. Ce décret a marqué une avancée significative dans la reconnaissance de l'activité de pêche depuis une perspective fondée sur les droits de l'homme. Malheureusement, il n'a pas été repris par les institutions gouvernementales, ce qui est contraire à la Constitution.

Le Réseau a également apporté sa pierre dans l'élaboration du décret exécutif n° 42955-MAG/2021 relatif à la déclaration d'utilité publique du modèle de développement du secteur de la pêche artisanale à petite échelle contenu dans l'alliance public-privé pour la pêche à petite échelle dans les aires marines de pêche responsable et les territoires marins de vie (désignée sous le nom de « Modèle des 12 rames »). Cette règle définit une stratégie d'amélioration continue des organisations de pêche artisanale et de récolte de mollusques à petite échelle, fondée sur une approche des droits de l'homme, qui sous-tend la reconnaissance officielle des personnes exerçant ces activités. Ce modèle élimine le biais de la criminalisation de l'activité (pêche illégale), ce qui permet aux institutions gouvernementales — à commencer par l'Incopesca, le Sinac/Minae et le Service national des garde-côtes — de mener un travail progressif en collaboration avec les communautés de pêcheurs (PEN, 2022).

Récemment, les représentants du Réseau ont formulé le projet de loi intitulé « Loi générale pour le développement durable du secteur de la pêche artisanale à petite échelle ». Actuellement, après une période d'ajustements suite aux observations faites par l'équipe juridique de l'Assemblée législative et une nouvelle consultation menée auprès des représentants de la pêche à petite échelle en 2023 (Puntarenas, Caraïbes et Pacifique Sud), des négociations ont eu lieu avec les députés représentant les provinces concernées par la pêche, afin que le projet de loi soit rapidement discuté au Parlement.

Ainsi, le décret exécutif n° 39195 MAG-Minae-MTSS (2015), le décret exécutif n° 42955-MAG (2021) et la proposition de projet de loi ont été élaborés conformément aux VGFS et adoptés par la FAO-Cofi, 2014. Ces trois instruments juridiques visent à répondre aux problèmes structurels du secteur de la pêche à petite échelle et à exiger des institutions qu'elles se conforment aux réglementations en vigueur.

Conclusion

Le pays dispose d'un cadre réglementaire (Constitution, traités internationaux adoptés par l'Assemblée législative, décrets exécutifs et instruments volontaires) visant à promouvoir une approche globale du travail dans le secteur de la pêche à petite échelle. Néanmoins, la gestion institutionnelle n'a pas abordé les problèmes auxquels sont confrontées les personnes investies dans le secteur de la pêche à petite échelle, selon une approche holistique ni dans une perspective axée sur les droits de l'homme. Aucune avancée n'a été réalisée quant à l'exercice des droits de ce secteur de la population, comme le droit au travail, le droit à la propriété foncière, l'accès à la mer, l'accès aux soins de santé et le droit à la retraite. Des violations des droits à l'information, à la consultation et à l'objection, lors des processus de création d'aires marines protégées, à l'encontre des engagements pris par le pays dans le cadre de la Déclaration des Nations unies sur les droits des peuples autochtones, la Convention numéro 169 de l'OIT et la Convention sur la diversité biologique, ont également été observées. Cette situation, ajoutée à une volonté gouvernementale et des entreprises privées de promouvoir une économie bleue peu durable, n'est pas sans générer un développement injuste et inéquitable sur les côtes.

Recommandations

Le gouvernement du Costa Rica doit aborder le secteur de la pêche à petite échelle de manière différenciée ; pour cela, il convient de définir

une feuille de route, dans le cadre d'une approche axée sur les droits de l'homme, qui contienne les points suivants :

- Garantir l'application du décret exécutif n° 39195 MAG-Minae-MTSS, « Application officielle des lignes directrices volontaires pour assurer la durabilité de la pêche à petite échelle dans le contexte de la sécurité alimentaire et de l'éradication de la pauvreté ».
- Obliger l'Incopescsa à appliquer le décret exécutif n° 42955-MAG relatif à la déclaration d'utilité publique du modèle de développement du secteur de la pêche artisanale à petite échelle contenu dans l'alliance public-privé pour la pêche à petite échelle dans les zones marines de pêche responsable et les territoires marins de la vie (« Modèle des 12 rames »).
- Prendre les mesures nécessaires pour que l'Assemblée législative ratifie le projet de « Loi générale pour le développement durable du secteur de la pêche artisanale à petite échelle ».
- Aborder, au nom des institutions gouvernementales et des organisations non gouvernementales en matière environnementale, les points soulevés par les représentants de la pêche à petite échelle dans les forums mondiaux, auprès des autorités des Nations unies et des représentants gouvernementaux :
 - a) Un appel à l'action en faveur de la pêche artisanale à petite échelle ;
 - b) Règles de conduite visant à travailler avec les artisan(e)s pêcheur(se)s et les travailleur(se)s de la pêche à petite échelle pour sauver notre océan.

Références bibliographiques

Centro Latinoamericano de Competitividad y Desarrollo Sostenible del Incae Business School (Clacds-Incae) (2024). *Índice de progreso social cantonal*. <https://public.tableau.com/app/profile/jaime3826/viz/IPSCantonal2024/IPSCantonal2024?publish=yes>

- Constitución Política de la República de Costa Rica [Constitution politique de la République du Costa Rica] [Const.] *Art. 7, 33, 50, 73 et 74.* 7 de noviembre de 1949 (Costa Rica).
- Contraloría General de la República [Cour des comptes de la République du Costa Rica]. (2012). Informe sobre auditoria de carácter especial efectuada en el instituto costarricense de pesca y acuicultura (Inco-pesca) relacionado con el cumplimiento de sus funciones en materia de conservación del recurso marino. División de fiscalización operativa y evaluativa área de fiscalización de servicios económicos. Informe n.º DFOE-EC-IF-14-2012 del 27 de noviembre, 2012. https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docs_cgr/2012/SIGYD_D_2012022416.pdf
- CoopeSoliDar R.L. (2023). *Estudio de caso: Análisis legal de los territorios y áreas conservadas por pueblos indígenas y comunidades locales en costa rica sobre territorios marino-costeros en Mesoamérica: Una visión para la atención de la pesca artesanal de pequeña escala.* Autor: German Pochet. CoopeSoliDar R.L. San José, Costa Rica.
- FAO (2015). Directrices voluntarias para lograr la sostenibilidad de la pesca en pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y la erradicación de la pobreza. Roma. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/33837264-fd46-49fa-afce-a370050691a2/content>
- Ley 7554 de 1995. [Loi n° 7554 de 1995]. Ley Orgánica del Ambiente. 4 de octubre de 1995. *Diario Oficial La Gaceta*, número 215 del 13 de noviembre de 1995.
- Ley 8436 de 2005. [Loi n° 8436 de 2005]. Ley de Pesca y Acuicultura. 1.º de marzo de 2005. *Diario Oficial La Gaceta*, número 78 del 25 abril de 2005.
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica [Ministère de la Planification nationale et de la Politique économique] (Mideplan). (2023). Índice de desarrollo social 2023, Unidad de Análisis del Desarrollo. Mideplan, San José, Costa Rica.

- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social [Ministère du Travail et de la Sécurité sociale du Costa Rica]. (2020). *Acta Ordinaria n.º 5616 (39-2020)*. <https://www.mtss.go.cr/elministerio/consejostripartitosydialogosocial/consejo-nacional-de-salarios/actas%20cns/2020/5616-2020.pdf> <https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/Ye4P-LqDQqqjSD5jn6T4rQ>
- Naciones Unidas [Nations unies]. (2007). Declaración sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf
- Naciones Unidas [Nations unies]. (2022). Convenio sobre Diversidad Biológica. Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal. Montreal (Canadá). <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-es.pdf>
- Naciones Unidas [Nations unies]. (2024). La pesca y el derecho a la alimentación en el contexto del cambio climático Informe del Relator Especial sobre el derecho a la alimentación, Michael Fakhri. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/g23/267/73/pdf/g2326773.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo [Organisation internationale du travail]. (2014). Convenio número 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Lima, OIT/ Oficina Regional para América Latina y el Caribe. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.ilo.org/es/media/443541/download&ved=2ahUKEwj7wp23_rGJAxXwmYkEHQzsI6kQFn0ECBsQAQ&usg=AOvVaw1rVh8aIAOldHqOXsyBcj4z
- Programa Estado de la Nación. (2022). Situación e implicaciones sociales y ambientales de la pesca artesanal de pequeña escala en Costa Rica / Vivienne Solís-Rivera y Marvin Fonseca-Borrás Conare -PEN, San José Costa Rica. https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8386/Solis_V_Situacion_implicaciones_sociales_ambientales_pesca_artesanal_Costa_Rica_IEN_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD [Programme des Nations unies pour le développement, PNUD]. (2023). *Atlas de Desarrollo Humano Cantonal en Costa Rica 2022*. Costa Rica. <https://www.undp.org/es/costa-rica/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal>

Liens connexes :

Caopa. (2022). Una Llamada a la Acción de la pesca artesanal de pequeña escala [Folleto]. <https://caopa.org/wp-content/uploads/2022/12/Llamada-accion-ES-pdf-online.pdf>

Caopa. (2022). Normas de conducta para trabajar con pescadores/as artesanales y trabajadores de la pesca de pequeña escala para salvar nuestro océano [Folleto]. https://caopa.org/wp-content/uploads/2023/04/Normas-de-conducta-PAPE_ES.pdf

CoopeSoliDar R.L. <https://coopesolidar.org/publicaciones/>

I^{er} Congreso Nacional de Pescadores (as) Artesanales y Molusqueras (os) de Pequeña Escala [I^{er} Congrès national des artisan(e)s pêcheur(se)s et des conchyliculteur(ric)e(s) à petite échelle] https://drive.google.com/file/d/14kfpT_HqZ9jkH_djLsB4S-roF-urPq6F/view

II.^o Congreso Nacional de Pescadores (as) Artesanales y Molusqueras (os) de Pequeña Escala [II^e Congrès national des artisan(e)s pêcheur(se)s et des conchyliculteur(ric)e(s) à petite échelle] https://drive.google.com/file/d/1BjWB_M7JXJBY00rs7L1IbXkirfc5VnuZ/view

III^{er} Congreso Nacional de Pescadores (as) Artesanales y Molusqueras (os) de Pequeña Escala [III^e Congrès national des artisan(e)s pêcheur(se)s et des conchyliculteur(ric)e(s) à petite échelle] https://drive.google.com/file/d/1qcuiU5A5P5vSDffNK2PmDXxSTk_sWm0w/view



Vulnérabilité sociale côtière et cadre institutionnel costaricien : des éléments de preuve pour améliorer la capacité à agir de l'État et des autorités locales

Mario Hernández Villalobos¹²

Le littoral du Costa Rica (environ 450 km de côtes le long de l'océan Pacifique et 200 km en bordure de la mer des Caraïbes) abrite 816 localités, réparties dans 70 districts, selon l'actuelle division politico-administrative. Ces populations atteignent des niveaux de vulnérabilité sociale particulièrement élevés, qui se manifestent par une inégalité marquée par rapport à d'autres groupes, les rendant plus

12 Mario Hernández Villalobos, master en Géographie et master en Anthropologie, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Instituto de Estudios en Población (Idespo) (Institut d'études sociales sur la population) Programme interdisciplinaire côtier (PIC), mario.hernandez.villalobos@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-7242-6973>

susceptibles de subir les impacts de la diminution des ressources nécessaires (matérielles, humaines et étatiques) pour faire face aux problèmes courants de la vie en société. Cette vulnérabilité est à son tour exacerbée par l'exposition à des conditions environnementales propres au littoral, actuellement marquées par des événements liés à la variabilité et au changement climatique, qui peuvent parfois être défavorables (Hernández, 2023).

Cette vulnérabilité sociale résulte également d'une négligence systématique de l'État, qui n'encourage pas l'application effective des politiques publiques ni l'inclusion de ces secteurs et leurs populations dans les initiatives étatiques. Cette problématique restreint donc les possibilités de développement humain intégral.

D'autre part, l'État costaricien est doté d'un conglomérat d'organisations publiques qui constituent un cadre institutionnel désorganisé, comprenant 45 instances qui opèrent sur la base de 42 actes administratifs et 8 lois (Hernández *et al.*, 2021). Ce manque de coordination a été reconnu par l'administration qui, en 2013, a lancé la Politique nationale de la mer pour remédier à la gestion chaotique des zones marines et côtières, et de leurs populations. Toutefois, cette initiative publique n'a pas abouti à des actions politiques permettant d'atténuer le problème détecté.

Le contraste entre ces résultats et les capacités actuelles des organisations publiques concernant les enjeux côtiers a permis d'atteindre l'objectif de cette étude : démontrer l'absence d'une politique publique globale sur les questions sociales liées aux zones côtières, qui soit en mesure de répondre aux besoins de ces populations.

Cette question est abordée par le Programa Interdisciplinario Costero (PIC) [Programme interdisciplinaire côtier] de l'Instituto de Estudios Sociales en Población (Idespo) [Institut d'études sociales sur la population] de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA). Depuis 24 ans, diverses recherches et activités universitaires de vulgarisation scientifique sont menées dans le golfe de Nicoya, et plus récemment, dans le Pacifique Sud-Est et les Caraïbes Sud du pays. Ces initiatives ont pour objectif de contribuer au bien-être des populations côtières et à la transformation de leurs conditions de vie. L'efficacité de la portée du PIC repose sur ses objectifs spécifiques, qui englobent la conduite de recherches socio-environnementales appliquées, l'observation et l'analyse critique des politiques publiques

affectant les zones et les populations côtières, ainsi que le renforcement des organisations locales côtières grâce à des techniques d'accompagnement social participatif.

Ainsi, dans le cadre des activités de recherche du PIC, deux études ont été réalisées : l'une sur le cadre institutionnel costaricien consacré à la gestion du littoral, et l'autre sur la vulnérabilité sociale des zones côtières au Costa Rica ([Hernández *et al.*, 2021](#) et [Hernández, 2023](#), respectivement). Les résultats et conclusions sont analysés dans ce document pour souligner l'absence d'une politique publique globale sur les enjeux sociaux des littoraux, qui soit capable d'aborder les problématiques de ces populations, et l'importance de promouvoir les capacités côtières locales pour pallier les déficiences du cadre institutionnel en question.

Capacité à agir de l'État et des autorités locales

La vulnérabilité sociale des populations côtières est le résultat d'une négligence historique et systématique de l'État vis-à-vis des problèmes de ces populations, propre à une capacité à agir déficiente de l'État. L'Académie royale espagnole (Real Academia Española, RAE) définit le terme « capacité » comme « la qualité de quelque chose ou de quelqu'un à être capable d'exécuter l'action exprimée » ; dans les régimes démocratiques, cela implique de formuler et d'exécuter efficacement des politiques publiques, en lien avec les institutions et l'organisation publique du régime en question. La notion de « capacité de l'État » ou « capacité étatique » a été explicitement conceptualisée dans diverses recherches en sciences politiques et en administration publique depuis 1968 ([Cingolani, 2013](#)). Bertranou (2015), pour sa part, détermine la capacité de l'État à réaliser les objectifs fixés au sein de chaque organisation publique conformant l'État, lesquels reposent sur l'amélioration des conditions de vie de la population. Cette quête d'amélioration repose sur ses dotations humaines, ses compétences juridiques, sa légitimité, ses ressources organisationnelles et d'action interorganisationnelle, qui conduisent à des politiques publiques non exemptes de jeux de pouvoir.

Une administration rationnelle des politiques publiques axées sur la prise en charge des secteurs les plus vulnérables conduit à une augmentation des capacités gouvernementales, ce qui devrait permettre d'accroître l'efficacité des politiques publiques et, par conséquent, l'exécution des dépenses publiques (Scartascini et Tommasi, 2014). Ainsi, les possibilités accordées par l'État aux citoyens, à travers son cadre institutionnel, conditionnent la participation des dirigeants côtiers aux décisions concernant leur territoire. Cette délégation fait référence aux droits d'action politique détenus par chaque individu qui, volontairement ou non, décide de les exercer ou de les céder à d'autres pour qu'ils soient mis en œuvre (O'Donnell, 2010). Tout cela repose sur l'État de droit, qui envisage l'établissement de lois et de normes de rang inférieur comme base gouvernementale et de régulation de la cohabitation sociale.

L'existence de leaderships dans les zones côtières témoigne de ce pouvoir de délégation. Néanmoins, pour accroître la capacité des individus et des communautés côtières à atteindre les objectifs fixés pour ces populations, il est nécessaire que ces dirigeant(e)s possèdent les compétences pour gérer l'échafaudage institutionnel et administratif et disposent des ressources nécessaires pour influencer sur les processus de gestion publique liés à leurs problématiques sociales.

Sur ce point, Sen (1992, 1998) se réfère à la capacité humaine comme étant la liberté de choisir de poursuivre des objectifs souhaités en fonction des besoins individuels et collectifs. Par conséquent, on pourrait suggérer que le renforcement des capacités des dirigeants côtiers devrait permettre la reconnaissance des problèmes sociaux des populations en situation de vulnérabilité sociale, de sorte que ces problèmes puissent être intégrés dans les plans de résolution de la sphère publique. Car, pour qu'un problème social puisse être traité ou abordé politiquement, il faut qu'il soit reconnu en tant que problème public (Subirats *et al.*, 2008).

Vulnérabilité sociale côtière au Costa Rica

Dans son étude sur la vulnérabilité sociale côtière, Hernández (2023) l'a techniquement définie comme une variable à critères multiples, composée de cinq sous-variables, caractérisant les éléments les plus critiques de

la population et ayant une incidence directe sur la satisfaction de ses droits humains. Pour le cas d'étude qui nous concerne, ces sous-variables devaient également disposer de données disponibles pour l'ensemble des districts côtiers du Costa Rica, considérés comme l'unité géospatiale de base pour caractériser la côte à l'échelle du pays.

Les sous-variables retenues incluaient les critères suivants : « population » (projection jusqu'en 2020 par l'Institut national de la statistique et des recensements, INEC) ; « pauvreté » (pourcentage de la population vivant avec des besoins critiques, selon les données de l'INEC pour l'année 2011) ; « organisation locale » (nombre d'organisations locales formelles recensées jusqu'en 2020, selon la loi sur le développement communautaire de la Direction nationale du développement communautaire, Dinadeco) ; « santé » (indice d'accès aux services de santé pour l'année 2017, d'après les données fournies par le ministère de la Planification et de la Politique économique, Mideplan) ; « éducation » (indice d'accès à l'éducation pour l'année 2017, d'après les données également élaborées par Mideplan) ; et « eau » (indice d'inégalité d'accès à l'eau jusqu'en 2013, selon les données de l'Institut des aqueducs et des égouts (AyA).

Les données de chaque variable se déclinent en cinq catégories, sous les degrés de vulnérabilité suivants : « très faible », « faible », « moyen », « élevé » et « très élevé ». Les experts émettent leurs avis pour chaque cas. Étant donnée notre prémisse de départ, la vulnérabilité sociale est représentée de manière différenciée dans chaque groupe de données en fonction des variables retenues. Le tableau 4.1 affiche les critères par variable.

Tableau 4.1. Critères de détermination du degré de vulnérabilité selon les variables et les données disponibles par district, Costa Rica.

Variable	Source de données	Critère	Degré de vulnérabilité
Population	INEC	Population moindre par district	Très élevé
Pauvreté	INEC	Indice le plus élevé	Très élevé
Organisation locale	Dinadeco	Moins d'organisations formelles	Très élevé

Variable	Source de données	Critère	Degré de vulnérabilité
Santé	Mideplan	Indice le moins élevé	Très élevé
Éducation	Mideplan	Indice le moins élevé	Très élevé
Eau	AyA	Indice le moins élevé	Très élevé

Source : Hernández, 2023.

Après avoir classé la vulnérabilité en fonction de chaque variable, une somme pondérée des valeurs a été calculée par district, pour les reclasser ensuite en 5 groupes de données d'après le critère d'intervalle équivalent, et enfin les qualifier d'après les degrés de vulnérabilité « très faible », « faible », « moyen », « élevé » et « très élevé » (figures 4.1 et 4.2).

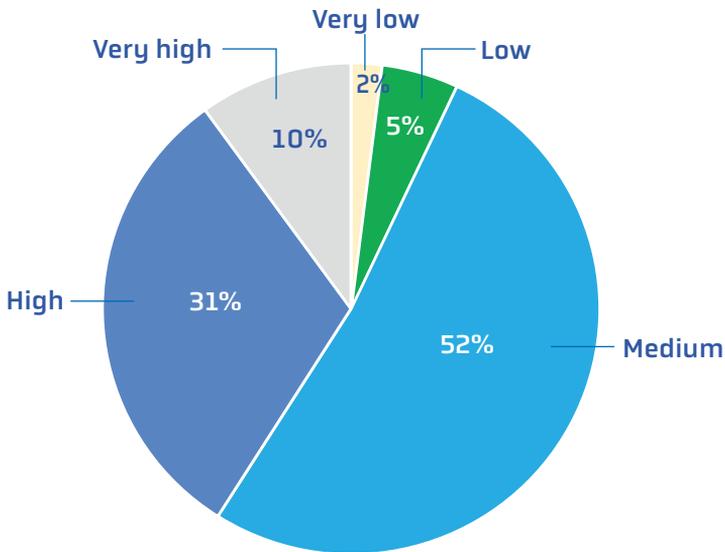


Figure 4.1. Répartition en pourcentages de la classification de la vulnérabilité des districts côtiers, Costa Rica.

Source : Hernández, 2023.

Les résultats obtenus de l'analyse multicritère (Hernández, 2023) ont confirmé les conditions de vulnérabilité sociale dans les districts côtiers du Costa Rica : un district a été classé avec une vulnérabilité « très faible » et deux autres ont été classés avec un niveau « faible » pour la variable analysée. Les districts restants ont affiché des degrés de vulnérabilité allant de « élevé » à « très élevé », ce qui correspond aux districts situés dans les sous-régions du Pacifique sud-est et des Caraïbes (nord et sud). Par ailleurs, ils coïncident avec les évaluations les plus basses de la dernière version de l'Indice de développement social élaboré par Mideplan (2023).

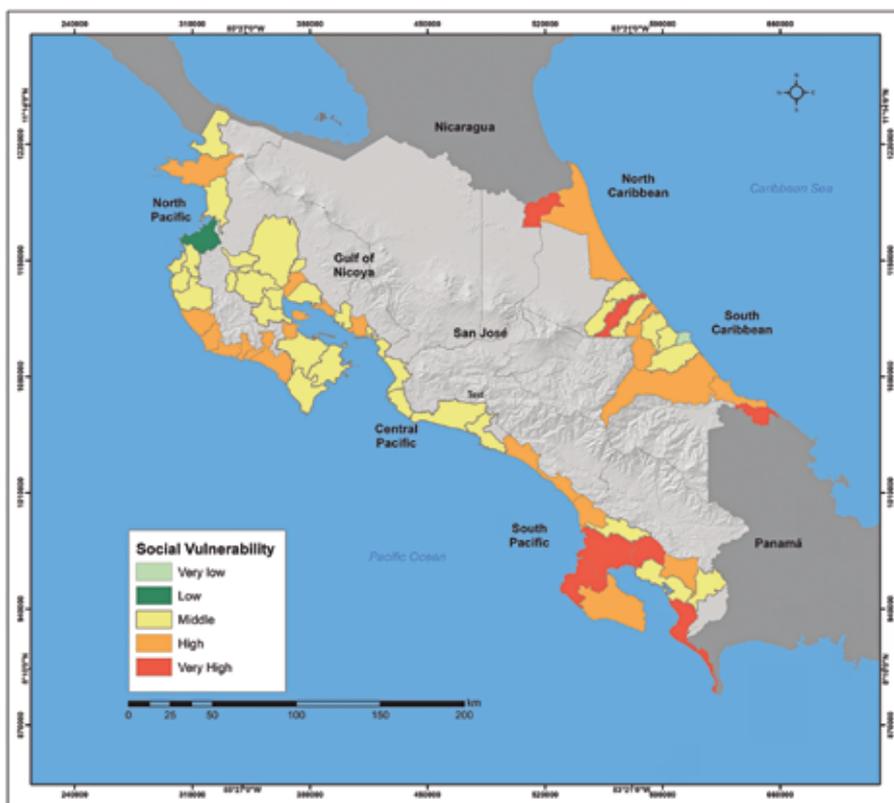


Figure 4.2. Carte de la répartition géographique des districts côtiers costariciens, selon leur catégorie de vulnérabilité.

Source : Hernández, 2023.

Cadre institutionnel de la gestion sociale côtière

Par ailleurs, et en complément, une analyse des aspects constitutifs, fonctionnels et opérationnels des organisations publiques responsables du développement social côtier costaricien a été réalisée, et les réglementations en vigueur relatives à la politique publique des côtes du Costa Rica ont été identifiées. À cette fin, 24 instruments formels de politique nationale et de planification ont été examinés (Hernández *et al.*, 2021), parmi lesquels 17 présentaient des objectifs, des lignes directrices, des stratégies ou des cibles en lien avec les enjeux marins côtiers.

Ces instruments ont permis d'identifier 160 objectifs montrant des actions axées sur les questions marines et côtières, le plus souvent liées à la pêche, à la planification et à l'aménagement du territoire, ainsi qu'à des aspects environnementaux (93,7 % des actions au total) (Hernández *et al.*, 2021). En revanche, les actions des cibles liées à la gestion des aspects sociaux étaient nettement moins représentées (6,3 %). Cela est bien la preuve d'un déséquilibre important dans la gestion des organisations publiques relatives aux questions sociales des populations côtières.

Dans le cadre de l'exécution des 160 cibles ou lignes directrices mentionnées, 56 organisations chargées de l'administration publique liée aux questions marines et côtières ont été identifiées. Parmi ces structures, deux assument des responsabilités majeures : l'Institut costaricien de la pêche et de l'aquaculture (Incopescas), qui gère, réglemente et promeut le développement du secteur de la pêche et de l'aquaculture ; et la Commission nationale de la mer (Conamar), chargée d'exécuter la Politique nationale de la mer via un Comité de gouvernance des océans, et qui se caractérise par un fonctionnement discontinu depuis sa mise en place en 2013.

Concernant les organisations à qui il incombe de répondre à des actions sociales spécifiques dans le domaine marin et côtier, cinq sur 56 au total (soit 8,9 % seulement) ont été identifiées. D'autre part, 11 organisations (19,6 %) ont été identifiées comme fondamentalement importantes dans le programme d'action de l'État concernant le secteur marin et côtier du pays, en raison de la fréquence des affectations enregistrées dans les outils de planification et de politique nationale. La planification côtière

et l'aménagement du territoire sont assumés par trois instances publiques (5,3 %), en plus des municipalités côtières.

Considérations finales

La multitude d'organismes publics et de réglementations relatives aux domaines des zones et des populations côtières au Costa Rica n'est pas parvenue à coordonner efficacement les actions visant à la satisfaction intégrale des besoins de ces populations. Cela se traduit par les conditions de vulnérabilité sociale décrites dans ce document.

Ajoutons à cela qu'actuellement, ce cadre institutionnel n'est plus adapté à la réalité côtière du pays. Deux facteurs externes expliquent l'accroissement de cette vulnérabilité : le premier, lié à la variabilité et au changement climatique, exacerbe les phénomènes de ce type dans l'environnement de ces populations. Le deuxième se réfère à la hausse de la criminalité dans les zones côtières en raison du trafic de drogue et de l'endettement informel, dont les luttes pour la territorialité et les défaillances de paiements liés à la drogue et au remboursement des dettes ont provoqué une hausse significative du nombre d'homicides. Il ne fait nul doute que ces deux facteurs devront être pris en compte pour les bilans futurs de vulnérabilité sociale sur les côtes du pays.

Pour revenir à l'aspect de la participation politique des citoyens, il est nécessaire de souligner qu'un exercice efficace de décentralisation et de redistribution de l'administration publique sur le plan régional ou local pourrait influencer sur la capacité de gestion des dirigeant(e)s des associations de développement intégral et des structures municipales implantées dans les zones côtières ; deux instances en prise avec la réalité et la problématique sociale, pour ainsi disposer de davantage d'informations et faciliter la coordination de l'appareil étatique. Cela permettrait d'améliorer les possibilités actuellement insuffisantes de gestion des problèmes sociaux sur le littoral, qui se reflètent dans le fossé entre le grand nombre d'instruments de politique publique liés aux aspects de la pêche et ceux moins axés sur le volet social.

Le leadership dans les zones côtières est limité par une connaissance partielle des cadres réglementaires et administratifs de la gestion publique, favorisée par la multiplicité et le tuilage des compétences et des fonctions des principales organisations publiques concernant la population établie dans les zones côtières. Cela prouve que les déficiences liées à la capacité de l'État à agir doivent être résolues afin que les outils de gestion publique dans les zones côtières favorisent le renforcement des capacités locales, et par là même, les possibilités de gérer les problèmes des populations qui y résident, confrontées à une grande vulnérabilité sociale.

En tant qu'outil permettant d'aborder les problèmes sociaux, la politique publique est une réponse apportée aux vulnérabilités auxquelles sont confrontés les habitants des zones côtières. Toutefois, tant qu'une méconnaissance des réglementations nationales en vigueur persistera, les barrières pour reconnaître, gérer et exiger une réorganisation et le respect des compétences des organisations publiques continueront de se multiplier. C'est pourquoi il est fondamental que ces organismes publics améliorent leur gestion et mettent en place des programmes et des projets de formation destinés aux dirigeant(e)s locaux(les) des littoraux, adaptés aux fonctions de chaque unité. Le milieu universitaire est manifestement en mesure de fournir ces espaces d'apprentissage, comme l'a démontré le PIC à travers l'accompagnement qu'il a assuré auprès des organisations côtières locales avec lesquelles il collabore.

Références bibliographiques

- Bertranou, J. (2015). Capacidad estatal: Revisión del concepto y algunos ejes de análisis y debate. *Revista Estado y Políticas Públicas*, 4.
- Cingolani, L. (2013). *The State of State Capacity: A review of concepts, evidence and measures* (Nº. 053). UNU-MERIT Working Paper Series. Maastricht.
- Hernández, M. (2023). Diagnóstico del contexto social de la población costera para procesos futuros de formulación de políticas públicas.

Programa Interdisciplinario Costero, Instituto de Estudios Sociales en Población, Universidad Nacional, Costa Rica.

Hernández, M.; Montoya, R. et Mora, P. (2021). *Compilación y revisión de competencias de organizaciones gubernamentales, legislación y políticas públicas relacionables a poblaciones costeras en América y Costa Rica. Informe de actividad académica. Programa Interdisciplinario Costero, Instituto de Estudios Sociales en Población, Universidad Nacional, Costa Rica.*

Ministerio de Planificación y Política Económica [Ministère de la Planification nationale et de la Politique économique] (Mideplan). (2023). *Índice de Desarrollo Social 2023.* San José, Costa Rica.

O'Donnell, G. (2010). *Democracia, agencia y Estado: teoría con intención comparativa.* Prometeo Libros.

Scartascini, C. et Tommasi, M. (2014). *Capacidades gubernamentales en América Latina: Por qué son tan importantes, qué se sabe sobre ellas y cuáles son los pasos a seguir.* Banco Interamericano de Desarrollo.

Sen, A. (1992). *Inequality Reexamined.* Harvard University Press.

Sen, A. (1998). *Las teorías del desarrollo a principios de siglo XXI. Cuadernos de Economía, XVII (29), 73-100.* Bogotá.

Subirats, J.; Peter, K.; Corinne, L. & Frédéric, V. (2008). *Análisis y gestión de políticas públicas.* Ariel Ciencias Políticas.



II^E PARTIE

Identité et océans



Femmes et pêche : une lecture locale de l'identité, de la subsistance et du changement climatique

Carlos Morera Beita¹³
Sueli Angelo Furlan¹⁴
Sandro Vieira Vox¹⁵

13 Carlos Morera Beita, docteur en Planification Environnementale, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Geográficas (École des sciences géographiques), cmorera@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-4014-6122>.

14 Sueli Angelo Furlan, docteure en Géographie Physique, Université de São Paulo, Département de géographie, sucaangf@usp.br, <https://orcid.org/0000-0001-9774-233>.

15 Sandro Vieira Vox, licencié en Géographie, Université de São Paulo, Lab. Climatologie et Bio-géographie, svox74@gmail.com

Historiquement, les océans ont été des espaces cruciaux dans l'évolution de la planète et des sociétés humaines. Actuellement, on assiste à une revalorisation du rôle des océans ; notamment, dans la législation qui renforce leur conservation écologique. Ces lois reposent sur des réglementations nationales et internationales, sous le prisme des menaces de l'Anthropocène et des changements climatiques. Dans les discussions suscitées autour du sujet, on encourage l'élaboration de politiques publiques et on souligne certains aspects pertinents, bien que peu valorisés ; par exemple, la relation entre les océans et certaines communautés locales, riveraines ou côtières, notamment les femmes, qui constituent un aspect clé dans l'identité et la subsistance. Ainsi, elles ont contribué à un apport historique et elles ont été des protagonistes majeures dans la relation qu'entretiennent les sociétés avec les océans, bien qu'invisibilisées par la société patriarcale. Ce rôle trouve un appui dans le rapport qu'entretiennent les femmes avec les questions de sécurité alimentaire et l'éradication de la pauvreté, plus que flagrante dans les pays en voie de développement.

Sur la base de cette prémisse, ce chapitre met l'accent sur l'analyse du rapport des femmes pêcheuses avec l'océan, par une approche qualitative, en s'appuyant sur deux études de cas : Barra del Colorado, au Costa Rica, et Ilhabela, São Paulo, au Brésil. Dans chaque cas, un entretien approfondi a été mené auprès des dirigeantes pêcheuses (tableau 5.1). Tout d'abord, il a fallu prendre le temps de se rapprocher des personnes interrogées pour instaurer un climat d'empathie et de transparence le temps des échanges. Le choix des cas repose sur les connaissances émanant d'études antérieures et sur le rôle de leadership exercé par ces femmes dans les dynamiques locales. Les résultats analysent des aspects tels que ces récits de vie de femmes, leurs conditions de travail et les menaces auxquelles elles font face en raison des effets du changement climatique. Nous concluons en disant que les femmes ont été invisibilisées par des échafaudages politico-économiques, alors même qu'elles sont les gardiennes d'un savoir ancestral aujourd'hui menacé. Ce sujet doit être intégré aux discussions sur la gestion des océans.

Tableau 5.1 . Informations de base sur les femmes interrogées.

Nom de la personne interrogée	Âge	Lieu	Date
Neyba Martínez Forbes	65	Barra del Colorado, Costa Rica	21 septembre 2024
Perla Wilson Allen	80	Barra del Colorado, Costa Rica	22 septembre 2024
Laurinda Maria de Moraes Lucio	65	Ilhabela, São Paulo, Brésil	9 novembre 2021

Source : Élaboration propre.

La pêche artisanale : importance sociale

La pêche et la chasse, tout comme l'agriculture et l'élevage qui se sont développés par la suite, ont été des activités stratégiques dans l'évolution des sociétés humaines. L'importance de la pêche artisanale perdure encore aujourd'hui, s'agissant d'une activité à petite échelle exercée sur les rives des océans, les berges des rivières, ainsi que les abords des marécages et des estuaires. Au cours des dernières décennies, ce type de pêche s'est vu affecté par la pollution des eaux, les obstacles des propriétaires d'espaces côtiers, la pêche intensive et l'occupation des côtes par les touristes, parmi d'autres facteurs (Figuerola, 2021). Dans le cas du Costa Rica, la pêche artisanale, selon la loi sur la Pêche et l'Aquaculture, est un type de pêche pratiqué sans embarcation, dans les rivières, les lacs ou les zones côtières, ou à bord d'une embarcation avec possibilité d'aller pêcher jusqu'à trois milles nautiques maximum des eaux territoriales costariciennes (loi n° 8436/1 du 1^{er} mars 2005). Au Brésil, malgré l'absence de statistiques officielles récentes sur la pêche qui permettraient de quantifier le nombre de travailleuses et de travailleurs impliqués dans la pêche artisanale familiale, les études indiquent que 70 % de la base alimentaire nationale provient de ce type de pratiques. En dépit des difficultés, « la

mer est l'espace de l'autonomie et de la résistance, matière première pour la création d'utopies rustiques qui marquent l'identité des pêcheurs et des pêcheuses » (Ribaric, 2020 p. 46).

Comme le formulent la FAO et CoopeSoliDar (2022), loin de se limiter à une source de revenus, la pêche constitue un mode de vie, mêlé de savoirs et de traditions, qui permet aux familles de se nourrir et de séduire ; les femmes participent pour aider à améliorer la situation financière du foyer. Ces lieux sont marqués par le besoin qui contraint les femmes à prendre part à la pêche. Cette participation des femmes aux pratiques de pêche a été un sujet qui a capté l'attention de la recherche au cours des dernières décennies et qui doit être abordé du point de vue de l'expérience, symbolique des femmes elles-mêmes (Gustavsson, 2020).

Bien que les conditions de vie des femmes pêcheuses soient difficiles, force est de reconnaître leurs capacités de travail, d'organisation et de résilience. Ces compétences leur permettent de faire face aux situations de risques et de vulnérabilité, aussi bien du point de vue socio-économique qu'environnemental (changement climatique), tel que l'aborde la Stratégie intégrale élaborée par CoopeSoliDar R.L. (2019) pour la reconnaissance et la formalisation de l'activité productive des femmes dans les principales chaînes de valeur de la pêche artisanale à petite échelle, entre des savoirs et des pratiques traditionnels. Cette stratégie est le fruit d'un processus de consultation réalisé auprès d'un groupe de pêcheuses du Costa Rica. Au Brésil, des initiatives communautaires ont été organisées dans des aires protégées le long de la côte brésilienne grâce à la Confrem (Commission nationale pour le renforcement des réserves extractives et des peuples d'extraction marine). Dans ce mouvement pour les droits à la pêche artisanale, la mer n'est pas un territoire vide d'habitants, mais « un lieu anthropologique dense que les pêcheurs artisanaux se sont approprié collectivement, à travers des formes individuelles, collectives et communautaires d'accès et de détention, garantes des formes collectives de survie, de cohabitation et de devenir » (Ribaric *op. cit.*, p. 46). Le concept de « *maretorio* »¹⁶, formulé par les pêcheuses, fait référence au territoire

16 NDT : mot-valise formé par la fusion du mot « mer » (mar, en espagnol) et les syllabes finales du mot « territoire » (territorio, en espagnol)

aquatique ; par conséquent, la mer — en plus d'être une base matérielle pour la reproduction de la sociabilité traditionnelle — est un lieu d'ancrage de marqueurs symboliques qui continuent à faire vivre la mémoire collective du groupe. Ces liens conceptuels sous-tendent un système de significations dont on apprend et prouve l'existence. Les systèmes politiques actuels, aux échelles aussi bien nationale que locale, ont invisibilisé les connaissances et les pratiques ancestrales transmises par les femmes au fil des générations. Ces savoirs, fondamentaux pour l'adaptation et l'atténuation du changement climatique, sont menacés par les dynamiques du capitalisme mondial. Ce sont pourtant ces savoirs ancestraux qui leur permettent d'établir une relation spirituelle avec la mer, dimension souvent méconnue et ignorée des discussions sur les politiques publiques relatives à l'océan.

Le mode de vie des femmes pêcheuses et les menaces actuelles auxquelles elles sont confrontées

Les pêcheuses interrogées dans le cadre de cette recherche, toutes âgées, ne sauraient cacher leurs conditions de pauvreté ou d'extrême pauvreté, avec des familles étendues, et dans le cas du Costa Rica, la situation critique se concentre sur les côtes (PNUD, 2023). Au Brésil, l'activité de pêche a donné naissance à plusieurs cultures côtières régionales parmi lesquelles, les *jangadeiros*, les *caiçaras*, les *azorianos* et les *praieiros* (Diegues, 2004). Cependant, les moyens de subsistance des artisan(e)s pêcheur(se) sont menacés par l'arrivée d'entreprises sur leurs territoires et il n'existe pas de processus équitable de consultation ni d'écoute de ces communautés (Begossi, 1998). Le « temps structurel » et le « temps écologique » révèlent des identités sociales de temps et d'espace, entre « terre » et « mer », redéfinies par les femmes (Fadigas, 2009). Ainsi, des études féministes récentes sur la pêche brésilienne révèlent le rôle des femmes dans les impacts culturels et économiques de la pêche. La définition même de « pêcheuse artisanale » adoptée apparaît dans les discussions soulevées par Diegues (1999) lorsqu'il aborde la manière dont les questions identitaires et théorico-méthodologiques ont guidé l'anthropologie marine. Malgré l'invisibilité de ces femmes aux yeux de l'État, passées sous silence dans les articles

universitaires et la société dans son ensemble, celles-ci jouent un rôle crucial dans la pêche artisanale. Doña Laurinda María de Moraes, artisane pêcheuse, comme bien d'autres dans sa communauté, raconte :

Je m'appelle Laurinda Maria de Moraes, 59 ans, je suis née à la plage de Castelhanos, dans ce magnifique endroit. C'est là que je suis née, à Castelhanos, et j'ai grandi en ville, à São Sebastião. Après l'échec d'un premier mariage, je me suis remariée ici, à Castelhanos, où je suis née, et aujourd'hui, être femme à cet endroit, être femme dans cette communauté est quelque chose de vital, on mène une vie simple, mais très agréable. J'aime la mer, je suis avant tout pêcheuse, et dans le fond, artisane, j'adore ce que je fais, j'aime beaucoup cet endroit... Nos enfants forment déjà la cinquième génération, et je me sens flattée de vivre ici jusqu'à maintenant. J'ai la nostalgie des bons moments du passé, car on avait vraiment une communauté traditionnelle isolée. Aujourd'hui, avec le tourisme effréné, on perd notre liberté, mais à part ça, on adore cet endroit.

D'autres études menées dans la communauté de Castelhanos montrent qu'il n'y a pas de division sexuelle du travail au sein de la communauté, c'est-à-dire, de rôles sociaux genrés (França et Oliveira, 2022). Contrairement à ce qui se passe au Costa Rica. Doña Perla, l'une des personnes interrogées à Barra del Colorado, a élevé onze enfants, en plus de onze autres, parmi petits-enfants et autres enfants adoptés officiellement. C'est dire la prédominance des femmes seules (célibataires ou séparées de leurs maris). Cheffes de ménage elles-mêmes, elles se retrouvent à la tête de familles étendues dans le cadre de la pratique de la pêche. Ainsi, les femmes qui se consacrent partiellement ou totalement aux activités de pêche sont les plus vulnérables. D'après Peralta (2022), l'explication réside dans la charge démographique des ménages, les conditions défavorables d'entrée sur le marché du travail, les inégalités dans les relations de travail et le manque d'opportunités découlant de stéréotypes liés au genre.

Ces femmes préservent le savoir traditionnel de leur relation avec les océans. Il faut percevoir cela comme des savoirs sur le monde naturel et surnaturel, transmis oralement de génération en génération. Ainsi, doña Laurinda de Ilhabela, São Paulo, au Brésil, est fière de faire partie de la quatrième génération de sa lignée, et ses enfants, qui constituent la cinquième

génération, perpétuent les connaissances ancestrales. Cette gestion ancestrale a parfois été reconnue comme un droit historique des peuples traditionnels (indigènes, afrodescendants, Caiçaras,¹⁷ entre autres) sur leurs territoires ayant accès à la mer. Néanmoins, dans certains cas, ces savoirs ancestraux sont menacés par l'émergence de nouvelles formes d'aménagement du territoire côtier et océanique. C'est ce que suggère doña Neyba (figure 5.1) lors de son entretien sur la création du Refuge de vie sauvage de Barra del Colorado :

On s'est toujours battu avec le Minae (ministère de l'Environnement et de l'Énergie). Ça, ce sont nos grands-parents, nos ancêtres, qui l'ont préservé, mais les voilà qui débarquent, soi-disant que c'est eux qui en prennent soin. Depuis quand ? Si on n'avait pas pris soin de la terre, on n'aurait pris soin de rien du tout et ce serait le désert ici. Il n'y aurait pas de zones humides ni de végétation, car c'est nous qui nous occupons, mais quand le refuge a été fait ici, ça a été terrible pour nous. Depuis qu'il y a le refuge, on ne peut rien couper, pas même une feuille dans la nature. Tout a basculé du mauvais côté... ».

Les nouveaux modèles d'occupation des côtes et les conditions environnementales des mers mettent en danger les modes de vie des populations qui y habitent. Ainsi, les développements de projets touristiques, la pêche intensive, l'instauration d'espaces protégés et la croissance de la monoculture viennent perturber le mode de vie de ces communautés. Dans ce cas-ci, les femmes sont les personnes les plus touchées, en raison de leur profond enracinement et de leur forte identité dans les territoires côtiers. En témoignent les trois femmes interrogées qui, malgré les vicissitudes, ont choisi de rester sur place. Pour preuve, doña Laurinda soutient que « (...) elles font partie d'une communauté asphyxiée par des pressions extérieures, mais qui résiste au fil du temps ». Ces femmes sont la preuve d'une culture de résistance contre les vicissitudes du capitalisme. Elles excellent dans leur capacité à diriger. C'est par exemple le cas de madame Neyba qui s'engage dans plus de six organisations (défense du système de santé,

17 Catégorie des peuples traditionnels résultant de l'interculturalité des indigènes, des Portugais et des Africains, réduits en esclavage des côtes de San Pablo et de Paraná, Brésil.

des femmes, des afrodescendant(e)s, des femmes entrepreneures, etc.). Ainsi, un aspect positif à relever est que les femmes disposent d'une plus grande capacité que les hommes pour s'organiser, voire diriger ces processus. Contrairement aux hommes, les femmes ont fait montre d'une capacité remarquable à agir et à résister dans un contexte d'adversités socio-économiques — comme c'est le cas de madame Neyba qui s'est engagée dans de multiples organisations. Tout cela reflète une stratégie de résistance et d'autonomisation face aux structures dominantes. Ces femmes s'imposent donc comme des agents de changement en dirigeant des initiatives qui cherchent à transformer leurs communautés.



Figure 5. 1. Doña Perla (à gauche) et doña Neyba (à droite). Barra del Colorado, Costa Rica.

Source : @Carlos Morera, 21 septembre 2024.

La pêche est un travail partagé et asymétrique

La pêche est un travail mixte qui combine à la fois les activités commerciales et la subsistance. Les dynamiques de la société capitaliste actuelle ont bouleversé les capacités ancestrales des communautés traditionnelles qu'elles ont remplacées par la subsistance. Un système de marché basé sur l'offre et la demande s'est imposé, avec des fonctions différenciées selon le genre. En revanche, si les hommes ont plus de responsabilités dans les activités économiques et commerciales, les femmes sont plus axées sur les aspects de la subsistance. Ainsi, si l'on s'en réfère à l'entretien de doña Neyba, ses activités de pêche sont systématiquement liées au mode de survie. Et, occasionnellement, lorsque l'Association des pêcheurs de Barra del Colorado doit accomplir des tâches spécifiques, comme la préparation des crevettes (décorticage et épluchage), ce sont les femmes de l'Association des éplucheuses et transformatrices de crevettes de Barra del Colorado qui s'exécutent.

Dans tous les entretiens, il a été constaté que la pêche pour les femmes est une activité de subsistance qui aide à l'alimentation du foyer et qui, temporairement, devient une source de revenus, surestimée en raison des pénuries économiques auxquelles ces communautés côtières sont confrontées. La pêche et les activités qui y sont associées, tel que la pêche aux coquillages et la collecte de mollusques (marisquear), entre autres, ne sont pas reconnues à leur juste valeur, bien qu'elles jouent un rôle primordial dans la subsistance des familles. Ainsi, des femmes comme doña Neyba affirment : « *Elle, avec le peu qu'elle a, elle part pêcher, et la question des repas est réglée pour la journée* ». Et, dans la même veine, doña Perla de répliquer : « (...) *Je partais pêcher en bateau avec les enfants et je rapportais ma nourriture, je m'amusaï avec eux, et j'oubliais tout* ».

Par ailleurs, la relation avec la mer ne se limite pas uniquement à la pêche ; d'autres aspects spirituels, philosophiques et créatifs émergent également. Doña Laurinda, forte de son expérience de vie avec la mer, s'est lancée dans la création d'une ligne d'artisanat qui lui génère un revenu supplémentaire (figure 5.2). Les deux femmes interrogées à Barra del Colorado expliquaient aussi que leurs conditions de vie difficiles les déprimaient et les attristaient, et puis, ces sensations s'estompaient quand elles prenaient

la mer. De la même manière, l'approche des mers et des océans d'un point de vue spirituel est on ne peut plus claire dans la relation vivante qu'elles entretiennent avec la mer, avec des commentaires comme celui de doña Perla quand elle affirme : « *Je mourrais sans la mer... Une fois, je suis allée à San José et j'ai dû revenir* ». Pour sa part, doña Laurinda affirme :

« *Pour moi, vivre ici, ça ne s'explique pas. D'abord, j'ai une vue magnifique. Quand j'ouvre la fenêtre de ma chambre, tôt le matin, j'ai la mer en face de moi, de l'air frais, une vue splendide rien que pour moi, pour moi seule. Je suis très heureuse, je remercie Dieu tous les jours pour cet endroit où j'habite, là où mon père (Dieu) m'a donné la vie, un peu de la Création...* ».



Figure 5.2. Doña Laurinda, São Paulo (2019).

Source : @SueliCFurlan, 17 octobre 2019.

Les femmes pêcheuses et le changement climatique

Les femmes pêcheuses utilisent des méthodes de pêche traditionnelles, le plus souvent la canne et la ligne, à bord de petites embarcations. Cependant, le manque d'accès aux technologies modernes et les restrictions imposées par le Plan de gestion du refuge de vie sauvage de Barra del Colorado (Sinac, 2017) interdisant l'utilisation de trémails et de filets de pêche, limitent leurs options et réduisent leur productivité.

Les nouvelles formes de pêche, qui génèrent pourtant une faible empreinte écologique, supplantent les méthodes traditionnelles. Cette substitution implique l'utilisation de méthodes plus invasives qui détériorent les conditions de productivité de la pêche, comme l'indiquent les deux personnes interrogées dans la communauté de Barra del Colorado. Selon elles, la quantité de poissons diminue progressivement. C'est le plus grand changement qu'elles associent au changement climatique. Néanmoins, historiquement, elles reconnaissent savoir que le niveau de la mer monte et descend, raison pour laquelle leurs maisons sont construites sur pilotis. Elles perçoivent également la nature dans sa dimension dynamique, en perpétuel mouvement. Pour doña Neyba, « *La rivière change son cours chaque année, alors, il faut bien comprendre pour ne pas se faire prendre de court* ». Les deux femmes reconnaissent que les ouragans et les tempêtes sont plus violents, bien qu'elles n'osent pas les attribuer au changement climatique, faute de maîtrise d'un concept trop scientifique. Les deux femmes se disent très préoccupées par l'aggravation de la pollution marine par les plastiques. Elles font remarquer que cette situation s'accroît en raison d'un modèle de consommation insoutenable, qui privilégie la production et l'élimination rapide du plastique, rendant invisibles les alternatives possibles et les impacts environnementaux qui y sont liés.

Commentaires finaux

La gestion des océans implique des approches multidisciplinaires et multisectorielles qui puissent permettre d'intégrer l'ensemble des groupes sociaux, y compris les communautés traditionnelles telles que

les afrodescendants, les indigènes ou les communautés paysannes. Ces groupes ont su établir une relation avec les océans qui, loin de se limiter à l'acquisition de ressources, intègre également des dimensions spirituelles et de subsistance. Les cas abordés dans cette étude montrent que ces groupes sociaux sont les dépositaires de savoirs ancestraux, menacés par les nouvelles dynamiques des espaces côtiers. Pour autant, ces savoirs s'imposent comme une ressource précieuse, tels des enseignements tirés face à la définition d'actions urgentes d'adaptation au changement climatique. Mers et océans sont des espaces habités où les individus ont historiquement tissé une relation identitaire, spirituelle, économique et culturelle, bien qu'aujourd'hui menacée.

Les résultats obtenus soulignent la nécessité de concevoir des interventions spécifiques pour les femmes pêcheuses, tout en reconnaissant leur rôle essentiel dans la lutte contre la pauvreté et la conservation du milieu marin. L'élaboration de politiques publiques valorisant leurs savoirs ancestraux et favorisant des pratiques durables est fondamentale si l'on en croit l'efficacité d'expériences antérieures menées par certains États dans l'adaptation au changement climatique, notamment d'un point de vue socioculturel.

Références bibliographiques

- Begossi, A. (1998). *Resilience and neo-traditional populations: the caiçaras (Atlantic Forest) and caboclos (Amazon, Brazil)*. In: *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University.
- CoopeSoliDar R.L. (2019). Estrategia Integral para el reconocimiento y formalización de la actividad productiva de las mujeres en las principales cadenas de valor de la pesca artesanal de pequeña escala, que recupere los conocimientos y prácticas tradicionales. San José, Costa Rica.
- Diegues, A.C.S. (1999). A sócio-antropologia das comunidades de pescadores marítimos no Brasil. *Etnográfica*, III(2), pp. 361-375.
- Diegues, A.C.S. (2004). *A pesca construindo sociedades*. São Paulo, NUPAUB — USP.

- Fadigas, A. (2009). As marisqueiras e a Reserva Extrativas Acaú-Goiana: uma análise de práticas participativas para a conservação do ambiente. Dissertação (mestrado) - Programa Regional de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba/Universidade Estadual da Paraíba, Brasil.
- França, L.G. & Oliveira, M.J.G. de S. (2022). A relação das mulheres com o meio ambiente: um estudo de caso das mulheres caiçaras de Ilhabela. *Revista Augustus*, 31 (58), 120-144. <https://doi.org/https://doi.org/10.15202/1981896.2022v31n58p120>
- FAO y CoopeSoliDar (2022). La participación de las mujeres en la pesca artesanal. Empleo y trabajo decente en la pesca artesanal. Modulo 5 de Capacitación. San José, Costa Rica.
- Figuerola, I. (2021). La pesca artesanal marino-costera y los derechos culturales de las comunidades étnicas en Colombia. *Veredas do Direito - Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável*, 18 (40).
- Gustavsson, M. (2020). Women's changing productive practices, gender relations and identities in fishing through a critical feminisation perspective. *Journal of Rural Studies*, 78, 36-46.
- Peralta, G. (2022). Hogares con jefatura femenina y su relación con la pobreza en América Latina: una revisión sistematizada. *Gestionar: Revista de Empresa y Gobierno*, 2(3), 51-61.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD [Programme des Nations unies pour le Développement, PNUD] (2023). *Atlas de Desarrollo Humano Cantonal en Costa Rica 2022*. Costa Rica. www.undp.org/es/costa-rica/atlas-de-desarrollo-humano-cantonal
- Ribaric, A. (2020). Maritimidade: Patrimônio cultural e formas tradicionais de apropriação social do território marítimo. *Emblemas*, 17(2), 39-56.
- Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado. (2017). (sinac.go.cr)
- Sinac (2017). *Actualización del Plan General de Manejo del Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado*. Pococí Costa Rica.



Poétiser l'océan : une expérience artistique dans le LED

Paula Rojas Amador¹⁸

Andrea Chacón Rodríguez¹⁹

Malkon Alfaro Carvajal²⁰

Wilfredo Alexis Bustamante Rodríguez²¹

Un homme en costume-cravate, angoissé et tendu, entre en scène, et demande à son interlocuteur une prorogation de délai pour la livraison de son travail. Sa tension artérielle augmente, il tente de desserrer sa cravate, sa respiration se raccourcit, il ressent une douleur

18 Paula Rojas Amador, docteure en Théâtre, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Arte Escénico (École des arts de la scène), LED, paula.rojas.amador@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-7563-361X>.

19 Andrea Chacón Rodríguez, master en Administration des espaces culturels, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Arte Escénico (École des arts de la scène), LED, andrea.charod@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-7846-0707>.

20 Malkon Alfaro Carvajal, master en Éducation avec spécialisation en Pédagogie Universitaire, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Arte Escénico (École des arts de la scène), LED, malkon.alfaro.carvajal@una.ac.

21 Wilfredo Alexis Bustamante Rodríguez, master en Enseignement Universitaire, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Arte Escénico (École des arts de la scène), LED, wilfredo.bustamante.rodriguez@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-1611-4307>.

dans la poitrine. On entend le battement de son cœur en provenance du son de la percussion, une femme apparaît et s'approche de lui, avec une paire de lunettes de réalité virtuelle qu'elle place sur son visage, l'homme plonge dans la mer et retrouve son calme peu à peu. Immergé dans l'océan, l'homme observe les différentes espèces marines : poissons, tortues, requins, méduses, dauphins, et des extraits de poèmes inspirés par l'immensité de la mer. L'homme est calme, la femme s'approche de lui. Il retire ses lunettes de réalité virtuelle et la femme le serre dans ses bras.

Description de la scène d'inauguration de CISOS24

Est-il seulement imaginable de penser qu'à l'avenir, la seule façon d'explorer l'océan sera à travers la réalité virtuelle ? Cette question est l'un des points de départ de l'intervention artistique *Dimensions de l'océan*, présentée dans le cadre du Congrès sur l'intégration des connaissances pour un océan durable (CISOS24). L'œuvre nous invite à nous interroger, d'un point de vue critique, réflexif et artistique, sur notre rapport à l'environnement, à la réalité et, plus précisément, à l'océan.

Dimensions de l'océan est un projet de recherche artistique qui a vu le jour dans le Laboratorio Escénico (LED) [Digital Laboratoire scénique numérique] de l'Escuela de Arte Escénico [École des arts de la scène] de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA). Le projet fait appel à une série de processus créatifs et techniques mettant en lumière ce qui inspire, ce qui émeut, ce qui effraie, et ce qui inquiète de l'océan. Le montage du projet a été élaboré par des universitaires, professeurs et étudiants. Ce chapitre aborde trois des processus qui constituent les différentes phases du projet dont l'objet, par la concrétisation de l'interdisciplinarité et l'intermédialité, vise à sensibiliser, du point de vue artistique, à l'importance de la préservation des océans.

Le premier processus de recherche-crédation porte sur l'impression 3D des espèces marines sélectionnées. Le deuxième est axé sur la génération

d'images 3D, tandis que le dernier intègre les travaux précédents dans l'élaboration du dispositif de scène, le montage technique et les critères pour conserver le lien entre les aspects techniques et poétiques.

Outre l'approfondissement des techniques utilisées dans chacun des éléments qui le composent (vidéo, impression 3D et création du dispositif de scène), un travail artistique de cette nature permet un dialogue interdisciplinaire et intermédial. Ici, les points de convergence des différents processus créatifs proposent des approches ludiques d'aborder la problématique des océans, par le truchement d'une expérience différente de sensibilisation à leur gestion durable.

L'impression 3D : les espèces marines et le numérique dans le processus créatif

Actuellement, la pollution des océans et les menaces qui pèsent sur les espèces marines sont des questions brûlantes qui hantent divers domaines de la recherche, ainsi que les gouvernements, car elles ont un impact considérable sur la biodiversité de la planète. Dans ce contexte, les outils numériques tels que la modélisation et leur fabrication au moyen de l'impression 3D émergent comme des moyens multidimensionnels pour la création de solutions de conception pratiques dans les représentations de ces espèces marines. La problématique des océans et de la vie marine est également abordée sur le plan éducatif, didactique, artistique et du point de vue de la sensibilisation aux enjeux environnementaux actuels. D'après Campi, « Personne ne sait avec trop de certitude comment formuler la nouvelle alliance entre technologie et culture requise par l'ère de l'information et le réchauffement climatique, mais espérons que les concepteurs de l'avenir sauront désenchevêtrer cette situation complexe (...) » (2020, p. 109).

La plupart des matériaux utilisés dans la fabrication des produits imprimés en 3D sont dérivés du pétrole, ce qui constitue une menace pour la vie marine. L'impression 3D comme moyen créatif de représenter la vie qui habite les océans est donc source de paradoxe. Ce dilemme entre technologie et impact environnemental invite à réfléchir à l'utilisation responsable

de ces matériaux et au développement durable de l'environnement, notamment des mers et de la vie marine.

Face à cette prémisse, les différents matériaux existants pour la fabrication 3D ont été analysés et le PLA (acide polylactique) a été utilisé comme alternative. Ce matériau a été choisi pour ses propriétés adaptées à un traitement différent des divers matériaux existants pour la fabrication 3D. Selon Gómez, « le PLA est un thermoplastique d'origine naturelle obtenu à partir de la fermentation de l'amidon, du manioc ou de la canne à sucre, et se caractérise par sa grande biodégradabilité » (2020, p. 285). Par conséquent, le PLA peut être considéré, métaphoriquement, comme une extension des plastiques, ce qui n'est pas sans aggraver la problématique actuelle des océans. Ce lien renforce la pertinence des débats actuels sur l'accumulation des microplastiques qui affectent les écosystèmes océaniques.

Quant à la conceptualisation et à la fabrication 3D, les processus ont été orientés vers une approche d'étude et d'observation d'une illustration scientifique : la description des formes, des textures et des structures morphologiques des espèces par la modélisation et l'impression 3D.

Les phases d'exploration du logiciel technique et numérique ont permis de transformer les conceptions et les modèles tridimensionnels en outils didactiques visuels efficaces pour une analyse réflexive sur les espèces et l'environnement. Pour Campos, la modélisation 3D « [devient ainsi un système de représentation très efficace et polyvalent, car elle hérite des avantages fonctionnels de la mise à l'échelle vectorielle (...), de l'hyperréalisme du dessin matriciel (...), et introduit également la visualisation tridimensionnelle de l'objet sous n'importe quel angle (...)] » (cité par Cabezas et López, 2016, p. 266). Les outils numériques 3D permettent donc une approche de représentation des espèces marines, visuelle, dynamique, tangible et accessible au grand public sur ces créatures actuellement menacées.

L'élaboration de la modélisation et de la sculpture numérique des espèces marines a été effectuée grâce au programme open source Blender (<https://www.blender.org>), qui englobe un éventail de possibilités, depuis la modélisation et la sculpture jusqu'à l'intégration de dynamisme dans les propositions numériques 3D. Cela a permis de procéder rapidement à la

production de la conception et à son exportation optimale aux formats STL pour son processus d'impression tridimensionnelle.

Avec le soutien de spécialistes, sept espèces marines menacées ont été sélectionnées : la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), le requin-renard (*Alopias pelagicus*), l'espadon voilier (*Istiophorus platypterus*), l'idole mauresque (*Zanclus cornutus*), le lamantin (*Trichechus manatus*), le poisson-perroquet géant (*Scarus perrico*) et le requin-marteau (*Sphyrna lewini*). Il s'agit d'espèces vivant dans les écosystèmes marins du Costa Rica. Au cours de cette première phase, la collecte d'informations recueillies auprès des spécialistes a été essentielle pour établir les lignes directrices et comprendre la proposition de conception. La phase d'étude et de classement visuel de chaque espèce a ensuite permis de définir les futurs axes de développement pour progresser dans la création de modèles tridimensionnels dans le logiciel en question. Ce travail a été réalisé dans le Laboratoire 3D de l'Escuela de Arte y Comunicación Visual [École d'art et de communication visuelle] de l'Universidad Nacional, en y intégrant notamment des éléments clés tels que la représentativité visuelle, la forme, la texture et la dimension.

Les modèles des espèces ont ensuite été vérifiés à l'aide d'un logiciel de profilage pour l'impression 3D. Pendant l'élaboration, certains paramètres ont été ajustés et le filament (matériau) a été choisi pour leur fabrication finale à l'aide de l'imprimante 3D (figure 6.1). Ce processus de conception numérique, « [...] doit disposer d'une méthode qui lui permette de réaliser son projet, avec le matériau adéquat, les techniques précises et la forme correspondant à sa fonction » (Vilchis, 2014, p. 44). C'est pourquoi des phases méthodologiques ont été définies pour un développement fluide de la production, mettant en évidence la collaboration et l'échange des connaissances, de manière critique, réflexive et didactique, entre le travail de conception, l'art et les sciences.

L'innovation technologique grâce à la modélisation et à l'impression 3D offre un attrait visuel, efficace et créatif pour communiquer. Toutefois, l'approche et la problématique doivent également être envisagées de manière réfléchie, didactique et critique concernant la préservation et la préservation des océans et de la vie marine. La métaphore, outil puissant, invite à réfléchir sur le lien entre la vie marine et l'activité humaine par le discours visuel et le matériel d'impression 3D.

La représentation tridimensionnelle des espèces marines par cette technique les rend à la fois fragiles et attrayantes. Cependant, le filament utilisé comme matériau rappelle la relation du plastique dans d'autres types de matériaux 3D existants et sa nature polluante s'il n'est pas utilisé correctement et de façon responsable.

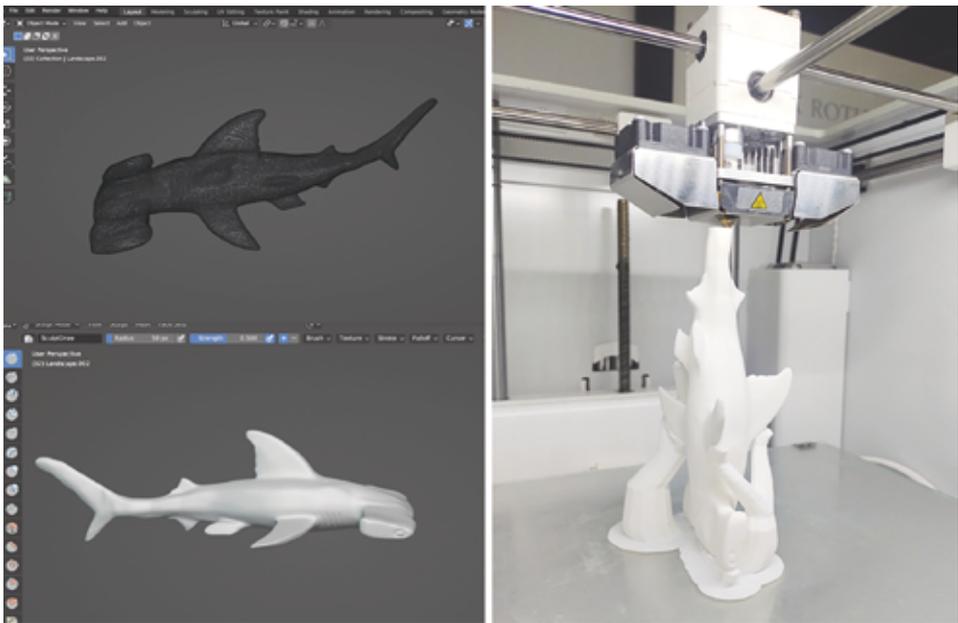


Figure 6.1. Conceptualisation et fabrication : élaboration des modèles dans le logiciel tridimensionnel avant d'entamer la phase suivante de fabrication à l'aide d'une imprimante 3D.

Source : Élaboration propre.

Modélisation et animation 3D : *Dimensions de l'océan*

Un autre élément utilisé dans le cadre du projet *Dimensions de l'océan* est la modélisation tridimensionnelle. Cette composante a été utilisée pour la divulgation scientifique et la sensibilisation à l'environnement, en créant d'abord des modèles tridimensionnels de faune marine, puis en procédant à une animation qui permet au public de plonger dans un environnement sous-marin virtuel, générant ainsi une expérience immersive et éducative. Pour cela, des logiciels de modélisation 3D spécialisés, tels que Cinema 4D, ont été utilisés pour créer des représentations numériques détaillées de diverses espèces marines. À partir de modèles de base, des techniques de sculpture numérique, texturation et *rigging* (squelettage) ont été appliquées afin d'obtenir une apparence de réalisme et des mouvements fluides. Ces modèles ont ensuite été intégrés à un environnement virtuel et projetés par mapping vidéo, créant ainsi une expérience immersive pour le spectateur, l'un des axes fondamentaux de la proposition étant la recréation numérique d'animaux marins au moyen de la modélisation 3D.

Le processus de modélisation a impliqué des recherches sur l'anatomie des espèces marines et l'utilisation d'outils numériques spécialisés. Pour cela, des formes primitives (figure 6.2, image 1) ont été utilisées, puis affinées grâce à l'application de modificateurs et de textures pour obtenir une représentation réaliste. Ceci, avec la suite de Maxon, intégrant Cinema 4Dm, solution logicielle professionnelle de modélisation, d'animation, de simulation et de rendu 3D. La recherche expérimentale a commencé par la modélisation d'une méduse (figure 6.2, image 2), en partant de figures primitives. En l'occurrence, à partir d'une spline (section construite par une nervure), des modificateurs et d'autres outils logiciels ont été utilisés pour obtenir un état plus descriptif de l'objet 3D (figure 2, image 3).

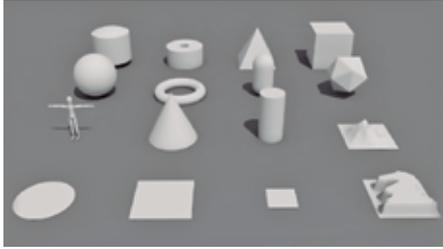


Image 1. [Screenshot]

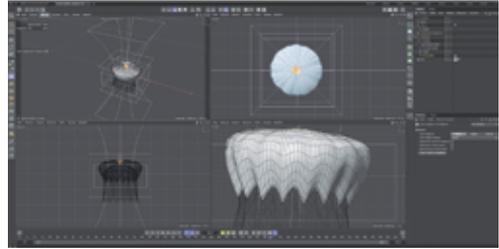


Image 2. [Screenshot]

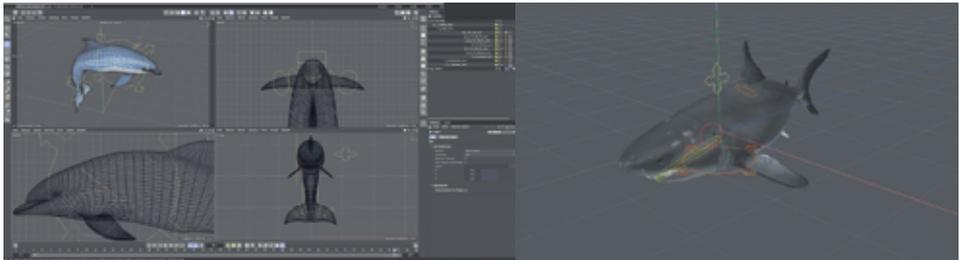


Image 3. Rigging [union of the skeleton as simulated by the software, with the geometry of the 3D object]

Figure 6.2. Présentation des étapes du processus de conceptualisation et de construction numérique d'objets en 3D.

Source : Élaboration propre.

Pour comprendre le processus de conception et de modélisation numérique en trois dimensions, il faut saisir la terminologie liée à la production d'animation et de vidéo : (a) le rendu est le processus final de génération d'une image ou d'une vidéo et fait référence au traitement informatique dans l'interprétation et la génération d'une image finale, ou image par image, d'une vidéo ou d'une animation ; (b) le *rigging* (squelettage) est le processus d'animation numérique d'un objet 3D qui utilise un squelette numérique pour le faire correspondre aux polygones de l'objet ; (c) le *zapping vidéo* (*videomapping*) a recours à plusieurs technologies : projecteurs haut de gamme, capteurs de mouvement, espace correctement présélectionné et mesuré, vidéo et éclairage.

Plusieurs tests ont été effectués à partir de la création du premier modèle de « méduse » pour trouver une solution efficace au problème de modélisation des animaux marins en 3D. Cependant, la modélisation organique exigeait un niveau de détails qui dépassait le temps disponible assigné au projet ; il a donc été décidé de compléter le processus avec des modèles préexistants de haute qualité, disponibles dans des banques de ressources numériques.

Concernant le modèle de requin en 3D, il a fallu chercher des sites internet sous licence libre. Une fois les modèles 3D créés, ils ont été animés à l'aide de la technique du *rigging* pour simuler les mouvements naturels de l'animal. Les modèles animés ont ensuite été rendus en 3D pour générer des images de haute qualité, qui ont été projetées sur des écrans LED et des surfaces irrégulières à l'aide de la technique du mapping vidéo. Pour ce procédé, il a fallu monter quatre vidéos d'animation : deux vidéos de dauphins en train de nager, avec vue de face et vue de dessus, et deux vidéos de requin, avec vue de face et vue de dessus. À partir des modèles de départ (dauphin et requin), des copies ont été réalisées dans le même fichier, simulant la nage des différents animaux. Pour plus de naturel, l'arrière-plan a été laissé transparent (figure 6.3) de manière à pouvoir utiliser différents arrière-plans au niveau du montage.

Ce projet a offert une expérience immersive qui plonge le spectateur au fond de la mer. Cette approche a permis de créer un lien émotionnel avec la proposition numérique du monde marin et de sensibiliser le public à l'importance de sa conservation. À chaque étape du processus, une rétroaction était nécessaire, de manière à toujours garder les lignes directrices du projet au moment de la confection des intrants visuels. La construction de chaque objet 3D exige beaucoup de temps, depuis le fichier initial jusqu'aux finitions et à l'animation. Pour tirer le meilleur parti des ressources humaines, il est conseillé de travailler sur les modèles en simultané. Cela peut se faire par vidéo ou de manière statique, mais il est nécessaire de recourir à des professionnels pour chaque modélisation 3D.

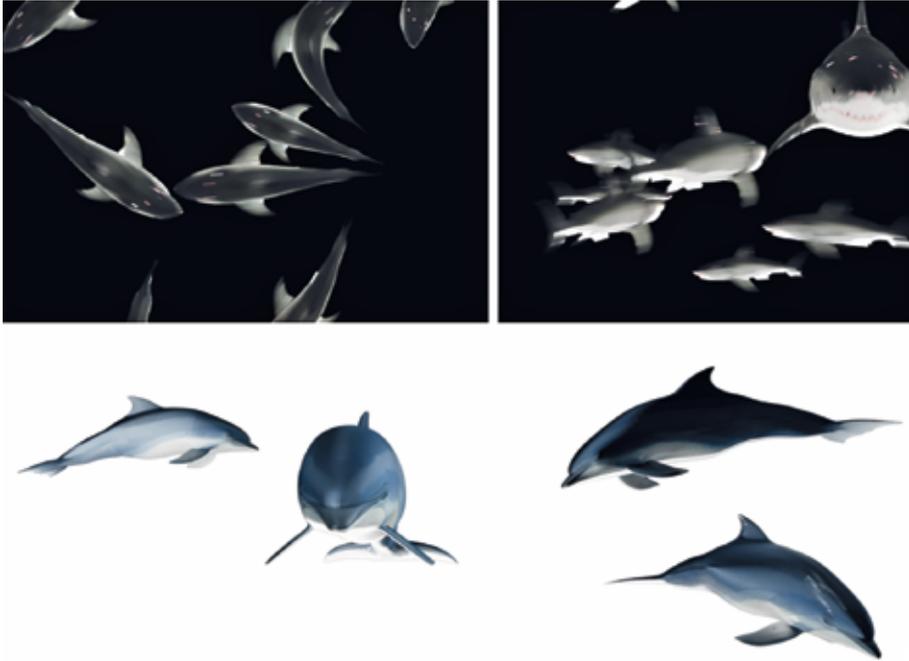


Figure 6.3. Processus d'animation des objets 3D dans différentes perspectives.

Source : Élaboration propre.

La confection d'animaux en 3D et leur rendu pour leur projection sur écrans (mapping vidéo) implique de bien analyser l'éclairage au préalable, l'utilisation des projections, le type d'arrière-plan, la durée de projection et la taille de chaque support numérique. Pour faciliter la modélisation en utilisant des ressources (vidéo, lumières, etc.) et des banques d'images en ligne, notre recommandation en 3D ou 2D varie en fonction du degré de complexité du projet, ainsi que de sa durée d'élaboration et de montage.

Technologie et technique pour créer des facteurs immersifs, interactifs et poétiques dans la proposition *Dimensions de l'océan*

L'impression 3D, la modélisation et l'animation 3D montrent comment les technologies avancées permettent une compréhension plus précise des écosystèmes marins. Ces ressources numériques ont permis le montage du dispositif de scène. L'un des premiers éléments utilisés est le mapping pour la projection d'images et de vidéos détaillées et expliquées de paysages marins, sur des structures physiques, en créant une simulation d'environnements sous-marins qui « prennent vie » ; le deuxième élément utilisé est le sol LED, activé par l'interaction avec les corps des personnes ; et le troisième élément est celui de la réalité virtuelle qui permet au public d'interagir par une immersion réelle dans l'océan grâce aux lunettes de réalité virtuelle.

L'intégration de ces technologies a exigé une planification méticuleuse pour s'assurer de l'adaptation de chaque projection, création artistique et programmation selon les caractéristiques uniques requises à chaque instant du CISOS24. Le résultat a été la recherche d'une expérience d'immersion quasi totale dans un écosystème marin simulé.

Ce type de projection est capable de procurer des sensations d'émerveillement et de mystère, tout en permettant aux spectateurs de s'immerger au cœur des récifs coralliens, d'explorer les tortues ou de découvrir les fonds marins. Finalement, l'expérience suscite une exploration des sens qui permet une connexion émotionnelle avec le monde de l'habitat sous-marin.

La technique du mapping a été ici utilisée pour obtenir un effet d'immersion et une transformation de l'espace en paysages marins. Le mapping nécessite une préparation et des ajustements méticuleux pour s'assurer que chaque projection épouse parfaitement les caractéristiques uniques de la surface de projection, tout en créant une interaction dramatique entre les scènes et le mapping vidéo. La recreation d'un écosystème marin numérique a permis de métamorphoser l'espace physique en un environnement marin vibrant et envoûtant. Ces projections génèrent une expérience qui peut à la fois susciter l'admiration ou l'interpellation du public, par la mise

en scène d'un récif corallien, d'une tortue marine ou par l'interaction de l'humanité avec cet océan projeté (figure 6.4). L'expérience fait également place à une aventure sensorielle, établissant un lien empathique entre les participants et le monde aquatique. Ce rapport immersif enrichit non seulement la perception du milieu marin, mais développe également une plus grande sensibilité à l'égard de sa gestion durable.



Figure 6.4. Mapping vidéo lors des *Dimensions de l'océan* (CISOS24).

Source : @Paula Amador, 2023.

Un autre élément essentiel du dispositif de scène est le sol interactif LED, conçu pour stimuler l'interactivité et offrir une expérience tactile unique. Cette technologie combine des écrans LED à des capteurs de mouvement, créant une surface qui réagit de manière dynamique aux activités qui s'y déroulent. Dans le contexte de la recherche océanographique, le sol simule la mer, permettant aux participants d'explorer cet environnement de manière visuelle et tactile.

Pour exploiter cette technologie, il est nécessaire d'utiliser un hardware et des logiciels intégrés sur des ordinateurs compatibles avec le système du sol, et de configurer les commandes correspondantes. Les capteurs doivent saisir avec précision aussi bien les mouvements que le positionnement des personnes, tout en s'assurant que les images projetées sur le sol soient actualisées en temps réel (figure 6.5). Le design du sol permet d'interagir physiquement avec un environnement marin simulé, ce qui offre aux utilisateurs la possibilité de marcher sur une surface semblable à l'eau ou aux fonds marins. Cette interaction crée une expérience tactile et visuelle immersive, inspirante, tout en permettant de se connecter pleinement avec le milieu aquatique.



Figure 6.5. Le sol est constitué d'un écran tactile qui s'active au passage des personnes.
Source : @Paula Amador, 2023.

Enfin, les lunettes de réalité virtuelle permettent une immersion totale dans un monde sous-marin simulé, à condition de programmer et de générer une base simulant l'environnement ou l'espace souhaité. Les participants ont exploré l'océan à titre personnel, de sorte que l'utilisation des lunettes de réalité virtuelle a permis d'établir une connexion directe avec le monde sous-marin.

Cette technologie virtuelle simule l'expérience de la plongée, permettant aux utilisateurs d'explorer les fonds marins comme s'ils nageaient sous la surface. Toutefois, la réalité virtuelle consomme une quantité considérable de ressources au niveau des graphismes et du traitement pour offrir une sensation d'immersion convaincante. Les environnements virtuels impliquent la création complète de modèles 3D et de textures qui reproduisent l'apparence visuelle de l'océan. Une synchronisation exacte et un suivi en temps réel des mouvements de la tête sont essentiels pour garantir une parfaite expérience d'immersion. La capacité des systèmes de réalité virtuelle (RV) à gérer les interactions et les réponses en temps réel est également essentielle pour produire des sensations.

Grâce à l'intégration de technologies telles que le mapping immersif, le sol interactif LED, les écrans LED et les lunettes de réalité virtuelle, le montage technique utilisé dans le domaine de la recherche océanographique a révolutionné la manière dont les écosystèmes marins peuvent être explorés et compris. L'application de critères techniques et poétiques permet d'offrir, en mode dynamique, une image aussi globale que détaillée des océans, tout en générant un impact visuel et émotionnel exceptionnel. En juxtaposant le narratif aux technologies de pointe, ces environnements technologiques permettent aux spectateurs de visualiser le monde marin de manière intense et significative, tout en attirant l'attention sur cette merveille et la nécessité de la préserver.

Conclusion

Cette étude artistique montre comment l'art et la technologie deviennent des outils essentiels à l'éveil des sens et à l'éducation aux océans. Son approche incite à respecter, préserver et tirer profit des ressources

naturelles précieuses qui se trouvent à notre disposition. Le processus de création met en lumière une connexion forte, qui permet d'activer des langages différents et d'établir des relations sensibles entre les individus. Ce contexte offre une invitation à la découverte des écosystèmes marins, des menaces auxquels ils sont confrontés et de leur importance, tout en soulevant des interrogations cruciales sur l'avenir.

En écho à l'épigraphie présentée au début de ce texte, espérons que la réponse à la question ne se limitera pas à la réalité virtuelle, même s'il faut bien reconnaître que cette technologie émerge comme un outil puissant pour toucher les gens différemment, contribuant ainsi à les sensibiliser à l'importance de préserver les océans.

Références bibliographiques

- Cabezas L., López, I. (2016). *Dibujo científico: arte y naturaleza, ilustración científica, infografía, esquemática*. Editorial Cátedra.
- Campi, I. (2020). *¿Qué es el diseño?* Editorial Gustavo Gili.
- Gómez S. (2020). *Impresión 3D*. Editorial Marcombo.
- Maxon. (n.d.). Maxon | 3D Modeling, Animation, VFX & Rendering Software. <https://www.maxon.net/en/cinema-4d>
- Open3dModel. (n.d.). *Shark 3D Model*. https://open3dmodel.com/es/3d-models/shark_6934.html
- Vilchis, L. (2014). *Metodología del diseño. Fundamentos teóricos*. Editorial Designio S.A.



III^E PARTIE
Surveillance et mesure



Cocréation de connaissances et d'outils pour se préparer aux tsunamis

Silvia Chacón Barrantes²²

Fabio Rivera Cerdas²³

Kristel Espinoza Hernández²⁴

Pedro Sandoval Alvarado²⁵

22 Silvia Chacón Barrantes, docteur en Sciences Naturelles, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), silvia.chacon.barrantes@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-1659-1768>.

23 Fabio Rivera Cerdas, master en Gestion des Risques, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), fabio.rivera.cerdas@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-4922-9650>.

24 Kristel Espinoza Hernández, licenciée en Sciences Géographiques, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), kristel.espinoza.hernandez@una.ac.cr.

25 Pedro Sandoval Alvarado, master en Ingénierie Computationnelle et Mathématique, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), pedro.sandoval.alvarado@una.ac.cr

Les tsunamis sont des ondes de gravité de surface qui se produisent dans n'importe quel plan d'eau, sous l'effet d'une perturbation rapide et soudaine de leur surface, sur une étendue suffisamment grande. Les tsunamis sont ordinairement provoqués par les séismes, mais ils peuvent également être causés par un glissement de terrain sous-marin ou subaérien, une éruption volcanique, une chute de météorite ou un changement de pression atmosphérique. Cet événement est une menace peu fréquente, mais peut avoir un impact extrêmement important ; par exemple, le tsunami de l'océan Indien survenu en décembre 2004 a provoqué la mort de près d'un quart de million de personnes.

Au Costa Rica, petit pays côtier bordé par deux océans, le Pacifique et l'Atlantique (mer Caraïbe), une croyance populaire voudrait que le territoire national soit préservé de ces catastrophes ; pourtant, au moins 42 tsunamis ont été détectés, dont 36 ont été enregistrés sur la côte Pacifique, cinq sur la côte Caraïbe, et un sur les deux côtes ([Chacón-Barrantes et al., 2021](#)).

Par chance, l'impact de ces tsunamis sur le pays a été modéré (figure 7.1), essentiellement parce que, du point de vue historique, les côtes du pays sont restées peu peuplées jusque dans les années 90. Cependant, bien que le pays ne soit pas aussi fortement exposé au risque de tsunami qu'au Chili, au Japon ou en Indonésie, les tsunamis précédemment survenus au Costa Rica auraient un impact nettement plus important aujourd'hui, en raison de la croissance rapide de la population sur le littoral au cours des dernières décennies. Et cet impact pourrait être bien plus conséquent s'il intervenait en haute saison touristique.

Après le tsunami de 1992 survenu au Nicaragua, le plus grand en Amérique centrale jusqu'à ce jour, des efforts régionaux ont été déployés pour travailler sur la prévention et la préparation aux tsunamis. C'est dans ce cadre qu'un inventaire des tsunamis ayant affecté le pays a été mis sur pied et quelques initiatives isolées mises en place pour améliorer la préparation aux tsunamis ([Fernández-Arce & Alvarado-Delgado, 2005](#)). Cela dit, jusqu'en 2014, aucune organisation ne prêtait attention à la menace de tsunami en tant que telle, et aucun effort n'a été systématisé, aussi bien pour la prévention à l'échelle nationale que pour la gestion des événements en temps réel, connus sous le nom d'« alertes ». Voilà pourquoi le Sinamot (acronyme espagnol qui désigne le Système national de surveillance des

tsunamis au Costa Rica) a été créé cette année-là, avant tout comme une activité universitaire liée au programme Ronmac (Réseau de surveillance du niveau de la mer et de recherche sur les menaces côtières) du Département de sciences physiques de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA,) dans le but d'intervenir en cas d'alertes de tsunami.

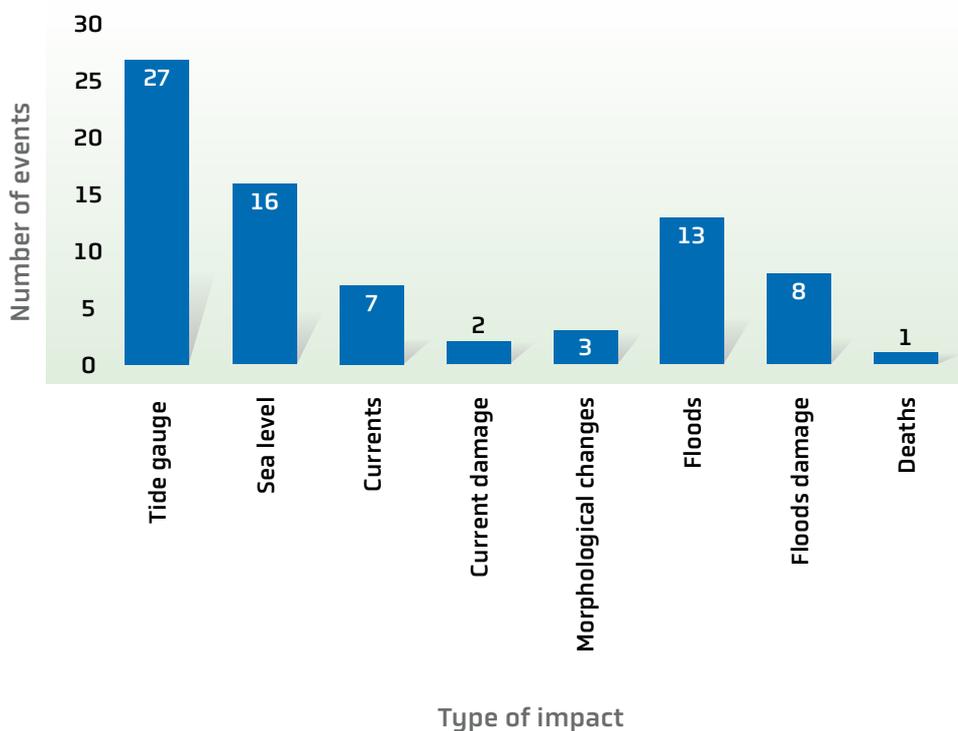


Figure 7.1. Effets observés des tsunamis au Costa Rica entre 1746 et 2022 : enregistrés sur des marégraphes, changements du niveau de la mer signalés par des témoins, courants anormaux enregistrés par des témoins, dommages causés par les courants, changements morphologiques tels que l'érosion ou la sédimentation, inondations, dommages causés par les inondations et décès. Le diagramme montre le nombre total de fois qu'un effet a été observé. De nombreux tsunamis ont eu des effets dans plusieurs localités.

Source : modifié de Chacón-Barrantes *et al.*, 2021.

Puis, faisant suite à une réorganisation, le Sinamot est devenu un programme consacré aux tsunamis depuis les axes de la recherche, de la surveillance, des alertes et de la prévention. Le Sinamot s'est consolidé en tant qu'espace interdisciplinaire grâce à l'intervention de physiciens et de géographes, qui travaillent en collaboration avec des experts issus d'autres disciplines telles que la psychologie, la sociologie et les sciences environnementales, ce qui n'a pas manqué d'enrichir le programme et de consolider ses résultats et sa portée. En outre, le programme Sinamot a joué un rôle très actif au sein des Groupes intergouvernementaux de coordination (GIC) des Systèmes d'alerte aux tsunamis du Pacifique (GIC/PTWS), des Caraïbes et des régions adjacentes (GIC/CARIBE-EWS). Ces GIC sont des organes d'appui de la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'Organisation des Nations unies pour la science, l'art et la culture (UNESCO).

Caractérisation de la menace de tsunami et ses applications

Travailler sur la prévention des tsunamis implique de caractériser la menace. C'est pourquoi il a fallu définir des zones d'inondation en cas de tsunami sur les deux côtes du pays et estimer les temps d'arrivée minimum. Pour ce faire, dans le cadre d'accords pour l'élaboration de cartes d'évacuation en cas de tsunami et en collaboration avec la Commission nationale de prévention des risques et de gestion des urgences (CNE), le Sinamot a effectué des évaluations de risques de tsunami pour les deux côtes (Chacón-Barrantes & Arozarena, 2021 ; Chacón-Barrantes *et al.*, 2022). Ces évaluations de risques ont uniquement pris en compte les tsunamis provoqués par des séismes locaux, régionaux et générés à distance, présentant des ruptures homogènes, au moyen de l'agrégation de scénarios (Álvarez-Gómez *et al.*, 2013). Ces séismes ont été définis à partir d'événements historiques, de sources précalculées, de sources littéraires et lors de réunions d'experts organisées par le Programme des tsunamis de l'UNESCO/COI (Chacón-Barrantes & Arozarena, 2021 ; Chacón-Barrantes *et al.*, 2022) sur les origines des tsunamis. Dans les années à venir, les évaluations relatives aux risques seront mises à jour pour

inclure d'autres sources de tsunami, telles que les séismes présentant des ruptures hétérogènes et des sources non sismiques.

Le Costa Rica regroupe 315 communautés côtières et il était nécessaire de définir celles qui nécessiteraient l'élaboration de cartes d'évacuation en cas de tsunami. Il n'existe pas non plus de données bathymétriques côtières haute résolution permettant de modéliser les inondations provoquées par les tsunamis le long des deux côtes, ces données n'existant que pour certaines localités. Bien que le Sinamot soit à même de réaliser des levés bathymétriques, ceux-ci sont coûteux et il fallait déterminer les communautés prioritaires qui allaient en bénéficier. Il a donc été décidé de propager tous les scénarios de tsunami envisagés jusqu'à 20 m de profondeur. Ensuite, les hauteurs maximales résultant de ces propagations face à chaque plage ont été extraites et les valeurs les plus élevées ont été utilisées pour déterminer un indice de menace (figure 2). Un indice de vulnérabilité a été défini en parallèle, prenant en compte des aspects tels que la population, la fréquentation touristique, le réseau routier et la pente de terrain (Rivera *et al.*, 2016) pour déterminer un indice de risque de tsunami pour chacune des communautés implantées sur les deux côtes du pays. Actuellement, des cartes d'évacuation en cas de tsunami ont été élaborées pour 67 communautés côtières ; 58 d'entre elles sont localisées dans le Pacifique et 9 dans les Caraïbes. La CNE a placé 366 panneaux signalétiques indiquant les itinéraires d'évacuation en cas de tsunami dans une vingtaine de ces communautés côtières.

Dans les zones pour lesquelles les informations bathymétriques côtières étaient disponibles ou dans celles où des levés bathymétriques ont été effectués, les inondations imputables au tsunami ont été modélisées numériquement afin de délimiter les zones inondables et les temps d'arrivée minimum. Les zones inondables ont été définies en faisant chevaucher les zones d'inondation provoquée dans tous les scénarios envisagés. Ainsi, il a été constaté que, dans le Pacifique, les tsunamis générés à distance et les tsunamis régionaux provoquaient des inondations plus vastes que les tsunamis locaux. Il en va de même pour certaines localités situées dans les Caraïbes ; par contre, dans d'autres, les tsunamis locaux provoquent de plus grandes inondations que les tsunamis régionaux. D'autre part, les temps d'arrivée des tsunamis locaux sur les deux côtes peuvent être d'à peine 2 minutes en fonction du lieu (figure 7.3).

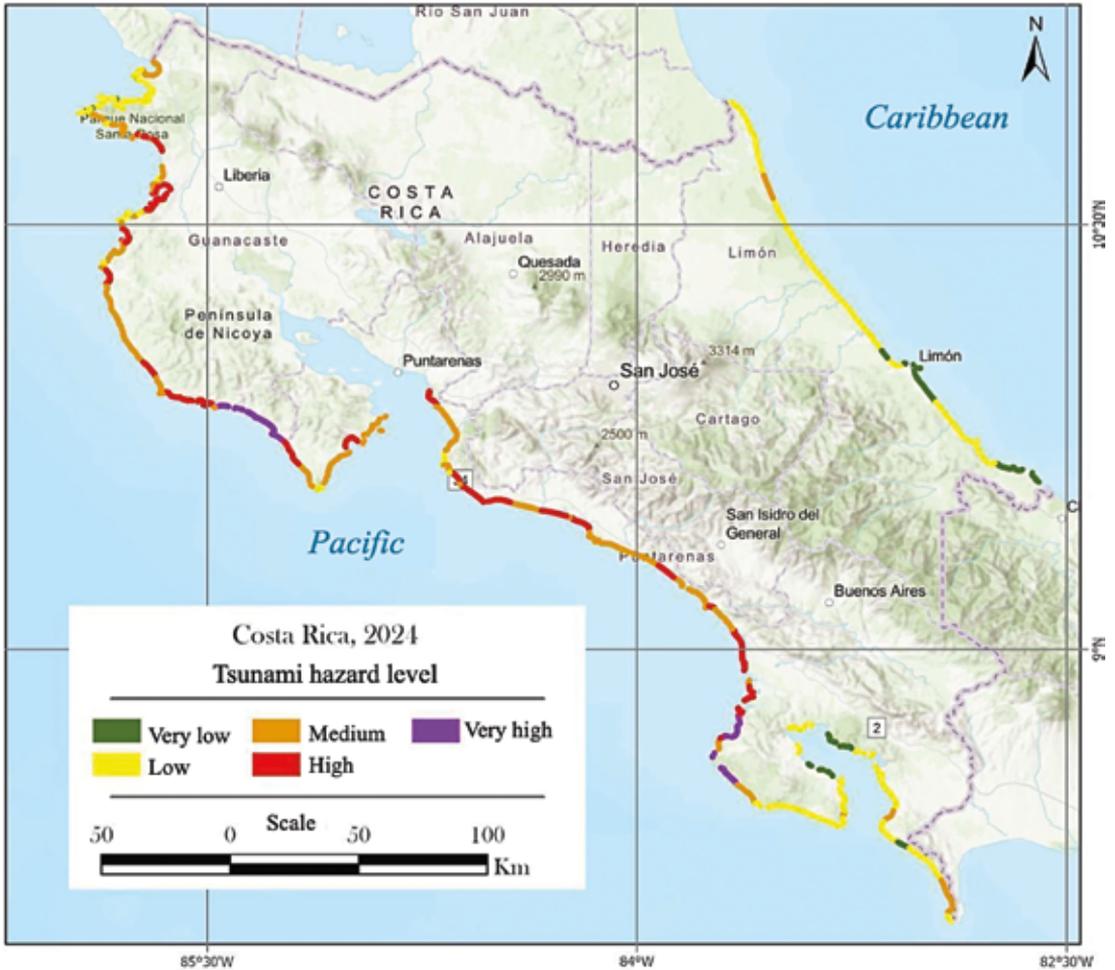


Figure 7.2. Carte d'indice de menace de tsunami.

Source : modifié de Chacón-Barrantes & Arozarena, 2021 ; Chacón-Barrantes *et al.*, 2022.

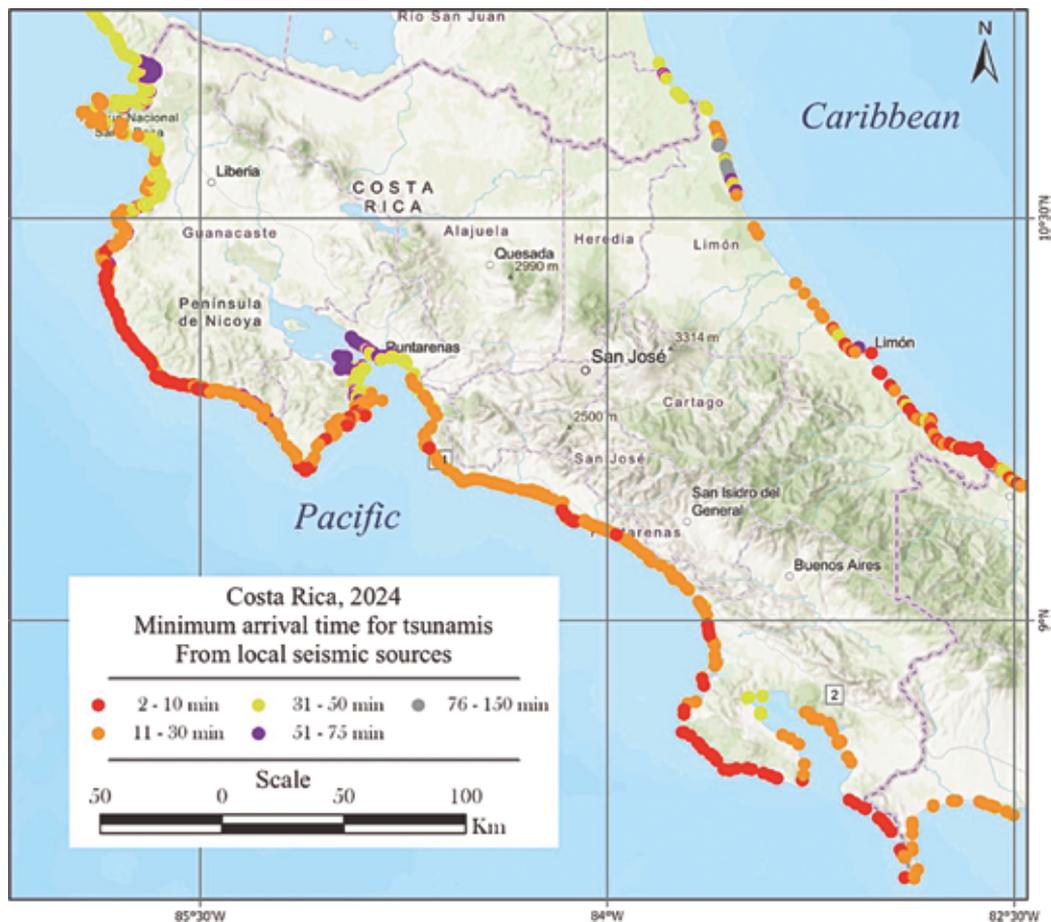


Figure 7.3. Carte des temps d'arrivée minimum exprimés en minutes des tsunamis au Costa Rica.

Source : modifié de Chacón-Barrantes & Arozarena, 2021 ; Chacón-Barrantes *et al.*, 2022.

Dans la plupart des endroits, ces temps d'arrivée réduits correspondent à des zones inondables relativement petites et non aux plus grandes zones inondables, provoquées par des tsunamis régionaux ou générés à distance. Par conséquent, il a été décidé de définir deux zones d'inondation en cas de tsunami : une petite et une grande. Ainsi, en cas de fort séisme, la consigne donnée aux habitants des localités en question est d'évacuer la petite zone inondable le plus rapidement possible. D'autre part, le fait d'avoir deux zones inondables distinctes permet d'ajuster, au cas par cas, les recommandations d'évacuation faites en cas de tsunamis régionaux ou de tsunamis générés à distance.

Pour les zones ne disposant pas de bathymétrie côtière à haute résolution, les hauteurs maximales issues des évaluations des risques ont été extrapolées en vue de définir une hauteur maximale côtière. Les zones inondables ont alors été définies comme toutes zones dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer est inférieure à la hauteur maximale sur le littoral. Cette approche a été validée après expérimentation dans les zones où l'inondation provoquée par un tsunami a été modélisée numériquement, ce qui a permis l'obtention de résultats concluants.

Il a ensuite fallu élaborer les cartes d'évacuation au niveau des communautés, devant inclure : la ou les zone(s) potentiellement inondable(s) par un tsunami, les points de regroupement et les itinéraires d'évacuation. Afin de définir les itinéraires d'évacuation, une méthodologie a été conçue permettant de valider le Système d'information géographique (SIG) à l'aide de la cartographie participative. Pour définir des itinéraires d'évacuation en cas de tsunami au moyen d'analyses de réseaux dans le SIG, des méthodologies ont d'abord été utilisées dans d'autres pays ([Scheer et al., 2011](#)), permettant de calculer les itinéraires les plus efficaces pour l'accès des personnes aux points de regroupement, en tenant compte du nombre de personnes à évacuer et des capacités du réseau routier, ainsi que des points de regroupement. Ensuite, des ateliers de cartographie participative ont été organisés en collaboration avec les communautés et leurs comités d'urgence ; après avoir été formés sur les tsunamis, les membres ont été avisés des zones d'évacuation de leurs communautés. Il leur a été demandé de définir des points de regroupement et des itinéraires d'évacuation avant de leur montrer les résultats d'analyse des réseaux. Dans la plupart des cas,

les résultats obtenus de part et d'autre coïncidaient, et lorsqu'il y avait des divergences, des discussions étaient engagées avec les communautés pour aboutir à un consensus, en valorisant en priorité les savoirs locaux. Cette méthodologie est un excellent exemple de cocréation de connaissances qui permet aux membres des communautés de s'approprier les cartes d'évacuation et autres outils de prévention en cas de tsunami, garantissant ainsi une participation plus active et durable dans le temps (figure 7.4).



Figure 7.4. Élaboration d'une carte d'évacuation en cas de tsunami par les membres des comités d'urgence de la ville de Limón.

Source : @SilviaChacón.

Vingt des communautés avec lesquelles nous avons collaboré ont été si enthousiastes à l'idée d'utiliser cette méthodologie qu'elles ont souhaité s'engager au-delà des cartes d'évacuation en demandant de l'aide pour élaborer des plans de préparation et d'intervention en cas de tsunami ; elles étaient même disposées à travailler sur les douze conditions requises pour obtenir la certification du programme « Tsunami Ready » de l'UNESCO/COI. Il s'agit d'une certification internationale qui reconnaît les efforts déployés par les communautés côtières dans le but d'être mieux préparés aux tsunamis (UNESCO/COI, 2022). Le Costa Rica et l'Indonésie sont les leaders de cette certification à l'échelle mondiale. À ce jour, 11 communautés ont été certifiées dans chaque pays. Concernant le Costa Rica, 10 de ces communautés sont situées dans le Pacifique et 1 dans les Caraïbes.

Les avancées réalisées par le Sinamot dans la préparation aux tsunamis à l'échelle nationale en un temps si court et les certifications Tsunami Ready de l'UNESCO/COI ont été reconnus internationalement. Cela a ouvert la porte à des participations en tant que formateurs à l'atelier « *Regional Tsunami Evacuation Mapping Workshop* » qui s'est tenu à la Barbade en 2022 ; cet atelier a été organisé par le Programme d'alerte aux tsunamis de l'UNESCO/COI (Commission océanographique intergouvernementale de l'Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture) et le Programme d'alerte aux tsunamis de l'Agence d'observation océanique et atmosphérique des États-Unis d'Amérique (NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration). Ainsi, la méthodologie élaborée au Costa Rica a été partagée avec les pays de la région des Caraïbes, ce qui a permis à certains d'entre eux d'élaborer ou de mettre à jour leurs propres cartes d'évacuation en cas de tsunami, sans dépendre de projets de coopération internationale.

D'autre part, les zones d'inondation définies en cas de tsunami sont accessibles au public sur le site internet du Sinamot (www.tsunami.una.ac.cr). En 2022, un accord a été signé avec le ministère du Logement et des Établissements humains du Costa Rica (Mivah) pour partager ces zones inondables via la plateforme GeoExplora, gérée par le Mivah. Il est à espérer que ces zones d'inondation serviront également bientôt de référence dans la nouvelle version du Code sismique du Costa Rica, qui inclura un texte sur la menace des tsunamis. Le Sinamot a passé des accords avec la Commission nationale de prévention des risques et de gestion des urgences

(CNE), ainsi que le numéro des urgences 911 pour procéder à des analyses de menace de tsunami en temps réel et ainsi générer des informations en cas d'alertes éventuelles. Ces analyses de menace en temps réel utilisent des informations générées dans les processus expliqués précédemment.

Conclusion

Les tsunamis sont une menace rare, mais potentiellement dévastatrice. L'accélération de la croissance démographique dans nos zones côtières accroît notre vulnérabilité face à ce phénomène. Le pays doit générer les outils pour s'assurer que les tsunamis sont pris en compte dans toutes les instances correspondantes et tous les plans de préparation et d'intervention des communautés et des institutions, publiques ou privées, dans les zones côtières. Des efforts institutionnels plus intenses et coordonnés sont également indispensables pour élargir la portée des résultats scientifiques obtenus par le Sinamot, et concevoir de grandes campagnes de sensibilisation soutenues pour ne pas oublier une menace qui, à tout moment, pourrait coûter très cher au pays. Le pays doit donc allouer des ressources à cette fin, comme il le fait depuis plusieurs décennies, pour les risques sismiques et hydrométéorologiques, avec d'excellents résultats.

Références bibliographiques

- Álvarez-Gómez, J. A. ; Aniel-Quiroga, I. ; Gutiérrez-Gutiérrez, O. Q. ; Larreynaga, J. ; González, M. ; Castro, M. ; Gavidia, F. ; Aguirre-Ayerbe, I. ; González-Riancho, P. & Carreño, E. (2013). Tsunami hazard assessment in El Salvador, Central America, from seismic sources through flooding numerical models. *Natural Hazards and Earth System Science*, 13, 2927–2939. <https://doi.org/10.5194/nhess-13-2927-2013>
- Chacón-Barrantes, S. & Arozarena Llopis, I. (2021). A first estimation of Tsunami Hazard of the Pacific Coast of Costa Rica from Local and Distant Seismogenic Sources. *Ocean Dynamics*, 71(8), 793-810. <https://doi.org/10.1007/s10236-021-01467-8>

- Chacón-Barrantes, S. E. ; Murillo-Gutiérrez, A. et Rivera-Cerdas, F. (2021). *Catálogo de Tsunamis Históricos de Costa Rica hasta el 2021* (First ed.). Editorial Universidad Nacional.
- Chacón-Barrantes, S. E. ; Murillo-Gutiérrez, A. & Rivera-Cerdas, F. (2022). A first estimation of Tsunami Hazard of the Caribbean Coast of Costa Rica from Local and Distant Seismogenic Sources. IV Assembly of the Latin American and Caribbean Seismological Commission - LACSC, 276.
- Fernández-Arce, M. & Alvarado-Delgado, G.E. (2005). Tsunamis and tsunami preparedness in Costa Rica, central America. *ISSET Journal of Earthquake Technology*, 42, 203–212. <http://home.iitk.ac.in/~vinaykg/Iset466.pdf>
- Rivera, F. ; Mesén, C. et Solano, M. (2022). *Acciones de Gestión del Riesgo ante la Amenaza de Tsunami en los Centros Educativos Costeros*. Manual SINAMOT-UNA.
- Rivera, F. ; Arozarena, I. ; Chacón-Barrantes, S. et Barrantes, G. (2016). Metodología para la evaluación de rutas de evacuación en caso de tsunami aplicado a la costa del Pacífico Norte y Central de Costa Rica. *Revista En Torno a La Prevención*, 16, 17–26.
- Scheer, S. ; Gardi, A. ; Guillande, R. ; Eftichidis, G. ; Varela, V. ; De Vanssay, B. & Colbeau-Justin, L. (2011). *Handbook of Tsunami Evacuation Planning*. <https://doi.org/10.2788/34292>
- UNESCO/COI. (2022). *Standard Guidelines for the Tsunami Ready Recognition* (p. 62).



Contributions de la surveillance de la dynamique côtière à l'aménagement du territoire et à la gestion des risques liés aux désastres : le cas des Caraïbes au Costa Rica

Gustavo Barrantes Castillo²⁶

Daniela Campos Duran²⁷

26 Gustavo Barrantes Castillo, docteur en sciences naturelles, spécialisation en Gestion des ressources naturelles. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Geográficas (École des sciences géographiques), gustavo.barrantes.castillo@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-2130-8883>.

27 Daniela Campos Duran, docteure en sciences de la terre de l'Université de Barcelone, Espagne. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Geográficas (École des sciences géographiques), daniela.campos.duran@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0001-8912-0807>.

Le littoral correspond à la zone de contact entre la terre et la mer, et s'étend entre le niveau des plus hautes et des plus basses mers, jusqu'à la limite de l'action de la houle. C'est l'un des milieux les plus dynamiques de la planète, qui présente donc une vulnérabilité considérable face aux actions menées par l'Homme sur les côtes. Les littoraux sont exposés à des processus ou à des événements qui peuvent représenter des menaces naturelles pour leur utilisation et leur occupation : vagues sévères, marées extrêmes, inondations et enlèvement de sable non reconstitué ultérieurement (érosion). Mais l'activité humaine peut aussi générer des impacts environnementaux qui dégradent ou altèrent ces milieux naturels. Illustrons-le par quelques exemples : pollution solide, déversement de liquides, perturbation des flux de sédiments, extraction de sable, compactage et altération des sédiments. Cette situation s'explique notamment par la circulation des personnes et des véhicules, ainsi que la construction d'infrastructures (maisons et bâtiments destinés à l'habitation ou au tourisme), responsables de l'élimination des écosystèmes côtiers et de la dégradation de la biodiversité.

Dans le contexte actuel du changement climatique, d'autres processus s'ajoutent aux menaces de l'équilibre dynamique de ces zones, telles l'élévation du niveau de la mer et la modification du régime des tempêtes. D'un point de vue pratique, le niveau de la mer est la ligne de base à partir de laquelle divers processus entrent en jeu, tels que l'amplitude des marées et l'avancée du déferlement des vagues à l'intérieur des terres. Le premier processus a des répercussions sur l'augmentation des inondations marines atteignant les côtes, tandis que le second processus se répercute sur la portée des houles de tempête à l'intérieur des terres. Par ailleurs, l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des tempêtes affecte directement le climat de houle. Cette élévation du niveau de la mer et la modification des régimes de tempêtes provoquent l'apparition ou l'aggravation de processus érosifs, notamment sur les plages sablonneuses, raison pour laquelle la surveillance est nécessaire pour comprendre les impacts sur les systèmes socio-naturels côtiers.

De manière générale, dans les Caraïbes du Costa Rica, la loi n° 6043 maritime terrestre qui prévoit une bande inaliénable de 50 m à compter de la limite haute du rivage et qui relève du domaine public a été respectée. Cette réglementation a favorisé la conservation des environnements côtiers et a permis le maintien d'un couvert végétal en deçà de la plage. Dans la

pratique, cela constitue une sorte de protection pour les sédiments qui font partie intégrante des plages. Cependant, le recul actuel du trait de côte face à l'occurrence des houles de tempête a rapproché des plages les infrastructures, aussi bien publiques que privées, augmentant ainsi leur vulnérabilité face à l'érosion, aux inondations et à la sédimentation.

Dans une étude pionnière, Barrantes et Sandoval (2018) ont identifié 11 points chauds d'érosion côtière dans la région des Caraïbes Sud du Costa Rica. Cet antécédent a conduit à la réalisation de mesures sur les plages de ce littoral pour comprendre la manière dont l'érosion se produit et les implications pour la plage, le paysage côtier et les communautés locales ; il faut également y voir un support à la recherche de solutions. Ces mesures ont été effectuées en 2017 sur les plages de Moín, Cieneguita et Gandoca, dans le cadre de deux mémoires de 2^e et 3^e cycles universitaires. Par la suite, en 2018, le Programme de géomorphologie environnementale (Progea) de l'Escuela de Ciencias Geográficas [École des sciences géographiques] de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA) a mis au point un projet de surveillance qui couvrirait, en plus des plages mentionnées, celles de Cahuita, Puerto Vargas, Cocles, Manzanillo et Gandoca. Grâce à l'expérience accumulée et à l'intérêt porté par la Commission nationale de prévention des risques et de gestion des urgences (CNE), le Système national de surveillance de l'érosion côtière (SINAMEC) a été mis sur pied en 2020.

Parmi les résultats préliminaires figure l'enregistrement du cycle annuel des plages. En raison de sa position géographique, bien que le Costa Rica ne connaisse pas de saisons climatiques à proprement parler, une grande partie de la houle atteignant les côtes caribéennes varie en fonction du changement des saisons de l'hémisphère. Ce cycle commence par la perte de sédiments résultant de l'augmentation de l'énergie des houles pendant l'hiver hémisphérique ; ainsi, la plage se rétrécit et développe un profil concave ou profil hivernal. À l'inverse, à mesure que la hauteur des houles diminue, la plage récupère des sédiments et s'étend jusqu'à atteindre sa longueur et son volume maximaux, généralement pendant l'été hémisphérique. La surveillance a toutefois montré que, dans le cas de la côte Caraïbe du Costa Rica, ce phénomène se produisait généralement à l'automne hémisphérique, sans doute en réponse à la houle produite lors de la saison des ouragans (figure 8.1).

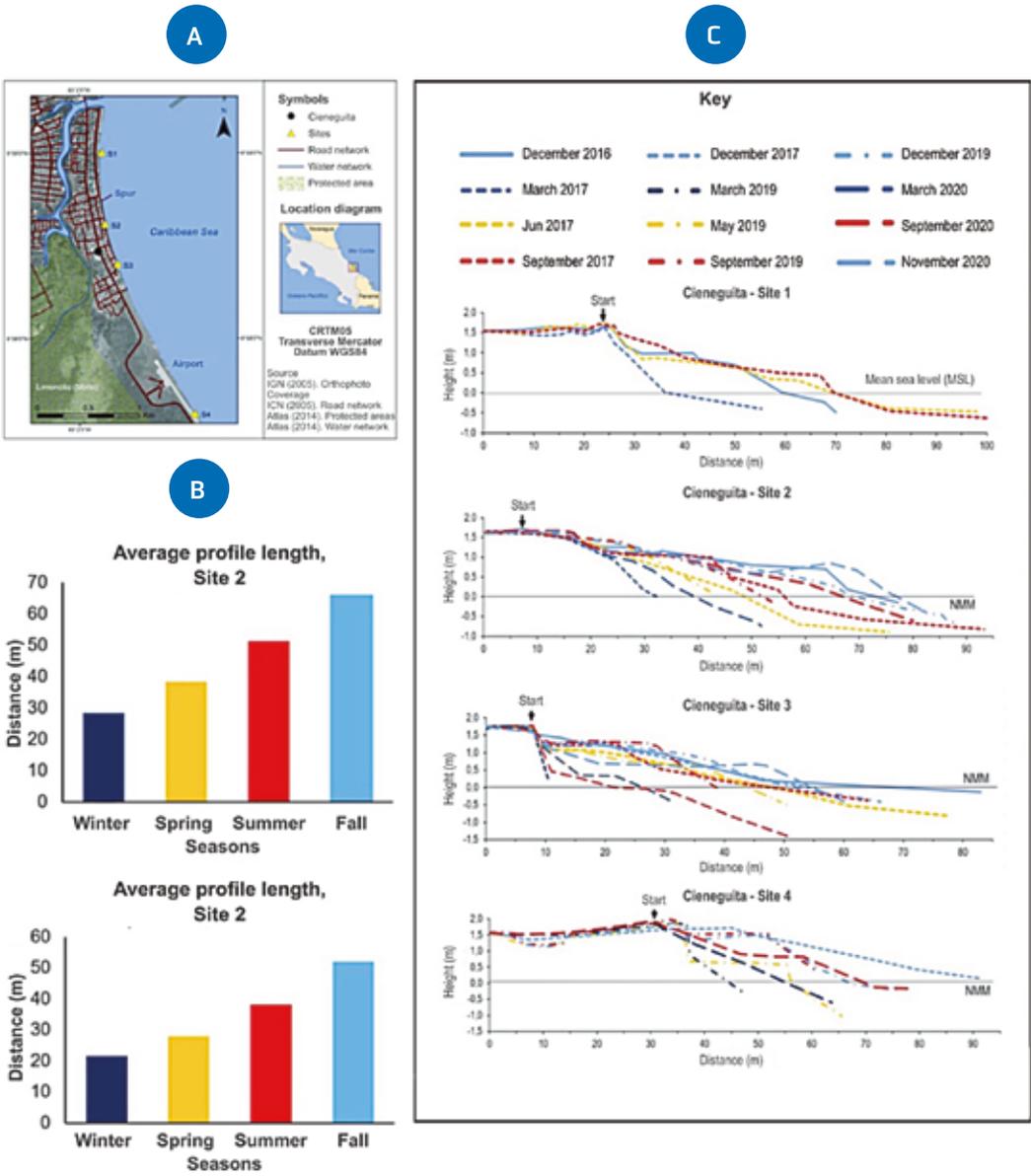


Figure 8.1. Variations saisonnières du profil de plage. A) Emplacement des sites surveillés entre Cieneguita et l’aéroport de Limón ; B) Profils topographiques des quatre sites surveillés ; et C) Variations saisonnières de la plage à deux endroits de Cieneguita.

Source : modifié de Barrantes *et al.*, 2021.

La compréhension du cycle saisonnier de la plage et des variations morphologiques qu'il engendre est essentielle à la prise de décisions, notamment celles concernant l'utilisation des sols, car toute structure (sentiers ou infrastructures touristiques, par exemple) peut être endommagée pendant l'hiver hémisphérique. En plus de la contribution qu'elles apportent à la gestion des activités touristiques, ces connaissances aident à l'encadrement technique des institutions et des décideurs pour éviter les confusions entre cette dynamique saisonnière des plages et des processus d'érosion à proprement parler, la dynamique saisonnière assurant la stabilité des plages à long terme concernant l'enlèvement du sable.

Néanmoins, lors des événements de houle extrêmes, la perte de sédiments peut atteindre un point critique qui aura pour conséquence la non-récupération de la plage, avec une réduction conséquente de sa zone émergée (ou plage sèche), la migration de la ligne de côte vers l'intérieur des terres, et l'érosion des structures localisées en deçà de la plage (Castelle & Harley, 2020). En ce sens, la surveillance permet de distinguer les processus d'érosion permanents des variations saisonnières ou du cycle de la plage. Par exemple, la houle extrême qui s'est produite en janvier 2020 (avec des vagues de plus de trois mètres) a provoqué un recul marqué du trait de côte à Moín et à Puerto Vargas, ainsi qu'un retrait important des sédiments des plages de Cieneguita, Puerto Vargas, Negra, Cocles et Manzanillo. Ce phénomène a provoqué une érosion visible sur plusieurs plages, comme en témoigne la présence d'escarpements de plus d'un mètre, l'exposition des racines, la chute de la végétation et le rétrécissement de la plage (figure 8.2), sans parler de l'affectation des commerces et des logements (Barrantes *et al.*, 2020).



Figure 8.2. Effets de la houle en janvier 2020 dans la région des Caraïbes Sud du Costa Rica. A) Plage de Moín ; voir le recul du trait de côte. B) Chute de cocotiers et racines exposées sur la plage de Manzanillo.

Source : @Gustavo Barrantes, janvier 2020.

L'effet de la houle sur la côte a été constaté sur plusieurs relevés topographiques, comme celui situé en face de l'aéroport de Limón (site S4, figure 1a). La houle a provoqué une perte considérable de sédiments dans ce secteur, entre décembre 2019 et mars 2020 ; mais, au fil du temps, la plage a commencé à récupérer du sable. En mars 2023, la récupération était même déjà évidente en termes de volume et de largeur de plage (figure 8.3). La surveillance a permis de constater qu'une fois la houle signalée, bien qu'elle ait eu un impact important, le phénomène d'érosion n'est pas permanent, puisqu'une récupération des plages s'est produite par la suite.

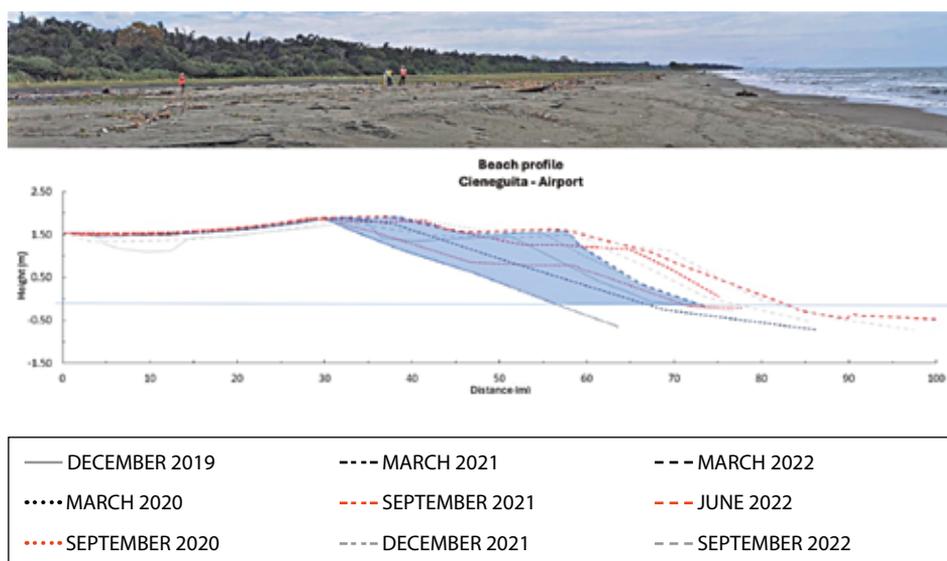


Figure 8.3. Analyse des variations sur le relevé topographique de la plage de Cieneguita, située en face de l'aéroport de Limón. Encadré supérieur : photo de prise de profil du site, 28/01/2020. Encadré inférieur : superposition de profils entre décembre 2019 et décembre 2023. Note : en bleu ciel, la zone récupérée ultérieurement.

Source : Données fournies par le Programme de géomorphologie environnementale (Progea).

En ce sens, il est recommandé d'assurer une surveillance permanente afin de déterminer le point d'inflexion à partir duquel une certaine énergie de houle retire du sable au-delà de la capacité de récupération des plages. Pour chaque cas, il convient d'évaluer les mesures d'intervention destinées à la conservation de la ressource, tout en tenant compte des usages touristiques, commerciaux et résidentiels. Bien que les plages de Moín et de Cieneguita se soient restaurées, les terres ont été directement affectées par la pénétration des vagues, l'enlèvement du sable et le recul du trait de côte. C'est la raison pour laquelle il convient d'établir une zone de retrait ou une zone tampon entre les infrastructures et la plage, de préférence couverte de végétation naturelle, afin de constituer une première ligne de défense contre ces événements extrêmes, au-delà des 50 m prévus par la loi sur la zone maritime terrestre.

La surveillance des modifications du trait de côte permet également d'établir des taux de recul (érosion), d'avancée (accrétion) et de stabilité du trait de côte. Grâce à son calcul et à sa diffusion au moyen d'un géoviseur (<https://www.geo.una.ac.cr/index.php/progea>), il permet aux communautés, aux structures responsables de l'aménagement du territoire, ainsi qu'à la gestion des risques des désastres de connaître la vitesse et la tendance des processus de perte ou de gain se produisant sur chaque plage. À titre d'exemple, cette méthode a permis d'établir qu'une frange de la plage de Manzanillo d'un peu moins de 500 m a enregistré un recul de 23 m entre 2005 et 2016, avec un taux d'érosion de 2,1 m/an (considéré comme intense), alors que le site est protégé par un récif (Barrantes & Sandoval, 2021).

L'utilisation d'aéronefs sans équipage (drones) a permis d'actualiser ce taux d'érosion et d'évaluer le niveau d'exposition des infrastructures publiques, touristiques et des logements d'habitation (figure 8.4). Ces mesures montrent que l'érosion agit avec la même sévérité sur l'ensemble de la plage : par exemple, un secteur proche de la place de Manzanillo a reculé de 40 m en 16 ans, alors que dans d'autres secteurs situés à proximité, le recul n'a été que de quelques mètres au cours de la même période.



Figure 8.4. Photomosaïque obtenue depuis un vol photogrammétrique sur la plage de Gandoca. Ce secteur présente une érosion intense. Il convient de noter la proximité de la plage des infrastructures, telles que les infrastructures urbaines, y compris les installations touristiques (hôtels et restaurants), en raison du recul du trait de côte.

Source : Données fournies par le Programme de géomorphologie environnementale (Progea).

Les espaces côtiers des Caraïbes Sud du Costa Rica sont géomorphologiquement dynamiques, et certains d'entre eux, de par la beauté de leurs paysages et la qualité de leurs plages, sont utilisées pour le développement d'activités touristiques (comme c'est le cas à Cahuita, Manzanillo et Cienequitá) ou exploitées dans le cadre de processus de développement urbain, principalement associés à des infrastructures touristiques (comme Puerto Viejo ou Cocles). En ce sens, la gestion et l'aménagement du territoire se manifestent par deux aspects dont il faut tenir compte intégralement pour parvenir à une utilisation durable des ressources que constituent les plages.

Au Costa Rica, l'aménagement du territoire est défini comme la manifestation spatiale des politiques sociales, environnementales et économiques ; il représente également une démarche administrative et une politique publique, fondées sur une coordination et une articulation des décisions, afin d'assurer un développement adéquat des zones habitées, une gestion intégrale des ressources naturelles et un essor économique sur le territoire (Mivah, 2012). Si l'on met l'accent sur les espaces côtiers, leur aménagement au moyen de plans de réglementation côtière est complexe, car il existe un vaste cadre législatif et réglementaire dans lequel plusieurs institutions ont un impact direct sur ces zones (tableau 8.1). Ce cadre institutionnel et juridique a pour but d'orienter un développement côtier ordonné et durable. Cependant, le dynamisme de ces zones, comme cela a déjà été démontré, dépasse la vitesse à laquelle les lois ou les règlements s'adaptent aux nouvelles réalités. Par exemple, les problèmes actuels liés à l'érosion côtière créent des conditions de risques qui se traduisent par des impacts directs sur les services et les ressources des écosystèmes, le tourisme et les infrastructures. La gestion des risques liée aux désastres par l'aménagement du territoire est donc fondamentale pour réduire les conditions d'exposition et de vulnérabilité des communautés côtières et promouvoir des mécanismes de résilience. On est donc en droit de se demander : quelle est la contribution de la surveillance de l'érosion côtière à l'aménagement du territoire et à la gestion des risques des désastres ?

Tableau 8.1. Résumé des institutions, de la base juridique et des responsabilités dans l'élaboration des plans de réglementation côtière au Costa Rica.

Institution	Base juridique	Compétences
Municipalités	<ul style="list-style-type: none"> - Loi sur la zone maritime terrestre (loi n° 6043) - Loi de planification urbaine (loi n° 4240) 	<ul style="list-style-type: none"> - Élaborer et approuver les plans de réglementation au sein de leur juridiction, y compris les zones côtières. - Administrer et octroyer des concessions dans la zone maritime terrestre. - Construire des routes pour assurer l'accès à la zone publique. - Collecter et percevoir des redevances sur les concessions accordées.
Institut costaricien du tourisme (ICT)	<ul style="list-style-type: none"> - Loi sur la zone maritime terrestre (loi n° 6043) - Loi générale sur le tourisme (loi n° 1917) 	<ul style="list-style-type: none"> - Élaborer le plan général d'occupation des sols dans la zone maritime terrestre, conformément aux priorités nationales de développement. - Déclarer des zones touristiques ou non touristiques dans la zone maritime terrestre. - Approuver les plans de développement urbain ou touristique affectant la zone maritime terrestre. - Participer à la planification et à la gestion du tourisme dans les zones côtières, en veillant à la compatibilité avec les plans de réglementation municipaux.

Institution	Base juridique	Compétences
Institut national du logement et de l'urbanisme (INVU)	<ul style="list-style-type: none"> - Loi sur la zone maritime terrestre (loi n° 6043) - Loi sur l'Institut national du logement et de l'urbanisme (loi n° 1788) 	<ul style="list-style-type: none"> - Établir des lignes directrices techniques pour le développement urbain. - Examiner et valider les plans de réglementation élaborés par les municipalités, y compris les espaces côtiers. - Valider les plans de développement urbain ou touristique concernant la zone maritime terrestre.
Ministère de l'Environnement et de l'Énergie (Minae)	<ul style="list-style-type: none"> - Loi organique sur l'environnement (loi n° 7554) 	<ul style="list-style-type: none"> - Réglementer et protéger l'environnement. - Superviser les études d'impact sur l'environnement par l'entremise du Secrétariat technique national de l'environnement (Setena). - Établir des politiques environnementales devant être prises en compte dans les plans de réglementation. - Délimiter des aires protégées pour certaines zones marines, côtières et humides, qui feront l'objet de plans d'aménagement et de gestion.
Système national des aires de conservation (Sinac)	<ul style="list-style-type: none"> - Loi organique sur l'environnement (loi n° 7554) - Loi sur la biodiversité (loi n° 7788) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gérer les aires protégées et les parcs nationaux. - Conserver la biodiversité dans les zones côtières. - Assurer l'utilisation durable des ressources naturelles dans son domaine de gestion.

Source : élaboration propre d'une analyse comparative des lois costariciennes n° 6043, 4240, 1788, 1917, 7554 et 7788.

Pour répondre à la question posée, la contribution de la surveillance à la gestion des risques et à l'aménagement du territoire est à souligner. La génération des données susmentionnées, qui a été réalisée avec rigueur sur les plans technique et scientifique, permet aux décideurs (autorités administratives locales et CNE, ainsi que le secteur privé et les communautés) de promouvoir des mécanismes d'atténuation (structurels ou autres) pour comprendre ce processus dynamique. Elle leur permet également de repenser la gestion des risques depuis une approche prospective à long terme, en particulier dans ces zones où l'essor touristique et urbain exerce des pressions, sans tenir compte des menaces présentes.

Compte tenu de ce qui précède, Progea a créé d'importantes synergies avec des parties prenantes, par exemple, dans le canton de Talamanca, avec la CNE et l'Aire de conservation La Amistad Caribe (Aclac). Grâce à leurs apports de fonds, des projets tels que l'aide partielle au financement de la surveillance, la formation aux surveillances complémentaires, les ateliers de présentation et d'interprétation des résultats et la promotion de l'accès et de l'utilisation des données sont concrétisés. C'est sur cette base que sont identifiés les éléments exposés, et par conséquent vulnérables (écosystèmes, infrastructures, logements) et que sont orientées les recommandations en matière d'aménagement du territoire.

En résumé, la surveillance de l'érosion du littoral est un outil essentiel à l'aménagement du territoire et à la gestion des risques liés aux désastres dans ces espaces, car les informations générées et mises à disposition peuvent être utilisées pour étudier la dynamique côtière et les variations affectant les systèmes côtiers en raison du changement et de la variabilité climatiques. L'objectif est de les intégrer dans les processus d'aménagement du territoire et, le cas échéant, de prendre des décisions sur la façon de protéger les écosystèmes et les infrastructures exposés. Bien que le Costa Rica dispose d'un cadre juridique et réglementaire solide, il est nécessaire d'élaborer des politiques publiques qui tiennent compte de la variabilité naturelle de ce milieu, de sa fragilité et des changements qu'il subit actuellement, pour parvenir à un développement durable dans ces zones.

Références bibliographiques

- Barrantes, G. et Sandoval, L.F. (2018). *Erosión costera en el Caribe Sur de Costa Rica. Memoria. IV Congreso Nacional de Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Barrantes, G. ; Valverde, J. ; Paniagua, D. et Morales, N. (2020). Gira de reconocimiento del efecto del oleaje severo ocurrido entre el 13 y 20 de enero de 2020 en el Caribe Sur, Costa Rica (p. 21) [Informe interno]. Programa de Geomorfología Ambiental, Universidad Nacional.
- Barrantes, G. ; Valverde, J. ; Rojas, D. ; Badilla, N.B. ; Paniagua, D. et Silva, A.L.C. (2021). Cambios estacionales del perfil de playa en Cieneguita, Limón, Costa Rica. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 57 (Número Especial 1), Artículo 1. <https://doi.org/10.23854/07199562.2021571esp.Barrantes12>
- Barrantes, G. et Sandoval, L.F. (2021). Cambios en la línea de costa en el Caribe Sur de Costa Rica durante el periodo 2005-2016. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2).
- Castelle, B. & Harley, M. (2020). 22 - Extreme events: Impact and recovery. Cf. D.W.T. Jackson & A.D. Short (Eds.), *Sandy Beach Morphodynamics* (pp. 533-556). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102927-5.00022-9>
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos / Ministère du Logement et des Établissements humains du Costa Rica (Mivah). (2012). *Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040*. <https://repositorio-snp.mideplan.go.cr/handle/123456789/141>



Utilisation de la sismologie comme outil de surveillance de la dynamique des océans et du changement climatique

Esteban J. Chaves²⁸
Evelyn Nuñez-Alpízar²⁹
Nahomy Campos-Salas³⁰
Sonia Hajaji-Salgado³¹

-
- 28 Esteban J. Chaves, docteur en Science de la Terre avec une spécialisation en Sismologie. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) (Observatoire volcanologique et sismologique), esteban.j.chaves@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-5724-1513>.
- 29 Evelyn Nuñez-Alpízar, docteure en Sciences de la Terre. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) (Observatoire volcanologique et sismologique), evelyn.nunez.alpizar@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-8600-3098>.
- 30 Nahomy Campos-Salas, baccalauréat en Enseignement des Mathématiques, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) (Observatoire volcanologique et sismologique), nahomy.campos.salas@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0009-8529-4557>.
- 31 Sonia Hajaji-Salgado, baccalauréat en Géologie, Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica (Ovsicori) (Observatoire volcanologique et sismologique), sonia.hajaji.salgado@una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0007-0807-2235>.

Les océans, qui couvrent plus de 70 % de la surface de la Terre (NOAA 2024, National Oceanic and Atmospheric Administration / Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique des États-Unis d'Amérique) jouent un rôle fondamental dans la régulation du climat mondial, la préservation de la biodiversité et la dynamique des conditions météorologiques. C'est pourquoi la dynamique des océans suscite depuis longtemps l'intérêt de plusieurs domaines scientifiques. Ces dernières années, l'accélération du changement climatique (Minière *et al.*, 2023) a souligné la nécessité de créer des outils innovants et précis pour assurer la surveillance des conditions océaniques et leur impact environnemental. Des méthodes empruntées à d'autres disciplines scientifiques peuvent ainsi être adaptées et mises à profit. La sismologie, par exemple, traditionnellement utilisée pour étudier les tremblements de terre, les volcans et la tectonique à différentes échelles, s'est ainsi révélée être un outil précieux dans ce contexte. En analysant le champ d'ondes sismiques aléatoires, également désigné sous le nom de « bruit sismique ambiant », il est possible de surveiller les interactions entre la houle et la croûte terrestre. Cette analyse permet également de suivre les variations des dynamiques énergétiques océaniques, étroitement liées à des processus climatiques tels que les ouragans, les tempêtes côtières et les fluctuations du niveau de la mer (Gualtieri *et al.*, 2018).

L'analyse du champ d'ondes sismiques aléatoires, communément appelée « interférométrie sismique » (Snieder et Larose, 2013), est une méthode qui exploite les interactions naturelles entre les vagues océaniques et la croûte terrestre. Ces interactions génèrent un champ d'ondes appelé bande microsismique I ou II (Ardhuin *et al.*, 2011). Ce champ d'ondes se propage de manière isotrope à travers la surface de la Terre ; il est capté par des stations sismologiques situées partout dans le monde (figure 9.1). Bien que l'utilisation principale des données sismiques soit la détection et la localisation des tremblements de terre, le bruit de fond constant généré par les vagues de l'océan, en particulier dans la bande microsismique II (périodes de 1 à 10 secondes), fournit des informations précieuses sur les conditions océaniques et environnementales (Larose *et al.*, 2015).

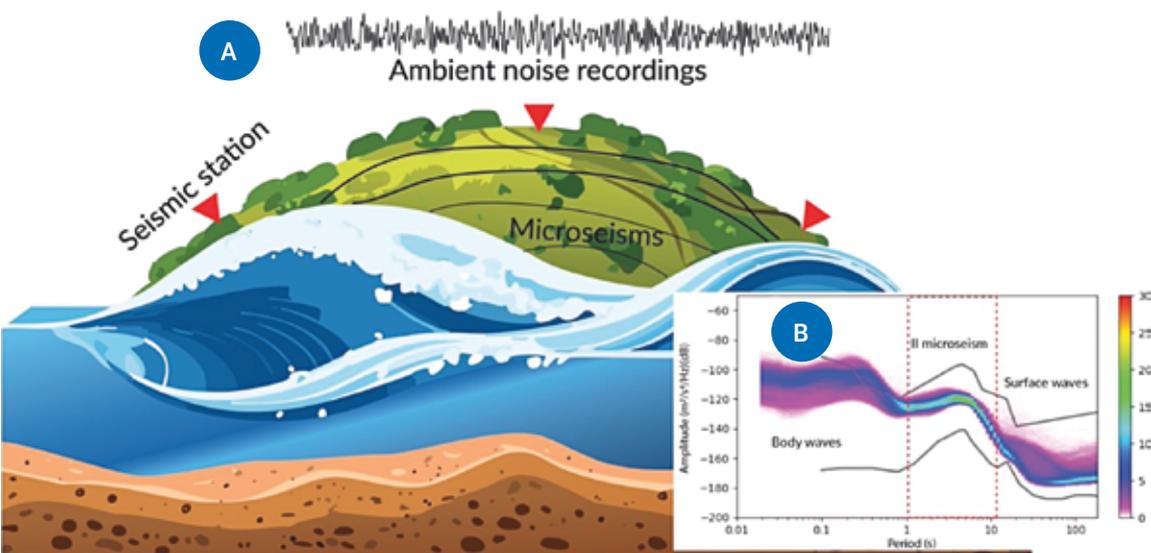


Figure 9.1. A) Illustration montrant la génération de bruit sismique ambiant dû à l'interaction entre l'activité océanique et la croûte terrestre. B) Spectre complet et distribution des fréquences de l'énergie sismique enregistrée, jour après jour, dans une station sismique donnée. Dans cette figure, les couleurs indiquent l'intensité en décibels. Les lignes pleines supérieures et inférieures indiquent les limites supérieures et inférieures moyennes observées à l'échelle mondiale. Le microséisme II se situe dans l'intervalle de période compris entre 1 et 10 s, comme indiqué dans le rectangle rouge.

Source : Élaboration propre.

Des recherches récentes (Chaves et Schwartz, 2016 ; Núñez *et al.*, 2020) ont montré qu'en utilisant la corrélation croisée des bruits sismiques ambiants, il était possible de reconstruire les fonctions de Green — c'est-à-dire la réponse de la croûte terrestre à une impulsion de stress transitoire provenant d'un séisme ou d'un ouragan, par exemple —, entre deux stations sismiques. Les fonctions de Green permettent de surveiller les modifications de la structure interne de la Terre, également provoquées par des phénomènes externes, tels que la houle ou les tempêtes. Cette méthode s'est

avérée utile dans les régions côtières où la dynamique des océans est étroitement liée aux conditions climatiques. La variabilité saisonnière des interactions entre l'océan et le trait de côte, telle qu'observée dans les données sismiques, peut mettre en évidence des dynamiques liées aux moussons, aux ouragans, aux effets des phénomènes El Niño ou La Niña, ainsi qu'à d'autres systèmes météorologiques. Ces interactions jouent un rôle crucial dans la circulation océanique et la distribution de l'énergie.

Avec la poursuite de la hausse des températures mondiales sous l'effet du changement climatique, la dynamique des océans devrait subir des changements notables. Par exemple, la fréquence et l'intensité des ouragans et des tempêtes côtières devraient augmenter de manière significative dans les années à venir (Aumann *et al.*, 2008). De tels changements auront un impact sur les flux énergétiques dans la dynamique océanique, modifiant, par conséquent, les signaux sismiques captés par les stations situées le long des côtes. L'élévation du niveau de la mer, conséquence directe du réchauffement climatique, affectera également les régions côtières et transformera potentiellement les écosystèmes marins qui dépendent de conditions océanographiques stables. La sismologie, et plus particulièrement le recours à l'interférométrie sismique (Schuster, 2009), ouvre des perspectives prometteuses pour assurer le suivi de ces changements, notamment dans les régions où les instruments océanographiques traditionnels, comme les bouées océanographiques, sont rares ou difficiles à entretenir.

L'interférométrie sismique est une méthode particulièrement adaptée aux régions en voie de développement, comme le Pacifique Sud du Costa Rica, où l'Observatoire volcanologique et sismologique du Costa Rica (Ovsicori) de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA) gère un réseau sismique permanent à large bande (figure 9.2). Ce réseau permet de capturer les interactions dynamiques entre l'océan et la croûte terrestre, qui peuvent se manifester tout au long de l'année. Dans cette région, le Golfo Dulce et les péninsules adjacentes d'Osa et de Burica sont soumis à des variations saisonnières de la houle. Ces variations peuvent faire l'objet d'une surveillance au moyen du bruit sismique ambiant. L'analyse des coefficients de corrélation (ou de similarité) des fonctions de Green sur la durée permet de détecter les changements associés aux sources influençant la dynamique des océans et leurs interactions avec la croûte terrestre. Cette méthode

constitue un moyen non invasif et économique de surveiller les océans, ce qui pourrait s'avérer de plus en plus indispensable au fur et à mesure que le changement climatique intensifie les dynamiques météorologiques et accentue son impact sur les régions côtières.

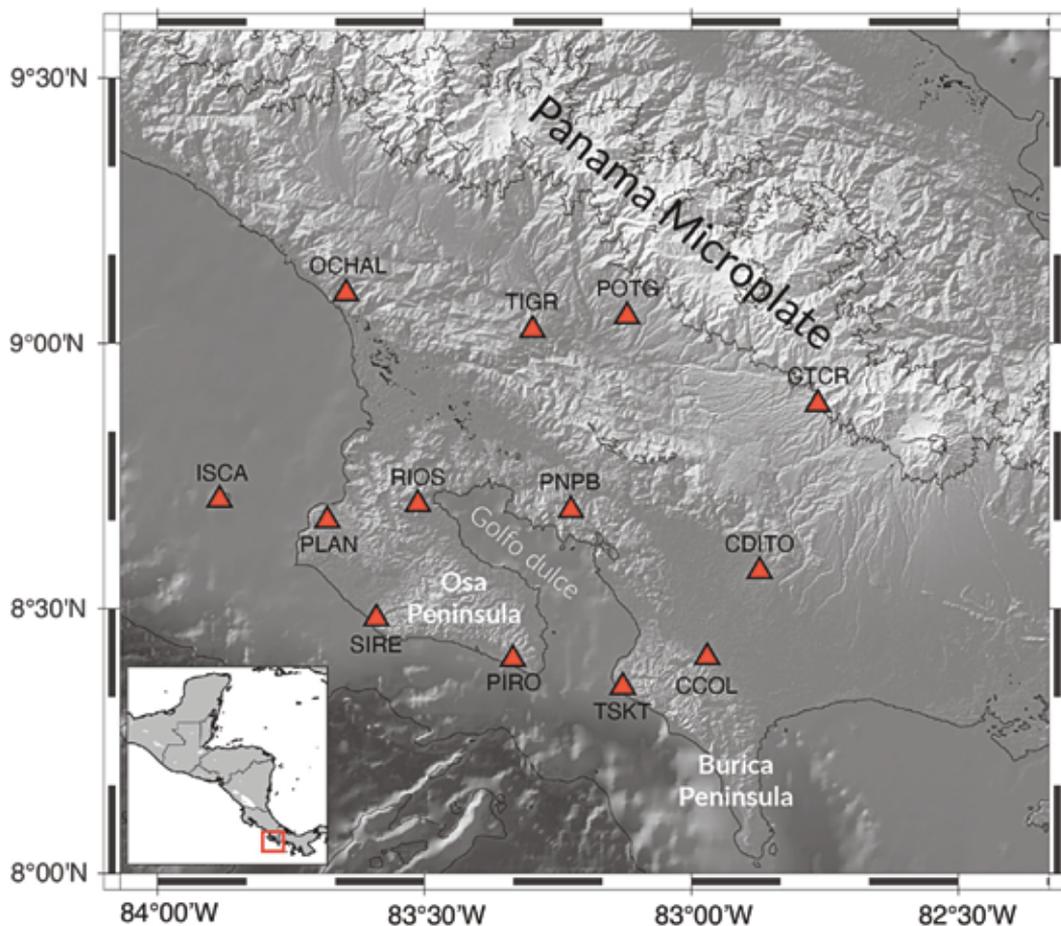


Figure 9.2. Carte illustrant la répartition spatiale des stations sismologiques (triangles) gérées par l'Observatoire volcanologique et sismologique du Costa Rica (Ovsicori), au sud du Costa Rica.

Source : Élaboration propre.

En outre, les implications environnementales des changements se manifestant dans la dynamique des océans ne se limitent pas aux processus physiques. Les écosystèmes marins, qui dépendent de la stabilité des conditions océaniques, sont certainement vulnérables aux variations des températures, de la salinité et des courants océaniques. Ces écosystèmes, riches en biodiversité, jouent un rôle vital pour la subsistance de nombreuses communautés côtières, notamment celles situées dans le Pacifique Sud du Costa Rica. La sismologie, par la captation continue des vibrations terrestres associées à la dynamique des océans, constitue une opportunité avantageuse pour détecter des signaux d'alerte précoces. Ces données permettent d'intervenir de manière éclairée face aux facteurs de stress et aux défis posés par le changement climatique.

Dans les années à venir où les effets du changement climatique continueront à s'accroître, la sismologie pour la surveillance des océans ne cessera vraisemblablement de croître. Sa capacité à fournir des données en temps réel sur les conditions océaniques, combinée à une couverture mondiale assurée par les réseaux sismiques existants, fait de cette méthodologie un outil puissant, aussi bien pour les scientifiques que pour les décideurs politiques. L'intégration des données sismiques à d'autres systèmes de surveillance environnementale, tels que les observations satellitaires, les bouées océanographiques et autres dispositifs de surveillance, peut améliorer considérablement notre compréhension des changements qui se manifestent dans les océans et leurs implications environnementales.

Comment utiliser l'interférométrie sismique et notamment le bruit sismique ambiant pour assurer la surveillance des océans ? Étant donné que le bruit sismique ambiant est constitué d'ondes de surface générées par l'interaction entre les vagues de l'océan et la croûte terrestre, les sismologues peuvent s'appuyer sur les propriétés mécaniques de ce type d'ondes, telles que leur diffusion, pour analyser non seulement les variations potentielles de la structure de la croûte terrestre, mais aussi les changements intervenant dans les sources de bruit ambiant, notamment les interactions entre l'océan et la croûte terrestre. Les sismologues peuvent décomposer le champ d'ondes de surface en différentes gammes de fréquences, chaque gamme se caractérisant par : 1) une sensibilité aux différentes profondeurs, et 2) une dépendance aux sources de bruit et à leur variabilité au fil du temps.

Observations : variabilité saisonnière et annuelle dans le Pacifique Sud du Costa Rica

Voici un exemple d'application sismologique utilisable pour la surveillance des océans et du climat : la corrélation croisée du bruit sismique ambiant a été calculée à partir des registres annuels effectués par l'ensemble des paires de stations présentées dans la figure 9.2. Pour cette analyse, nous avons utilisé la bande de périodes de 1 à 3 s (entre 0,333 et 1 Hz), car cette gamme est plus sensible aux interactions des vagues de l'océan avec le trait de côte sur des périodes courtes. Pour chacune des paires de stations, nous avons extrait les fonctions de Green (FG) journalières, entre 2019 et 2023. Ces FG contenaient toutes les informations relatives à l'état de la lithosphère peu profonde, pour chaque jour. Afin de déterminer l'état moyen des vibrations crustales dans le Pacifique Sud du Costa Rica, ainsi que leurs sources, une FG de référence a été reconstituée pour la période (2019-2023), en calculant une simple moyenne linéaire des FG journalières. Le comportement journalier des FG a ensuite été analysé en mesurant le coefficient de corrélation (ou de similarité) par rapport à la FG de référence.

La figure 9.3 illustre un exemple des résultats obtenus pour la paire de stations CCOL-RIOS. La trajectoire du champ d'ondes de surface entre ces stations traverse le Golfo Dulce, comme le montre la figure 9.2, de sorte que les signaux sismologiques enregistrés entre cette paire de stations intègrent toutes les informations relatives au fond océanique et à la ligne côtière de cette région. Toute modification transitoire des sources de bruit ambiant ou de la composition structurale de la croûte, ou encore une combinaison des deux entraînera une diminution du coefficient de corrélation entre la FG journalière et la FG de référence. Les résultats montrent des effets d'instabilité saisonnière des sources de bruit ambiant dans le Pacifique Sud, qui se reflètent, par exemple, sous la forme d'interférences négatives récurrentes chaque année, systématiquement entre janvier et mai, dans l'interférogramme (capture d'écran A) de la figure 9.3.

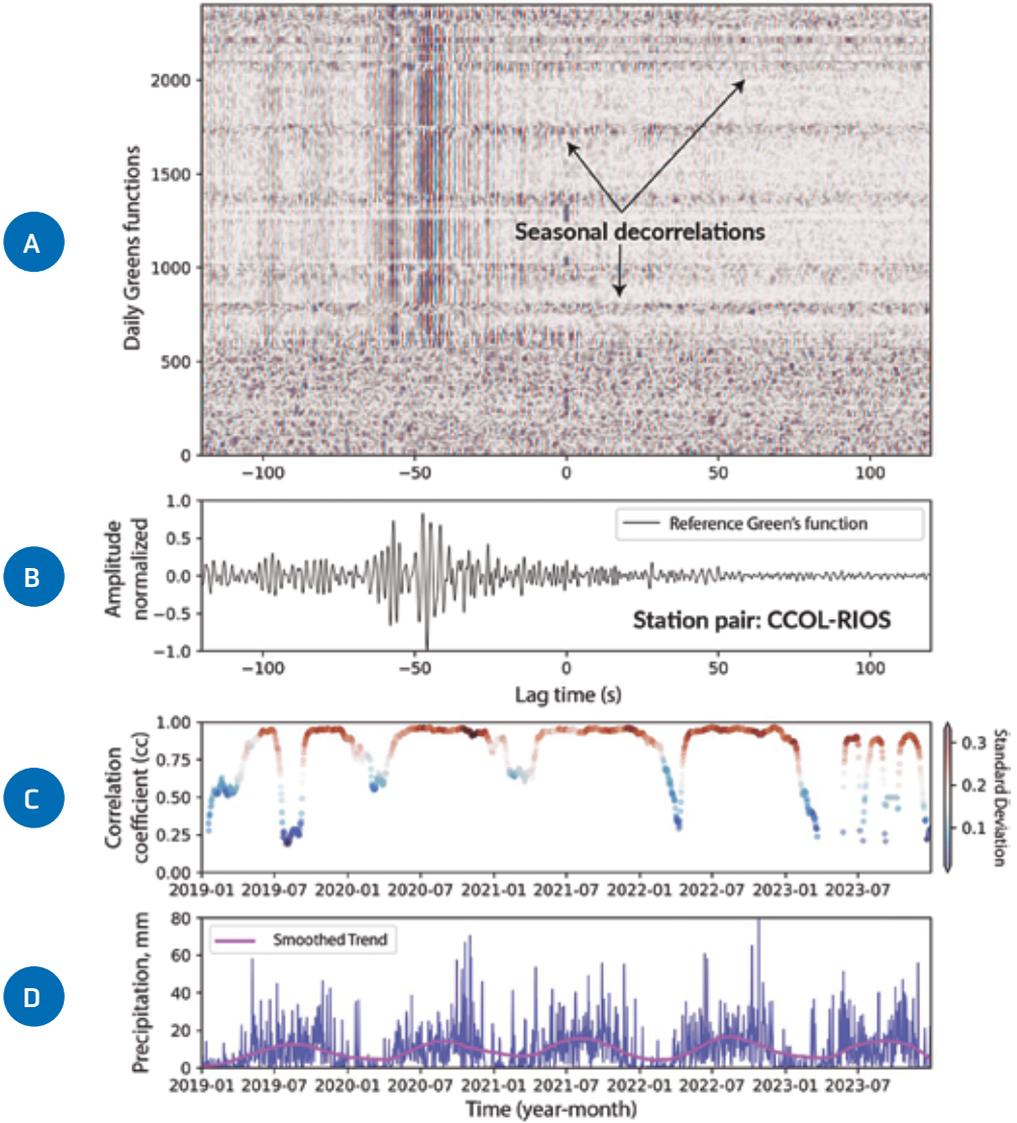


Figure 9.3. La figure montre les résultats obtenus à partir de la corrélation croisée du bruit sismique ambiant entre les stations CCOL et RIOS. La capture d'écran A) présente l'interférogramme des fonctions de Green journalières. Chaque ligne représente l'état quotidien de la croûte terrestre dans la bande de périodes allant de

1 à 3 secondes. L'apparition d'interférences négatives est clairement identifiable, puisqu'elle montre des lignes horizontales interrompant les schémas de couleurs bleu et rouge. La capture d'écran B) montre la fonction de Green de référence, obtenue en calculant la moyenne des fonctions de Green journalières sur l'ensemble de la période étudiée (2019-2023). La capture d'écran C) illustre l'évolution temporelle du coefficient de corrélation croisée, avec un code couleur par écart-type. La capture d'écran D) présente le tableau des précipitations pour la même période d'analyse. Une ligne magenta met en évidence l'atténuation de la tendance pendant la saison des pluies et la saison sèche.

Source : Élaboration propre.

L'effet saisonnier se reflète également dans l'évolution temporelle du coefficient de corrélation (CC) qui diminue d'au moins 30 % chaque année, à partir de 2019 (cf. Capture d'écran C, figure 9.3). La diminution du CC correspond temporellement à une diminution des précipitations saisonnières (cf. Capture d'écran D, figure 9.3) et donc, à un arrêt du nombre (ou de la fréquence) des tempêtes et de l'interaction océan-côte, sous forme de vagues de courte période. La figure 9.4 explore l'indice de corrélation, donné par le résultat $1-CC$, en fonction du temps, incluant davantage de paires de stations situées dans les péninsules d'Osa et de Burica. Les résultats montrent que la saisonnalité n'est pas limitée à une ou quelques paires de stations, mais qu'il s'agit bien d'un phénomène généralisé dans tout le Pacifique Sud, et qu'elle n'est pas non plus liée aux défaillances des instruments. La ligne noire de la figure 4 traduit le comportement en moyenne dans la région, où des changements significatifs de sources de bruit ambiant sont observés entre les mois de janvier et mai, avec des pics de décorrélation chaque mois d'avril.

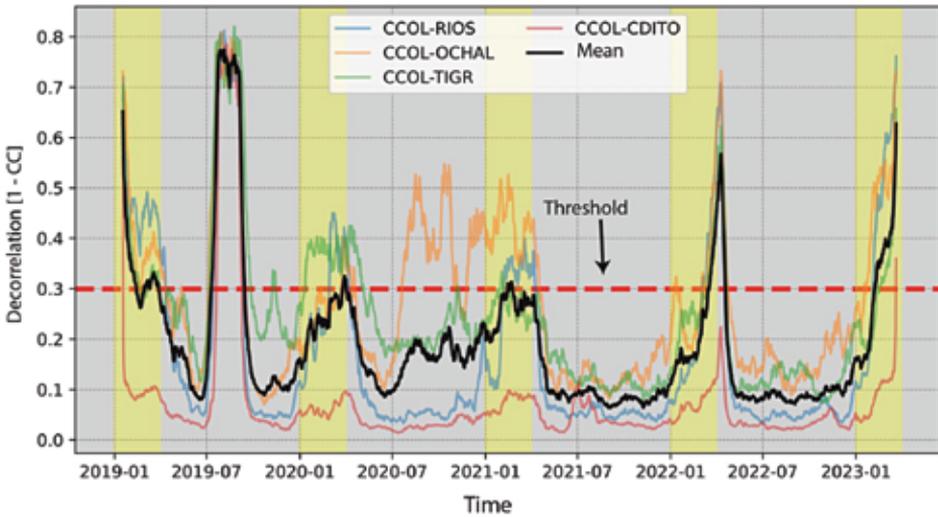


Figure 9.4. Décorrélation temporelle de la fonction de Green empirique pour un certain nombre de paires de stations sismiques (lignes monochromes) réparties le long des péninsules d'Osa et de Burica, dans le Pacifique Sud du Costa Rica. Sur la figure, l'épaisse ligne noire représente la décorrélation moyenne entre toutes les paires de stations. La ligne horizontale en pointillés rouges met en évidence une augmentation de 30 % de la décorrélation. Les rectangles jaunes mettent en évidence la période comprise entre janvier et avril de chaque année, au moment où la décorrélation atteint son pic saisonnier. L'augmentation de la décorrélation observée entre fin juin et août 2019 est attribuée au séisme de Port Armuelles ($M_w = 6,5$), survenu le 26 juin à 5 h 23 min 48 s UTC, ainsi qu'à sa séquence de répliques.

Source : Élaboration propre.

Les cartes des coefficients de corrélation (figure 9.5) pour les saisons sèches et pluvieuses mettent en évidence une variabilité annuelle et saisonnière significative dans la similarité des formes d'ondes sismiques. Ces cartes montrent des dynamiques notables associées aux conditions climatiques et océaniques dans la région. Par exemple, 2019 a affiché les valeurs CC minimales les plus faibles durant les saisons sèche et pluvieuse, comme l'indique la prédominance des lignes jaunes et vertes sur les cartes. La variabilité annuelle des CC pourrait être attribuée à des conditions météorologiques moins stables, susceptibles d'être influencées par des dynamiques climatiques localisées, le bruit océanique profond et les changements dans l'interaction des vagues de courte période avec la côte.

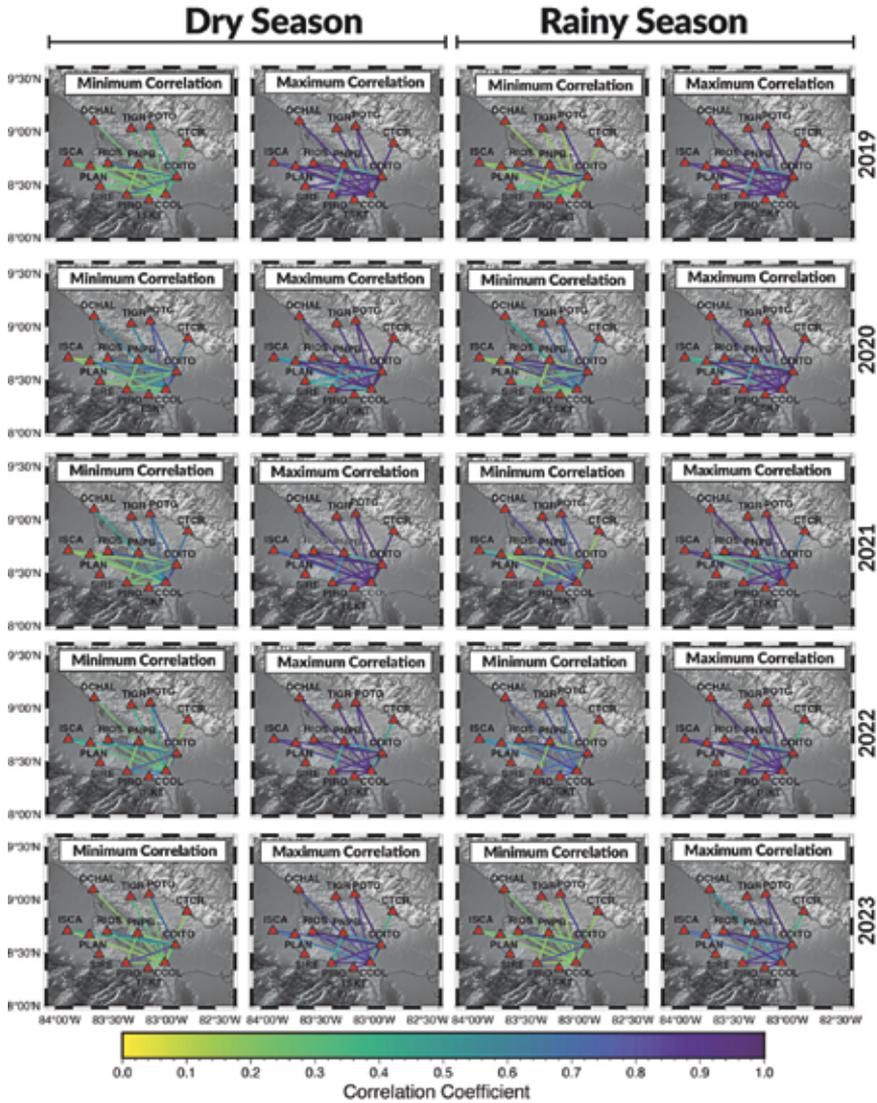


Figure 9.5. Répartition saisonnière des valeurs minimales et maximales des coefficients de corrélation (CC) entre les paires de stations dans le Pacifique Sud du Costa Rica, obtenues à partir de la corrélation croisée annuelle du bruit sismique ambiant. Dans cette figure, chaque ligne représente la comparaison des valeurs de CC entre la saison sèche et la saison pluvieuse pour les années 2019 à 2023, respectivement.

Source : Élaboration propre.

L'amplitude de la décorrélation observée est similaire pour les années 2019, 2022 et 2023, avec une valeur moyenne de 0,65, alors qu'en 2020 et 2021, l'indice de décorrélation moyen est de 0,31, ce qui peut être lié à l'activité produite par les effets de La Niña au cours de cette période. Le phénomène de La Niña augmente généralement les précipitations dans la région, en particulier dans le Pacifique central et méridional, ce qui se traduit par des pluies incessantes, surtout pendant la dernière partie de la saison des pluies. En 2021, les fortes pluies ont été accentuées par l'interaction de la zone de convergence intertropicale (ZCI) et le passage d'ondes tropicales, ce qui a déclenché des alertes météorologiques dans certaines parties du Pacifique Sud, avec pour conséquence, des avertissements de risques éventuels d'inondations et de glissements de terrain en raison de la saturation des sols.

D'autre part, La Niña provoque généralement une augmentation des précipitations et des tempêtes, ce qui entraîne des modifications des profondeurs océaniques. Ces changements influent favorablement sur les signaux sismiques en stabilisant le champ d'ondes du bruit ambiant. Plus l'indice de décorrélation est faible (CC élevé), plus il suggère les formes d'ondes sismiques consistantes, similaires et stables, en janvier-mai 2020 et 2021. L'effet de La Niña pourrait générer des conditions de bruit plus stables et relativement constantes dans le temps, réduisant ainsi la variabilité des signaux sismiques et maintenant une similarité des formes d'onde pendant la transition entre la saison des pluies et la saison sèche.

À l'inverse, un indice de décorrélation plus élevé (CC plus faible), en janvier-mai 2019, 2022 et 2023, suggère une plus grande variabilité des formes d'ondes sismiques, ces fluctuations pouvant être attribuées à des conditions climatiques moins stables ou à des transitions climatiques plus marquées. Durant ces années moins marquées par l'influence de La Niña, les signaux sismiques ont pu être influencés par des facteurs climatiques sporadiques ou moins prévisibles, tels que des tempêtes localisées, une activité océanique irrégulière ou des niveaux variables de saturation des sols. Ces facteurs ont introduit une plus grande variabilité des signaux sismiques, les rendant moins corrélés et conduisant ainsi à des valeurs de décorrélation plus élevées.

En revanche, les années 2020 et 2021 ont affiché des valeurs de CC systématiquement plus élevées lors des saisons sèches et pluvieuses, tandis que les valeurs minimales de CC, en particulier, étaient nettement plus élevées ces années-là par rapport à 2019. Le phénomène de La Niña qui a affecté la région durant ces années semble générer des conditions de bruit ambiant plus stables. Comme il a été mentionné précédemment, en augmentant les précipitations et en favorisant une activité océanique régulière, la Niña crée des conditions stables pour les sources de bruit ambiant dans la croûte superficielle. Cette stabilité réduit la variabilité du bruit sismique et se traduit par des formes d'ondes sismiques plus cohérentes. Des valeurs de CC plus élevées observées dans plusieurs paires de stations ces années-là confirment la présence d'un environnement sonore constant et homogène, aussi bien pendant les saisons sèches que pluvieuses. En revanche, l'analyse des années 2022 et 2023 a révélé un retour à des formes d'ondes sismiques plus variables, avec des valeurs minimales de CC plus faibles observées au cours des deux saisons, notamment en 2023. La prédominance de lignes vertes sur ces cartes suggère une plus grande dissimilarité des formes d'onde, probablement en raison des conditions météorologiques moins stables. De même, ces années n'ont pas été soumises à l'influence marquée de La Niña comme en 2020 et 2021, ce qui a entraîné une plus grande variabilité dans la similarité des formes d'onde. Les valeurs maximales de CC au cours de ces années sont restées relativement élevées, ce qui indique qu'il y a encore eu des périodes de forte similarité des formes d'onde, malgré la variabilité accrue.

Discussions et conclusion

Cette étude met en évidence que la corrélation croisée du bruit sismique ambiant constitue un outil puissant pour assurer la surveillance des interactions dynamiques entre les vagues océaniques et la croûte terrestre, notamment dans les régions particulièrement vulnérables au changement climatique. L'analyse de la stabilité temporelle des fonctions de Green (FG), extraites du bruit sismique ambiant dans la bande de 1 à 3 secondes, a permis d'identifier des variations saisonnières qui mettent en évidence

l'influence des conditions océaniques et atmosphériques sur le champ d'ondes sismiques. Les variations les plus marquées ont eu lieu pendant la saison sèche de chaque année (de janvier à avril), avec des coefficients de corrélation chutant jusqu'à 70 % durant cette période. Ces réductions sont associées à une diminution de l'activité des tempêtes, des houles côtières et de l'énergie globale des vagues, comme l'attestent les données de précipitations enregistrées sur cette même période. Cette décorrélation temporelle souligne la sensibilité de l'interférométrie sismique aux changements climatiques, en particulier dans les régions côtières où la dynamique océanique exerce une influence significative sur le champ de bruit ambiant.

Les variations annuelles observées en 2020 et 2021 ont été particulièrement significatives, l'influence de La Niña ayant entraîné des conditions océaniques plus stables. Cela se traduit par des indices de décorrélation plus faibles, en contraste avec les dynamiques plus variables observées en 2019, 2022 et 2023. Le phénomène de La Niña déclenche généralement une augmentation des précipitations et une activité régulière des vagues océaniques, ce qui a probablement contribué à des conditions de bruit plus stables, ayant favorisé à leur tour des fonctions de Green plus cohérentes ces années-là. Cette constatation est conforme à des études antérieures qui soulignent l'impact des interactions océan-atmosphère à grande échelle, comme les phénomènes El Niño et La Niña, sur le champ de bruit sismique (par exemple, Gualtieri *et al.*, 2018). Ces résultats suggèrent que l'interférométrie sismique peut être utilisée comme un indicateur pour assurer la surveillance de phénomènes environnementaux et climatiques plus larges, en fournissant des informations sur les effets des dynamiques climatiques à grande échelle sur la dynamique côtière.

Références bibliographiques

Ardhuin, F., Stutzmann, E., Schimmel, M., & Mangeney, A. (2011). Ocean wave sources of seismic noise. *Journal of Geophysical Research*, 116, 1-21. <https://doi.org/10.1029/2011JC006952>

- Aumann, H. H., Ruzmaikin, A., & Teixeira, J. (2008). Frequency of severe storms and global warming, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L19805. <https://doi.org/10.1029/2008GL034562>
- Chaves, E. J. & Schwartz, S. Y. (2016). Monitoring transient changes within overpressured regions of subduction zones using ambient seismic noise. *Science Advances*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501289>
- Gualtieri, L., Camargo, S.J., Pascale, S., Pons, F., & Ekström, G. (2018). The persistent signature of tropical cyclones in ambient seismic noise. *Earth and Planetary Science Letters*, 484, 287-294. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2017.12.026>
- Larose, E., Carrière, S., Voisin, C., Bottelin, P., Baillet, L., Guéguen, P., Walter, F., Jongmans, D., Guillier, B., Garambois, S., Gimbert, F. & Massey, C. (2015). Environmental seismology: What can we learn on earth surface processes with ambient noise? *Journal of Applied Geophysics*, 116, 62–74. <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2015.02.001>
- Minière, A., von Schuckmann, K., Sallée, JB. & Vogt, L. (2023). Robust acceleration of Earth system heating observed over the past six decades. *Scientific Reports*, 13(2975). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49353-1>
- National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA. (2024). *How much water is in the ocean?* <https://oceanservice.noaa.gov/facts/oceanwater.html>
- Núñez, E., Schimmel, M., Stich, D. & Iglesias, A. (2020). Crustal Velocity Anomalies in Costa Rica from Ambient Noise Tomography. *Pure and Applied Geophysics*, 177(3), 941–960. <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02315-z>
- Schuster, G.T. (2009). *Seismic Interferometry*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511581557>
- Snieder, R. & Larose, E. (2013). Extracting Earth's Elastic Wave Response from Noise Measurements. *Annual Review of Earth Planetary Sciences*, 41(1), 9.1–9.24. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-050212-123936>



L'océanographie physique au service de la prise de décisions éclairées

José Mauro Vargas Hernández³²
Marcelo Salas Cascante³³
Juan Pablo Salazar Ceciliano³⁴
Alexandre Tisseaux Navarro³⁵

-
- 32 José Mauro Vargas Hernández, docteur en Océanographie Physique. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), Service régional des informations océanographiques (Serio), jose.vargas.hernandez@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-7014-705>.
- 33 Marcelo Salas Cascante, master en Ingeniería Computacional y Matemática, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), Service régional des informations océanographiques (Serio), marcelo.salas.cascante@una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0004-3869-3735>.
- 34 Juan Pablo Salazar Ceciliano, master en Ciencias con énfasis en Oceanografía Física, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), Laboratorio de Oceanografía y gestión del litoral (Laocos), juan.salazar.ceciliano@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-6951-5286>.
- 35 Alexandre Tisseaux Navarro, master en Oceanografía Costera, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Departamento de Física (Département de sciences physiques), Laboratorio de Oceanografía y gestión del litoral (Laocos), alexandre.tisseaux.navarro@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-2634-203>.

Portée par plusieurs programmes de recherche, l'étude de la dynamique côtière au Costa Rica a progressé au cours des deux dernières décennies. Ces initiatives ont permis d'assurer une surveillance des paramètres océanographiques le long des côtes du Pacifique et des Caraïbes. Ces études s'appuient sur des observations réalisées par une équipe scientifique, et intègrent des informations provenant de modèles numériques informatiques. Cette approche combinée permet de mieux comprendre les différents processus hydrodynamiques qui régissent les golfes, les baies et les estuaires du pays. Ces travaux permettent non seulement d'enrichir les connaissances scientifiques, mais aussi de fournir des informations clés pour éclairer la prise de décisions au sein des communautés côtières, contribuant ainsi à la gestion durable de leurs ressources.

Ce chapitre traite des expériences de recherches significatives menées en océanographie physique côtière par le Département de sciences physiques de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA). Il examine plus précisément deux expériences de recherche majeures en océanographie côtière menées dans le golfe de Nicoya, dans le Pacifique central, ainsi que dans la baie de Santa Elena, dans le Pacifique nord. Le golfe de Nicoya (figure 10.1, encadré inférieur) est un système estuarien qui se caractérise par un hydrodynamique complexe et qui abrite des activités d'une grande importance socio-économique pour le Costa Rica. D'autre part, la baie de Santa Elena (figure 10.1, encadré supérieur) a été désignée comme aire marine gérée (Minae, 2018). Ces deux cas mettent l'accent sur l'utilité de la surveillance des côtes à l'aide d'outils de haute technologie, profitant aussi bien aux communautés côtières qu'aux autorités locales.

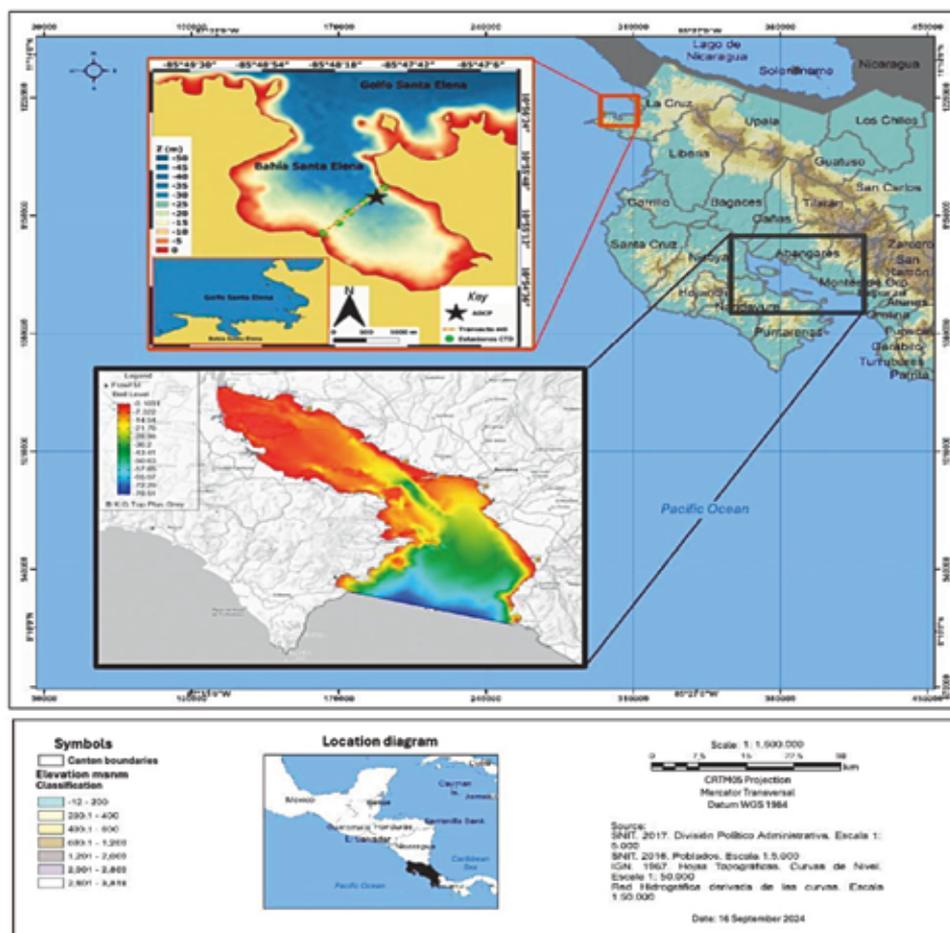


Figure 10.1. (Encadré supérieur) Emplacement géographique de la baie de Santa Elena et sa bathymétrie exprimée en mètres. Sources : Ortiz-Malavasi, E. (2014). Atlas Digital de Costa Rica. ITCR ; données bathymétriques de Tisseaux-Navarro *et al.* (2021). (Encadré inférieur) Emplacement géographique du golfe de Nicoya et sa bathymétrie exprimée en mètres, interpolée sur la grille du modèle hydrodynamique à l'aide de Delft3D. Les lignes bleues mettent en évidence les limites ouvertes du modèle où sont spécifiées les conditions initiales et de frontière.

Source : Élaboration propre.

Dans ces deux expériences, des instruments spécialisés ont été utilisés permettant de capturer des données sur site, au moyen de diverses méthodes. Les deux principaux équipements utilisés dans ces études océanographiques sont des courantomètres acoustiques à effet Doppler (ADCP, figure 10.2 a et b) et des sondes multiparamétriques CTD (figure 10.2 c). L'ADCP est utilisé pour mesurer l'ampleur et la direction des courants océaniques le long de toute la colonne d'eau. Quant au CTD, il enregistre la température de l'eau, la conductivité (associée à la salinité), la turbidité, la concentration en oxygène dissous, la concentration en chlorophylle et le niveau de l'eau, entre autres. Ces variables fournissent une compréhension plus détaillée des caractéristiques physiques des différents plans d'eau côtiers à l'étude. Ces deux équipements peuvent être utilisés de différentes manières, soit en les plaçant à des points fixes sur le fond marin, soit à différentes profondeurs le long de la colonne d'eau, maintenus en place par des bouées (ancrages). Cette configuration permet d'obtenir des séries temporelles de variables diverses sur des périodes hebdomadaires ou mensuelles, facilitant ainsi la surveillance continue.

Une autre option consiste à effectuer des mesures à partir d'une embarcation en mouvement le long de transects, ce qui permet de capter les variations spatiales (aussi bien verticales qu'horizontales) des paramètres physiques. Par ailleurs, les modèles numériques de calcul constituent un complément précieux aux observations sur site pour comprendre les mécanismes physiques régissant l'hydrodynamique côtière. En combinant des simulations numériques de différents scénarios avec des mesures *in situ*, il est possible de déterminer les facteurs qui influent sur la variabilité observée des paramètres mentionnés précédemment. Ces informations sont vitales pour éclairer les prises de décisions concernant le développement des activités économiques dans les zones côtières, telles que la navigation portuaire, la mariculture, la planification d'infrastructures et la pêche, pour ne citer qu'elles.

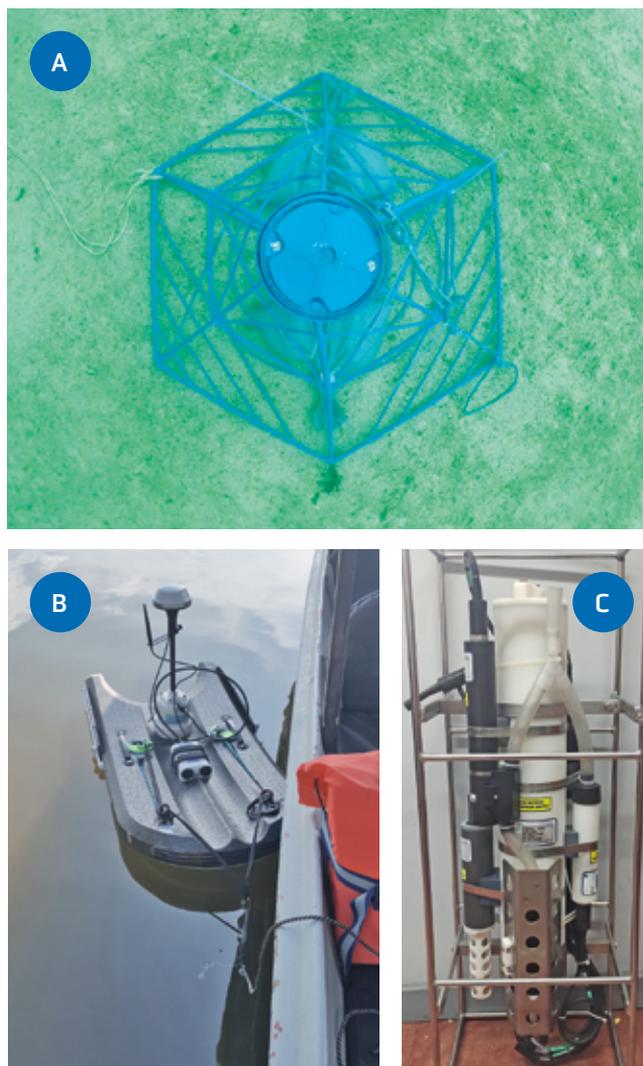


Figure 10.2. Instruments utilisés en océanographie : profilers de courant acoustique à effet Doppler (ADCP) à appliquer (A) sur des points fixes (ancrages) ou depuis une embarcation en mouvement (B) ; (C) sonde de conductivité-température-profondeur (CTD) intégrant également des capteurs d'oxygène dissous, de chlorophylle et de turbidité.

Source : Élaboration propre.

Surveillance dans le golfe de Nicoya

Le golfe de Nicoya, situé sur le versant Pacifique, revêt une importance majeure sur le plan socioproductif pour le pays, étant donné qu'il abrite deux des principaux ports du Costa Rica : Caldera et Puntarenas. Ces ports jouent un rôle crucial dans le développement du tourisme et les échanges de marchandises à l'international. En outre, le golfe occupe une place importante dans l'économie locale grâce à des activités telles que la pêche artisanale et la mariculture, essentielles pour les communautés côtières. Sur le plan océanographique, le golfe de Nicoya se comporte comme un complexe estuarien, car son bassin est alimenté par plusieurs cours d'eau. Parmi les plus importants figurent le fleuve Tempisque, qui se déverse dans la partie intérieure du golfe, et le Río Grande de Tárcoles, situé dans sa partie extérieure.

À partir de 2020, des études ont été menées afin d'augmenter la fréquence temporelle des échantillonnages des variables océanographiques dans le golfe de Nicoya. L'objectif était de produire des preuves scientifiques pour faire des recommandations aux communautés côtières et aux autorités administratives locales, dans le cadre de leurs activités socio-économiques et de conservation. Pour cette analyse, des études et des mesures ont été effectuées à l'aide d'un ADCP et d'une CTD depuis une embarcation en mouvement, le long de transects durant un cycle de marée complet (> 12 heures). Dans les études précédentes, ce processus n'avait pas été effectué.

Ces mesures à haute fréquence permettent d'effectuer une analyse mathématique des échantillons de données obtenus le long d'une section transversale dans le golfe de Nicoya pour obtenir les conditions résiduelles ou moyennes. Par exemple, cette analyse permet de séparer l'influence des marées sur les observations de la vitesse de l'eau par isolation du flux net. Elle permet également de déterminer la vitesse et la direction d'objets ou de substances en suspension dans l'eau après plusieurs jours à la dérive. Ces informations sont particulièrement utiles pour estimer le temps de renouvellement des eaux dans un estuaire. Des instruments ont également été placés à des endroits stratégiques fixes (ancrages), permettant ainsi de

surveiller les variations temporelles des paramètres hydrographiques sur l'ensemble de la colonne d'eau, aussi bien pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies.

Les conditions environnementales varient en fonction des saisons. Par exemple, pendant la saison pluvieuse, l'apport en eau douce et en matières organiques des cours d'eau vers la mer est plus important. Ce phénomène, associé à l'atténuation des vents du nord-est, modifie les courants marins, les niveaux d'eau, les degrés de salinité et la concentration en oxygène de l'eau. Ces variations environnementales sont absolument essentielles pour l'activité maricole, car la survie et la croissance de plusieurs espèces aquatiques dépendent fortement de ces paramètres.

Grâce à une surveillance continue, les variations du niveau d'eau et des courants marins le long de la colonne d'eau, entrant ou sortant du golfe de Nicoya, ont été quantifiées sur un site localisé au milieu du golfe (à proximité du quai des bateaux de croisière de Puntarenas). Cette surveillance a permis de déterminer que les variations de ces deux paramètres étaient principalement dues à la marée semi-diurne (avec des cycles d'environ 12 heures) en raison des effets astronomiques, mais une analyse plus détaillée a permis de mettre en évidence l'influence d'autres facteurs sur la variabilité des cycles de plus de 30 heures (composante subtidale).

De même, des diminutions de la salinité et de l'oxygène dissous dans l'eau ont été observées. Ces résultats ne sont toutefois pas présentés dans ce document. Ce phénomène se produit pendant la saison des pluies dans la partie intérieure du golfe de Nicoya, près de l'embouchure du fleuve Tempisque.

Ces variations doivent être étudiées en détail, car elles peuvent affecter la qualité de l'eau, impactant ainsi la survie et la croissance des espèces marines, comme les cultures d'huîtres.

Parallèlement aux campagnes sur site, la construction d'un modèle numérique hydrodynamique a été initiée dans le golfe de Nicoya pour simuler les principaux paramètres océanographiques en trois dimensions : niveau de l'eau, champs de courants, température et salinité. L'objectif est de l'utiliser comme outil à la prise de décision, fournissant des informations de base sur le comportement prévisible des paramètres océanographiques

dans le golfe. Ceci est particulièrement utile pour planifier des activités de navigation, de mariculture, de pêche et de gestion côtière, entre autres.

Le développement d'un tel modèle a exigé la collecte de données océanographiques sur site, de manière à permettre leur étalonnage et leur validation. Au cours du processus de configuration du modèle, une grille ou un maillage a été créé pour permettre la résolution des équations de la dynamique des fluides pour chaque cellule. Cela permet de comprendre l'évolution spatiotemporelle des variables hydrographiques. Sur cette grille, des interpolations de la bathymétrie ont été effectuées pour représenter les variations spatiales de profondeur dans la zone d'étude (figure 10.1, encadré inférieur).

Les observations bathymétriques proviennent à la fois de cartes marines existantes et de mesures récentes effectuées au moyen d'échosondeurs. La carte bathymétrique (figure 10.1, panneau inférieur) montre que les zones les plus profondes du golfe de Nicoya sont situées dans la zone la plus externe du golfe, ainsi que le long du chenal principal qui traverse la zone entre Puntarenas et l'île San Lucas. D'autre part, les zones les plus superficielles (de faible profondeur) sont localisées dans la zone intérieure du golfe, près de l'embouchure du fleuve Tempisque, bien que les chenaux bordant l'île de Chira (l'île la plus intérieure du golfe d'après la figure 10.1, encadré inférieur) présentent des profondeurs supérieures à celles de leurs environs.

Jusqu'à présent, le modèle a permis de simuler avec succès les variations du niveau de l'eau dans les zones intérieure, centrale et extérieure du golfe de Nicoya. En utilisant des données de niveau d'eau enregistrées pendant la saison des pluies et la saison sèche à l'aide d'un capteur de pression placé au niveau du quai des bateaux de croisière de Puntarenas, la performance du modèle a été calibrée et validée dans la zone médiane du golfe. Ce processus a permis d'expliquer correctement le comportement observé dans plus de 97 % des cas et d'établir des correspondances satisfaisantes entre les niveaux d'eau mesurés et ceux simulés par le modèle.

Des résultats similaires ont été obtenus pour les zones intérieure (île de Chira) et extérieure (Herradura) du golfe. Les simulations du modèle ont été réalisées en utilisant une configuration constituée de vingt couches verticales intégrant les principaux constituants de la marée, à savoir, le vent

simulé par l'Institut météorologique national du Costa Rica (IMN), à l'aide du modèle WRF-2 (*Numerical Weather Models* – IMN, n. d.) et les débits des principaux cours d'eaux se déversant dans le golfe de Nicoya.

Des travaux sont en cours pour calibrer et valider le modèle pour les courants marins, la salinité et la température, en le confrontant aux données d'observation obtenues en milieu marin sur différents sites répartis dans le golfe. Une fois calibré et validé pour l'ensemble des variables, le modèle sera d'une grande utilité non seulement pour comprendre les mécanismes physiques qui régissent la variabilité des paramètres océanographiques, mais aussi pour soutenir les autorités portuaires et administratives locales dans les prises de décisions relatives à la sécurité de la navigation et à l'efficacité des opérations d'accostage des bateaux dans les ports des zones côtières.

De plus, ce modèle constituera un outil essentiel pour la planification de la construction d'infrastructures côtières et la surveillance des déversements de carburants, de la prolifération des algues nuisibles et des panaches de sédiments provoqués lors des opérations de dragage. Il sera également utilisé pour identifier les sites propices à la mariculture commerciale, ainsi que pour détecter les zones présentant des risques d'inondation en raison des hausses exceptionnelles des niveaux d'eau, parmi d'autres applications.

Surveillance dans la baie de Santa Elena

Le climat du Pacifique Nord du Costa Rica connaît une saison sèche qui s'étend de novembre à avril, marquée par de faibles précipitations et des vents du nord-est plus intenses. Ces vents forts donnent naissance à un phénomène appelé le « jet de Papagayo ». Il s'agit d'un courant de vent qui interagit avec la topographie autour du lac Nicaragua, à cheval entre le nord du Costa Rica et le sud du Nicaragua ([Chelton *et al.*, 2000](#) ; [Clarke, 1988](#)).

La saison des pluies, qui s'étend de mai à octobre, se caractérise par une augmentation des précipitations et une atténuation des vents du nord-est. Cependant, entre juillet et août, se produit un phénomène de canicule appelé « *veranillo* » (petit été). Cette période, marquée par une diminution temporaire des précipitations, résulte d'une intensification des vents

du nord-est en comparaison avec les autres mois de la saison des pluies (Amador, 1998).

La baie de Santa Elena (BSE), dans le Pacifique Nord du Costa Rica, est un système côtier semi-fermé adjacent au golfe de Santa Elena (figure 10.1, encadré supérieur). Cette baie revêt une grande importance pour les communautés en raison de son potentiel touristique et halieutique (Villalobos-Rojas *et al.*, 2014). Afin de conserver et d'assurer une utilisation durable des ressources marines de la zone, la BSE a été officiellement classée « aire marine gérée » en juin 2018 (Minae, 2018). En outre, la BSE a une profondeur moyenne de 15 mètres, avec un chenal qui s'étend du nord-ouest au sud-est (Tisseaux-Navarro *et al.*, 2021). Les marées, qui pénètrent le système depuis le Pacifique, progressent jusqu'au golfe de Santa Elena et affichent une amplitude moyenne de 2,3 mètres, pouvant atteindre 2,7 mètres lors des périodes de syzygie (Lizano, 2006 ; Tisseaux-Navarro *et al.*, 2024b).

Le Département de sciences physiques de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA) a initié ses travaux dans la BSE avec deux campagnes de mesure à la fin des mois d'août et d'octobre 2019. Durant ces campagnes, les courants marins ont été mesurés le long d'un transect perpendiculaire au chenal principal de la BSE à l'aide d'un courantomètre acoustique ADCP. Cet instrument, utilisé depuis une embarcation en mouvement, a permis de profiler toute la colonne d'eau (figure 2b). Des profils verticaux de température, de concentration en chlorophylle, d'oxygène dissous et de salinité ont également été réalisés dans six stations réparties le long du transect (figure 10.1, encadré supérieur) à l'aide d'une sonde CTD.

Cette CTD disposait d'une fréquence d'échantillonnage de 4 Hz ; l'instrument a été lentement immergé au niveau de chaque station, jusqu'à atteindre le fond marin, et seules les données collectées pendant la phase de descente ont été retenues pour procéder aux différentes analyses. Ces mesures ont révélé qu'en cas de faibles précipitations et de vents légers, la BSE présentait une circulation estuarienne de type inverse (Tisseaux-Navarro *et al.*, 2021). Cela indique la présence d'un flux entrant par les zones peu profondes et d'un flux sortant par le chenal profond. Tisseaux-Navarro *et al.* (2021) suggèrent que cette circulation particulière n'est pas constante toute l'année et que la variabilité des conditions météorologiques peut influencer

sur la dynamique océanographique à l'intérieur de la baie. Ce résultat est important, car les plans d'eau côtiers présentant une circulation inverse ont une capacité réduite à évacuer les flux, ce qui entraîne des implications significatives sur la qualité de l'eau (Tisseaux-Navarro *et al.*, 2021).

Pendant la saison sèche, les vents du nord-est se renforcent et sont à l'origine d'un refroidissement des eaux de surface dans cette zone. Cette intensification des vents du nord-est entraîne le déplacement des eaux chaudes de surface vers le large, permettant ainsi la remontée d'eaux profondes (*upwelling*) froides et riches en nutriments dans la couche de surface (Ballestero et Coen, 2004 ; McCreary *et al.*, 1989 ; Vargas, 2002). Toutefois, ces épisodes de refroidissement se produisent également pendant la saison des pluies, plus précisément entre les mois de juillet et août, lors de l'intensification des vents pendant le *veranillo* (Tisseaux-Navarro *et al.*, 2024a).

Au cours des années 2021 et 2022, un courantomètre ADCP de 500 kHz a été ancré sur le fond marin à 30 mètres de profondeur (cf. Étoile noire dans la figure 10.1, encadré supérieur). Au même point d'ancrage de l'ADCP, des capteurs de température ont été placés à 5 mètres d'intervalle, depuis le fond marin jusqu'à la proximité de la surface. Ces mesures effectuées entre juin et juillet 2021 et 2022 ont permis d'observer des épisodes de refroidissement pendant le *veranillo* dans la baie de Santa Elena.

Tisseaux-Navarro *et al.* (2024a) ont expliqué que l'intensification des vents du nord-est provoquait un refroidissement des eaux du golfe de Santa Elena, ce qui réduit à son tour la température dans la BSE. Lorsque les vents cessent, une impulsion de flux chaud (relaxation des eaux) se déplace vers la côte et pénètre dans la baie. Ce phénomène modifie les dynamiques de circulation, entraînant une augmentation des magnitudes de la vitesse de l'eau. La relaxation des eaux qui pénètrent dans la BSE multiplie par deux l'intensité des courants subtidaux (avec des périodes supérieures à 24 heures) pendant les périodes exemptes de tels phénomènes.

Ces auteurs suggèrent que ces impulsions de flux chaud pourraient jouer un rôle prépondérant dans le renouvellement de l'eau dans la baie et que ces phénomènes sont susceptibles d'exercer une influence sur les processus biologiques dans la région. Comprendre l'influence de ces flux sur la dynamique écologique, la répartition des espèces et la santé générale de l'écosystème sera fondamental pour avoir une meilleure perspective des

interactions entre les processus physiques et les composants biotiques de la baie (Tisseaux-Navarro *et al.*, 2024a).

L'importance des mesures océanographiques et leur influence sur les organismes peuplant la BSE font déjà un objet d'étude, grâce aux travaux menés entre le Laocos de l'Universidad Nacional et le Centre de recherche en sciences marines et de limnologie (Cimar) de l'Universidad de Costa Rica (UCR) (Tisseaux-Navarro *et al.*, 2024b). Dans cette étude, deux espèces commerciales importantes de poissons ont été examinées : le vivaneau amarante (*Lutjanus colorado*) et le vivaneau charbonnier (*Lutjanus novemfasciatus*). Et il a été constaté que le nombre de poissons sur le site dépendait des marées.

L'élévation du niveau de l'eau à marée haute leur permet d'accéder aux zones internes des mangroves où ils trouvent refuge et nourriture (Sheaves, 2005). Lorsque le niveau de l'eau baisse avec la marée, ces organismes quittent la mangrove, mais restent à proximité, en attendant que la marée leur permette d'y retourner (Tisseaux-Navarro *et al.*, 2024b). Cette étude souligne l'importance d'intégrer des facteurs océanographiques dans les stratégies de gestion des espèces, tout en mettant l'accent sur le rôle crucial de la surveillance biologique dans les régions côtières.

La poursuite des études hydrographiques dans cette région s'avère cruciale, compte tenu des intentions du gouvernement costaricien de construire un port dans cette baie (Arias, 2016). Cette évolution pourrait constituer une menace pour la conservation de l'ensemble des espèces de l'écosystème si la variabilité des courants marins et des niveaux d'eau n'était pas intégrée dans les processus de planification et les prises de décisions relatives à la gestion côtière dans la baie. Comprendre les propriétés hydrographiques de la baie peut donc réduire l'impact sur la qualité de l'eau et les communautés biologiques.

Références bibliographiques

- Amador, J. (1998). A climatic feature of the tropical Americas: The trade wind easterly jet. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 5(2), 91-102.

- Arias, L. (2016). *Costa Rica presents interoceanic canal project*. Tico Times. <https://ticotimes.net/2016/11/15/costa-rica-inter-oceanic-canal>
- Ballestero, D., & Coen, J. E. (2004). Generation and propagation of anticyclonic rings in the Gulf of Papagayo. *International Journal of Remote Sensing*, 25(11), 2217-2224.
- Chelton, D. B., Freilich, M. H., & Esbensen, S. K. (2000). Satellite observations of the wind jets off the Pacific coast of Central America. Part I: Case studies and statistical characteristics. *Monthly Weather Review*, 128(7), 1993-2018.
- Clarke, A. J. (1988). Inertial wind path and sea surface temperature patterns near the Gulf of Tehuantepec and Gulf of Papagayo. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 93 (C12), 15491-15501.
- Lizano, O.G. (2006). Algunas características de las mareas en la costa Pacífica y Caribe de Centroamérica. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 24(1)
- Minae (2018). Creación del Área Marina de Manejo Bahía Santa Elena. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=87256&nValor3=113608&strTipM=TC
- McCreary Jr, Julian P., Hyong S. Lee, and David B. Enfield. (1989). *The response of the coastal ocean to strong offshore winds: With application to circulations in the Gulfs of Tehuantepec and Papagayo*.
- Numerical weather models-IMN*. (n. d.). Numerical weather models. Retrieved May 21, 2024, from <https://www.imn.ac.cr/en/web/imn/modelos-numericos-meteorologicos>.
- Ortiz-Malavasi, E. (2014). *Atlas Digital de Costa Rica*. ITCR.
- Sheaves, M. (2005). Nature and consequences of biological connectivity in mangrove systems. *Marine Ecology Progress Series*, 302, 293-305.
- Tisseaux-Navarro, A., Salazar-Ceciliano, J. P., Cambronero-Solano, S., Vargas-Hernández, J. M. & Marquez, X. (2021). Reverse circulation in Bahía Santa Elena, North Pacific of Costa Rica. *Regional Studies in Marine Science*, 43, 101671.

- Tisseaux-Navarro, A., Juárez, B., Vargas-Hernández, J. M., Cambronero-Solano, S., Espinoza, M., de Alegría-Arzaburu, A. R. & Salazar-Ceciliano, J. P. (2024a). Upwelling-induced inflow pulses in a tropical bay during mid-summer drought. *Regional Studies in Marine Science*, 75, 103548.
- Tisseaux-Navarro, A., Juárez, B., Vargas-Hernández, J. M., Salazar-Ceciliano, J. P., Cambronero-Solano, S., de Alegría-Arzaburu, A. R., Vargas-Araya, L., Matley, J., Fisk, A. T., & Espinoza, M. (2024b). Diurnal and semidiurnal movements of two commercially important fish in a tropical bay. *Marine Biology*, 171(9), 182.
- Vargas, J. M. (2002). Interaction océan-atmosphère : upwelling et génération d'anneaux dans la région de Papagayo. *Revista Geográfica de América Central*, 1(40), 133-144.
- Villalobos-Rojas, F., Herrera-Correal, J., Garita-Alvarado, C., Clarke, T., Beita-Jiménez, A. (2014). Actividades pesqueras dependientes de la ictiofauna en el Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v62i4.20038>



IV^E PARTIE
Santé et productivité



La pêche responsable : contribuer à améliorer la qualité de vie des habitants du littoral costaricien

Luis Adrián Hernández Noguera³⁶

Rosa Soto Rojas³⁷

Nixon Lara-Quesada³⁸

36 Luis Adrián Hernández Noguera, master en Science Marines et Côtières avec accent en Gestion des Ressources Marines et Côtières, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), luis.hernandez.noguera@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-3698-7161>.

37 Rosa Soto Rojas, M. Sc., Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), rosa.soto.rojas@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-1928-2023>

38 Nixon Lara-Quesada, licencié en Gestion de Ressources Marines et d'Eau Douce, Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura de Costa Rica (Incopescas), (Institut costaricien de la pêche et de l'aquaculture), nlara@incopesca.go.cr, <https://orcid.org/0009-0004-6203-870>

Création et importance des aires marines protégées

La réserve naturelle absolue de Cabo Blanco (RNACB) a été la première aire protégée (AP) créée au Costa Rica par décret exécutif n° 10 du 21 octobre 1963 ; elle couvre 3057 hectares au total répartis entre 1369 hectares terrestres et 1688 hectares marins, soit environ 55 % de sa superficie totale (Sinac, 2023). Depuis la création de cette AP, le pays a adopté des mesures pour la conservation des ressources naturelles, principalement par la mise en place d'aires marines protégées (AMP) dans des lieux stratégiques, dans le but de fournir des outils de gestion des ressources naturelles. Les objectifs principaux de ces AMP incluent la conservation de la biodiversité et des écosystèmes marins, ainsi que la promotion de l'utilisation durable de ces ressources, permanentes ou migratoires, et à tous les stades de leur cycle de vie (Lara-Quesada, 2022).

Actuellement, le pays compte 27 AMP, soit 3 % du territoire marin national. À partir de 2021, et grâce à la création de l'aire marine gérée du Bicentenaire (qui résulte de l'extension du parc national de l'île Cocos et de l'aire marine gérée des monts Sous-Marins), l'étendue du territoire marin protégé a augmenté de plus de 30 %. Conformément à la loi sur la biodiversité appliquée par le décret n° 7778, les AMP sont classées en six catégories différentes : réserve naturelle absolue (RNA), parc national (PN), refuge national de vie sauvage (RNVS), réserve biologique (RB), zone humide (ZH) et aire marine gérée (AMG). Toutes ces catégories sont administrées par le Système national des aires de conservation (Sinac). Toutefois, il existe, au sein des AMG, des aires marines de pêche responsable (AMPR) qui relèvent de la compétence de l'Institut costaricien de la pêche et de l'aquaculture (Incopescas). Cet organisme, en tant qu'instance dirigeante dans le domaine de la pêche, régule les AMPR, conformément au règlement AJ-DIP/138 du 4 avril 2008 (Incopescas, 2008).

Importance des aires marines de pêche responsable

Les AMPR ont été mises en place en réponse au besoin de groupes ou d'associations de pêcheurs dans le golfe de Nicoya, désireux d'exploiter, de manière durable, certaines zones de pêche où les engins de pêche et les méthodes de capture sont strictement réglementés. L'intérêt est celui des communautés côtières et de la préservation des ressources elles-mêmes. La première AMPR est ainsi née de l'intérêt des pêcheur(se)s de Puerto Palito, sur l'île de Chira, à garantir une exploitation durable d'un lieu de pêche dédié à la corvine royale (*Cynoscion albus*), une espèce commerciale jadis importante, mais dont les captures avaient diminué au fil du temps. Il en résulte que la première AMPR a été officiellement approuvée en 2009, conformément à l'accord du conseil d'administration de l'Incopesca (AJDIP/315-2009), et désignée sous le nom d'« aire marine de pêche responsable Palito-Montero ». Conformément au plan de gestion des pêches (PGP), seule l'utilisation de la ligne à main est autorisée. Cet engin de pêche consiste à lancer une ligne équipée d'un ou plusieurs hameçons, qui est ensuite récupérée manuellement, ce qui permet la capture de différentes espèces présentes dans la zone (Lara-Quesada, 2022). Par la suite, d'autres initiatives similaires ont vu le jour. Le pays recense actuellement 13 AMPR : 12 sont situées sur la côte Pacifique et 1 sur la côte Caraïbe, à Barra del Colorado (figure 11.1).

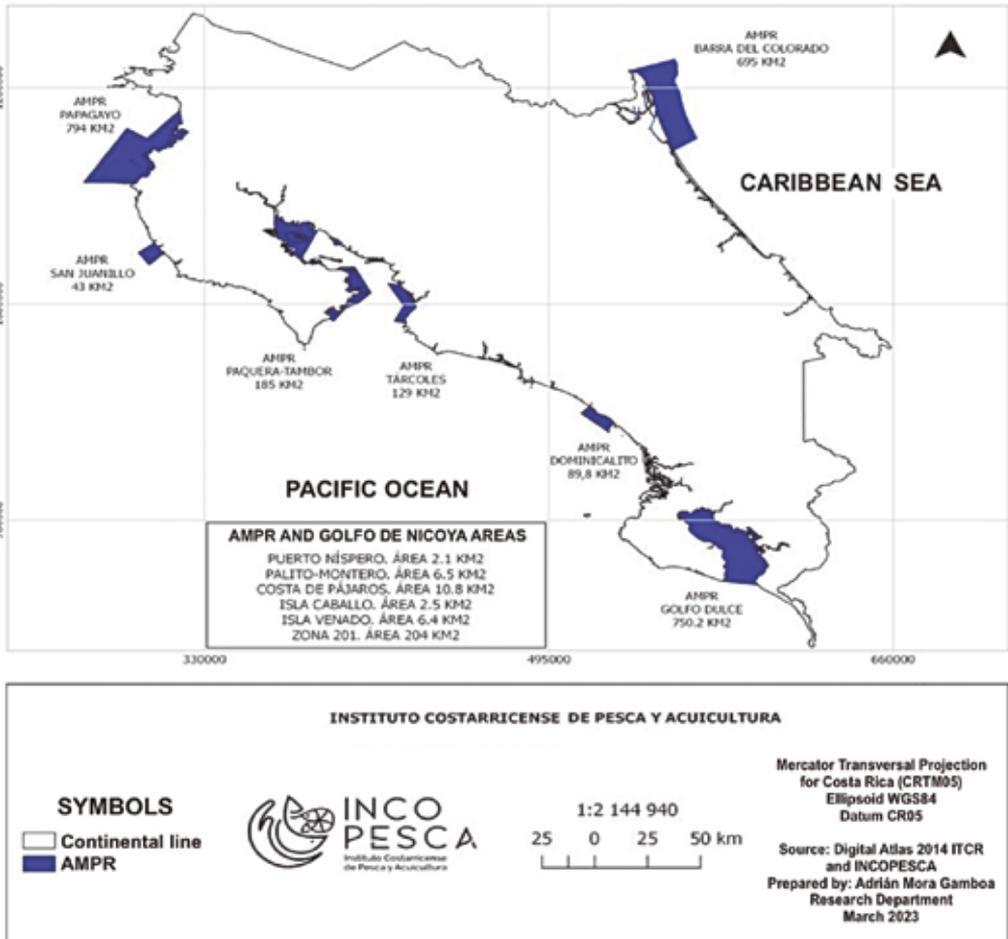


Figure 11.1. Aires marines de pêche responsable au Costa Rica.

Source : Incopeca, 2023.

Étude de cas de l'AMPR du district de Paquera-Tambor

L'expérience des pêcheur(se)s de l'AMPR Palito-Montero en 2009, et le partage d'informations avec d'autres communautés de pêcheurs à travers le pays sur divers sujets connexes, tels que l'amélioration des captures et la réduction des efforts de pêche — grâce à une meilleure protection des zones de pêche et à l'autorisation exclusive de certains engins de pêche plus sélectifs pour des captures plus abondantes et de meilleure qualité — ont généré un soutien accru de la part des institutions publiques (Service national des garde-côtes, Incopesca, ministère de l'Agriculture et de l'Élevage, Banque de développement, etc.), des organisations non gouvernementales (ONG) et de la population civile.

Cette ouverture des instances partenaires a ainsi encouragé d'autres communautés côtières à développer leur propre AMPR. Ces zones ne sont pas réservées à l'usage exclusif d'une communauté ou d'un groupe, puisque l'exercice de l'activité de pêche y est autorisé, aussi bien pour les membres du groupe demandeur que pour tout autre pêcheur(se) titulaire d'un permis de pêche en cours de validité, à condition de respecter les réglementations du plan de gestion des pêches (décret exécutif n° 35502-MAG). L'un des exemples de réplique d'AMPR est celui du district de Paquera-Tambor, instauré en 2014 (conformément à l'accord AJDIP/099-2014), depuis Bahía Ballena à Puerto Tambor jusqu'à Playa Naranjo, dans le district de Lepanto (185 km²) (Soto-Rojas *et al.*, 2018). Cette AMPR se caractérise par des écosystèmes variés, allant des mangroves et des plages à fond vaseux aux zones de récifs rocheux. Cela permet le développement de différentes activités économiques, telles que la pêche, le tourisme, la plongée récréative et le tourisme scientifique, etc. Malgré sa taille qui fait d'elle l'une des plus grandes AMPR du Costa Rica, les principaux usagers ont développé un fort sentiment d'appartenance dans chacun de leurs secteurs (figure 11.2) lors de leur participation à la mise en place et à l'exécution du plan de gestion convenu par l'ensemble des bénéficiaires.

Depuis 2019, le Laboratorio de Análisis Biológico Pesquero (Labi-p) [Laboratoire d'analyse biologique des pêches] de l'Estación de Biología Marina [Station de biologie marine], Universidad Nacional, soutient

activement un travail de fin d'études portant sur l'importance de l'AMPR du district de Paquera-Tambor et sa contribution à la pêche à petite échelle. Depuis plus de vingt ans, le Labip se positionne comme une entité importante pour la pêche et la gestion des ressources halieutiques au Costa Rica.

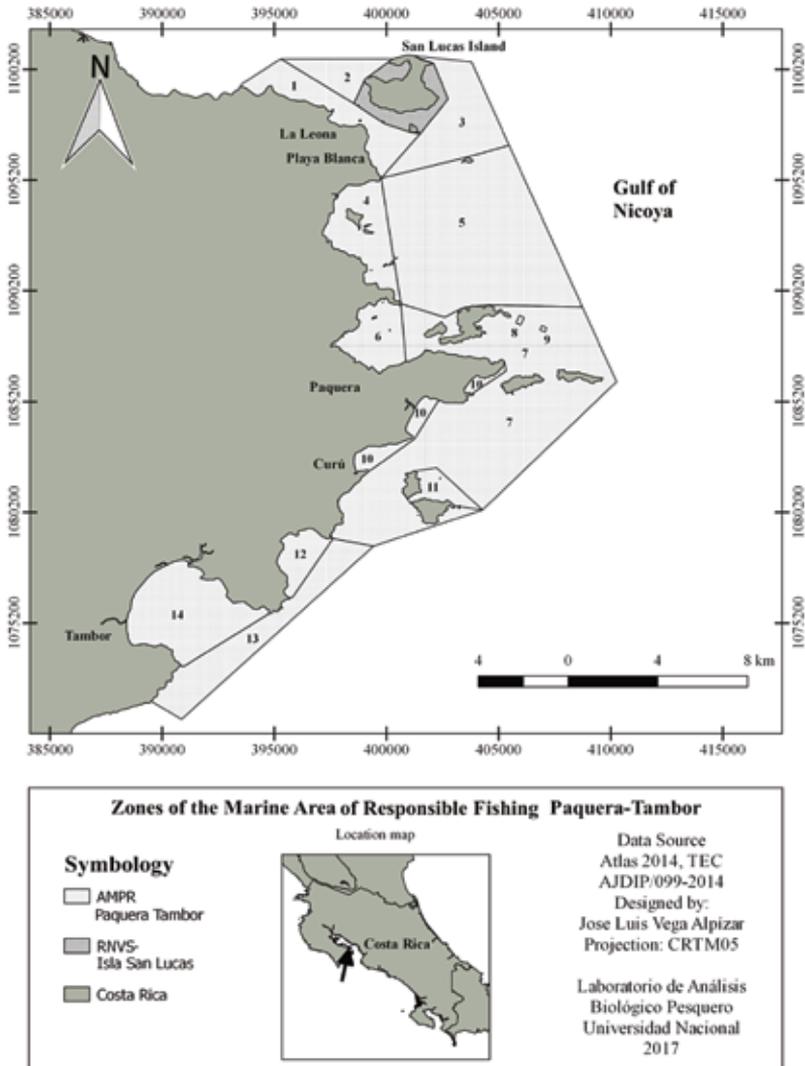


Figure 11.2. Zonage de l'AMPR du district de Paquera-Tambor.

Source : Élaboration propre.

Voici quelques-unes des contributions et participations du Labip dans le domaine de la recherche :

Le projet de « Gestion durable des pêcheries pour le golfe de Nicoya (2002-2007) », en collaboration avec l'Agence de coopération internationale du Japon (JICA) et l'Incopesca, dont les objectifs étaient de « développer des actions intégrées favorisant la pêche durable et de maintenir les revenus des pêcheurs artisanaux dans le golfe de Nicoya ».

Une autre contribution du Labip dans le domaine de la pêche à petite échelle a été celle du projet « Identification et évaluation des habitats en tant que zones de pêche responsable sur la côte Pacifique centrale du Costa Rica (2011-2014) ». Cette initiative visait principalement à « proposer des stratégies de gestion durable pour la création d'aires de pêche responsable ». De janvier 2015 à décembre 2017, le projet « Contributions à la gestion halieutique artisanale et semi-industrielle du golfe de Nicoya », a été mis en œuvre. Son objectif visait à « contribuer à la gestion durable du golfe de Nicoya par la validation des zones d'importance biologique et halieutiques, l'efficacité des engins de pêche et l'identification génétique des populations de petits pélagiques pour soutenir la durabilité des ressources ».

Plus précisément, dans la zone du district de Paquera-Tambor, le Labip a mené le projet « Contribution à la gestion de la pêche du coryphène/dorade coryphène, de la courbine reine et du tambour rayé dans l'aire marine de pêche responsable du district de Paquera-Tambor », de janvier 2018 à décembre 2021. Ce projet avait pour objectif de « promouvoir la pêche responsable dans le golfe de Nicoya, à travers l'analyse des paramètres de pêche biologique de ces trois espèces ».

Dans le contexte de cette collaboration pour une pêche responsable, une étude sur les captures a été menée en 2019, dans le cadre d'un projet de fin d'études. La biométrie (longueur totale, poids total et poids éviscéré) des principales espèces cibles (à plus forte valeur commerciale) a été déterminée. Parmi ces espèces figurent notamment le vivaneau (*Lutjanus sp.*), la courbine/maigre/grogneur (*Cynoscion sp.*) le coryphène/dorade coryphène (*Coryphaena hippurus*). La perception des usagers dans le secteur de Puerto Tambor, principale zone de déchargement au sein de cette AMPR, a également été analysée (figure 11.3).



Figure 11.3. A = surveillance biométrique, B = échantillon de coryphène/dorade coryphène (*Coryphaena hippurus*), C = tambour voilier (*Micropogonias altipinnis*), et D = vivaneau rose (*Lutjanus guttatus*) et vivaneau argenté (*L. argentiventris*), capturés par les pêcheurs artisanaux dans l'AMPR de Paquera-Tambor pendant l'année d'étude.

Source : Lara-Quesada, 2022.

La méthodologie consistait en des visites mensuelles au poste de réception des produits de pêche de l'Association des pêcheurs artisanaux de Tambor (Asotambor). Une fois débarquée au poste de réception, chaque espèce capturée par les artisan(e)s pêcheur(se)s a été enregistrée sous son nom scientifique, en mentionnant notamment les informations relatives à l'engin de pêche utilisé et aux lieux de pêche en question. Les captures ont ensuite été regroupées par catégorie ou groupe commercial, selon la classification utilisée par l'Incopesca. Afin d'évaluer l'efficacité de l'application des mesures de gestion des pêches dans le secteur de Tambor, une liste des adhérent(e)s à l'Asotambor a été sollicitée auprès de son président. L'objectif était de mener des entretiens structurés, conçus de manière à ne pas contraindre les personnes interrogées dans le choix de leurs réponses, mais en leur laissant la possibilité d'opter pour d'autres réponses que celles qui leur étaient proposées (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014).

Sur l'ensemble des 48 adhérent(e)s inscrit(e)s à l'organisation, 25 personnes respectant les conditions suivantes ont été interrogées : 1) être adhérent(e) ; 2) exploiter directement les ressources halieutiques dans l'AMPR ; 3) être titulaire d'un permis de pêche. Ce résultat provient d'un échantillon ciblé, guidé par les caractéristiques mentionnées antérieurement. En l'occurrence, la représentativité de la population n'était pas une condition requise ; il s'agissait plutôt d'une sélection minutieuse et contrôlée de cas présentant des caractéristiques particulières, significatives pour la recherche (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014). Une analyse comparative des captures a également été effectuée, s'échelonnant sur une période de cinq ans avant et cinq ans après la création de l'AMPR, d'après les données relatives aux quantités débarquées (c'est-à-dire au nombre total de captures par sortie de pêche) déclarées par le Département d'informations sur la pêche et l'aquaculture de l'instance dirigeante (Incopesca).

Parmi les résultats de l'entretien à souligner, 50 % des pêcheur(se)s sont informé(e)s de l'existence de cette AMPR et ont vu la production de leurs captures augmenter ; 36 % estiment que leurs captures se sont maintenues ; et 14 % seulement considèrent que leurs captures ont diminué. En outre, 57 % des pêcheurs opèrent à l'intérieur des limites de l'AMPR, en particulier, dans les zones 11-12 et 13 (figure 2), tandis que les 43 % restants pêchent en dehors de la zone, car ils ciblent des espèces plus pélagiques

comme la dorade coryphène (*Coryphaena hippurus*). Un autre aspect important à souligner est que 73 % des personnes interrogées connaissent la réglementation régissant l'AMPR en question, mais 60 % seulement connaissent les objectifs du plan de gestion des pêches (PGP). D'autre part, 62 % indiquent que l'aire marine leur a été avantageuse. Aux dires de ces personnes : « Sans la création de l'AMPR, notre situation économique aurait empiré » (Lara-Quesada, 2022). Parmi les avantages décrits, les personnes interrogées indiquent que les produits sont meilleur marché, qu'il est plus facile de se ravitailler en glace, en carburant et autres intrants de pêche (appâts, hameçons, matériel destiné aux engins de pêche, etc.), car l'Asotambor se dédie à la commercialisation de ces produits de pêche dans la péninsule de Nicoya, à Puntarenas et à San José (Lara-Quesada, 2022).

La totalité des personnes interrogées (soit 25 pêcheur(se)s) approuve la création de l'AMPR, mais 80 % d'entre elles estiment qu'elles devraient bénéficier d'un soutien plus important en matière de contrôle et de surveillance de la part du Service national des garde-côtes (SNG) et de l'Incopescas. Les engins de pêche autorisés par le plan de gestion des pêches (PGP) de l'AMPR du district Paquera-Tambor sont la ligne à main, le filet maillant et la palangre artisanale (figure 11.4). Selon l'analyse, 89 % des personnes utilisent la palangre, 6 % le filet maillant et 5 % la ligne à main. La majorité des membres de l'Asotambor (73 %) les ont acceptées, ce qui est bénéfique pour la gestion durable à moyen et long terme. Une autre mesure de gestion est que les membres de l'Asotambor sont autorisés à recevoir et à commercialiser des organismes ayant la taille légale de première capture (TLPC), selon l'Incopescas. Il a également été procédé à une analyse de la taille des captures par rapport à la taille à la première maturité sexuelle (TPMS) ; d'après les résultats, pour le tambour voilier (*Micropogonias altipinnis*), le barracuda (*Sphyraena ensis*), la dorade (*Coryphaena hippurus*) et le vivaneau argenté (*Lutjanus argentiventris*), cette mesure de gestion est respectée, alors que pour le vivaneau rose (*L. guttatus*), la mesure est partiellement respectée (68 % des captures dépassent la TPMS) ; quant à la pêche au vivaneau garance (*L. Peru*), celle-ci n'est pas conforme, car 24 % seulement des captures dépassent la TPMS.

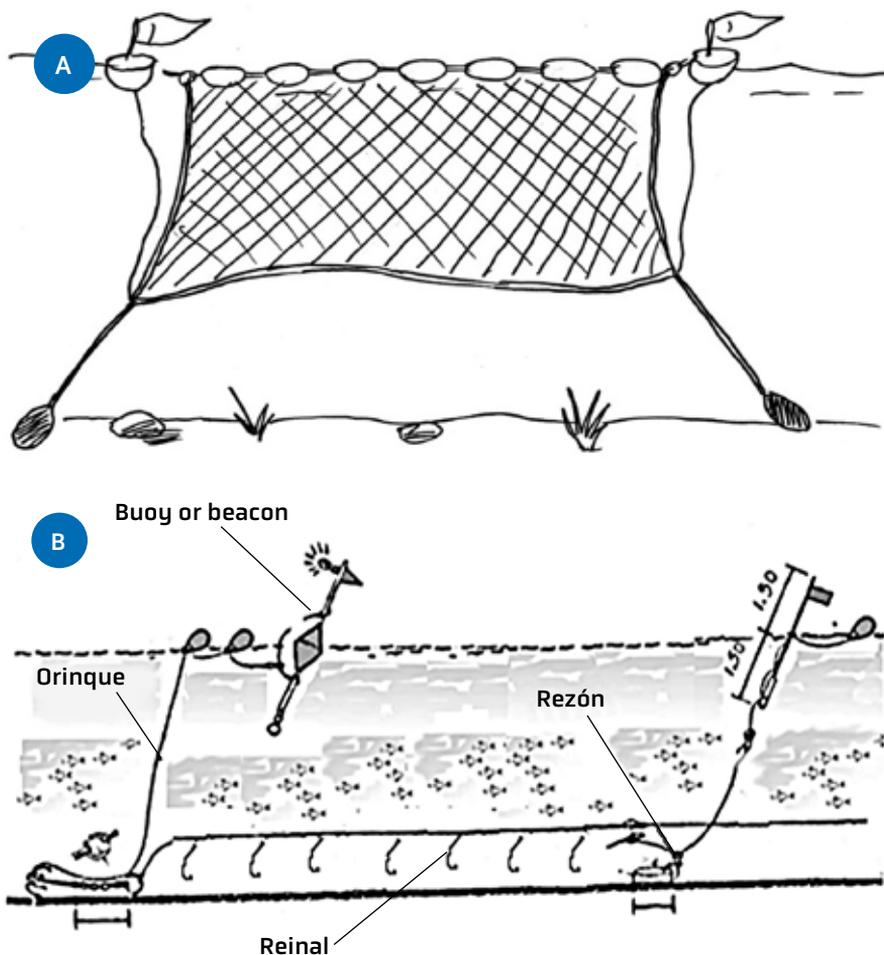


Figure 11.4. Engins de pêche autorisés dans l'AMPR du district de Paquera-Tambor, A = filet maillant et B = palangre artisanale.

Source : Laboratorio de Análisis Biológico Pesquero, UNA.

Ces résultats montrent que les mesures de gestion de l'AMPR sont prises par les pêcheur(se)s, ce qui garantit l'utilisation adéquate des ressources halieutiques à moyen et long terme. Selon la FAO (1995), le succès de la gestion des pêches en aire marine repose sur l'implication des usagers tout au long du processus, depuis la mise en place jusqu'à l'application des réglementations, comme c'est le cas ici.

Si l'on compare les volumes de capture cinq ans avant (2009) et cinq ans après (2019) la création de l'AMPR (2014), ceux-ci sont passés d'environ 44 300 kg à 203 600 kg, affichant une hausse significative (figure 11.5). Cette augmentation pourrait s'expliquer non seulement par les réglementations mises en place par l'AMPR, mais aussi par l'amélioration des systèmes de collecte des données par l'Incopescas, en contraste avec la situation d'autres AMPR dans le golfe de Nicoya. Une autre cause possible de cette augmentation est l'évolution de certaines techniques et méthodes de pêche, devenues plus efficaces. Par ailleurs, la plupart des personnes interrogées s'accordent à dire que l'élimination du chalutage de la crevette dans l'AMPR du district de Paquera-Tambor — appliquée dans les zones 7 et 13 — (zones de pêche connues sous le nom de « El Barreal ») favorise l'augmentation de la biomasse des stocks et représente par conséquent des captures plus importantes pour la flotte artisanale.

En outre, des zones de pêche exclusive (zones 2 à 6, en plus d'une partie des zones 7 et 10, figure 11.2) ont été instaurées dans cette AMPR. Avec l'aire marine gérée de Cabo Blanco qui lui est adjacente, elles constituent, à elles deux, des sites où la reproduction, l'alevinage et le recrutement sont protégés. Tout ceci se reflète dans les captures et l'économie des pêcheur(se)s de Puerto Tambor, en accord avec les conclusions de la FAO (2007) et les dispositions du décret exécutif n° 35502-MAG, selon lesquelles le rôle des AMP dans la pêche artisanale et à petite échelle, conjointement avec les réglementations sur les engins de pêche, les quotas et la saisonnalité, peuvent avoir des retombées positives pour les communautés côtières ou riveraines (Hilborn *et al.*, 2006 ; Russ *et al.*, 2004).

Les AMPR jouent un rôle fondamental dans l'accomplissement des objectifs de développement durable des Nations unies, notamment l'article 14.4 visant à réglementer l'exploitation des pêcheries, à mettre fin à la surpêche et à rétablir les stocks sauvages à des niveaux durables dans les délais les plus courts, par l'amélioration du rendement maximal durable (FAO, 2018).

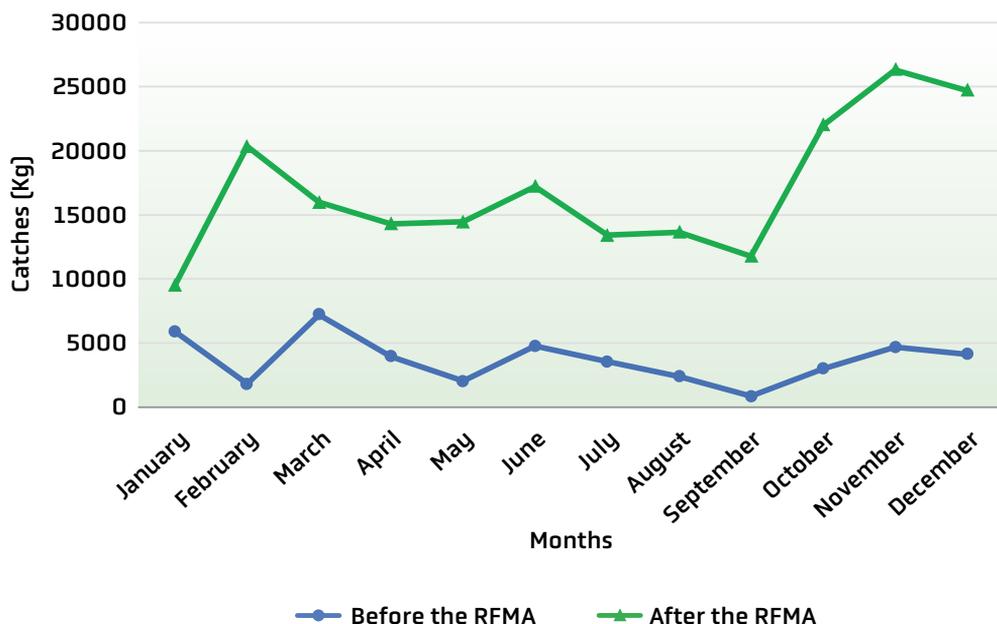


Figure 11.5. Volumes de quantités débarquées à Puerto Tambor ; avant (2009) et après (2019) la mise en place de l'AMPR.

Source : Lara-Quesada, 2022.

Conclusions

- Les pêcheurs de l'Asotambor considèrent que leurs captures sont à la hausse depuis la mise en place de l'AMPR de Paquera-Tambor en 2014.
- Les usagers sont très attachés à l'AMPR, grâce à l'excellente communication des informations diffusées par l'Asotambor.
- La plupart des pêcheur(se)s se rendent dans des zones de pêche situées à l'intérieur des limites de l'AMPR (57 %).

- Parmi les espèces les plus fréquemment capturées, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'AMPR, figurent le vivaneau rose, la dorade et le tambour voilier.
- L'AMPR de Paquera-Tambor recense un grand nombre d'espèces prises pour la pêche (31 espèces différentes identifiées). Ces espèces sont réparties, dans une certaine mesure, tout au long de l'année, ce qui permet de relâcher la pression exercée sur certaines espèces très convoitées, telles que le vivaneau et la courbine.
- Les différences significatives des volumes de capture s'expliquent principalement par les réglementations imposées par les pêcheurs eux-mêmes au sein de l'AMPR.

Recommandations

- Une meilleure coordination interinstitutionnelle est nécessaire dans le secteur public pour soutenir le contrôle et garantir la surveillance des ressources.
- Une évaluation des ressources halieutiques doit avoir lieu tous les cinq ans, *a minima*, ce qui permettrait de préserver ou d'ajuster certaines mesures de gestion.
- La communication entre l'AMPR de Paquera-Tambor et l'AMG de Cabo Blanco doit être renforcée, étant donné la concurrence qui se produit dans l'exploitation des ressources pratiquée par différents types de flottes, telles que la pêche sportive, touristique et commerciale (à petite et moyenne échelle).

Enseignements tirés

- La collaboration entre le monde académique et les communautés de pêche à petite échelle impliquent une connaissance et une analyse de la culture, des coutumes et des techniques de pêche. Ceci afin de disposer des informations les plus fiables, par la mise en œuvre de stratégies de science citoyenne dans les recherches à venir.
- Toute initiative de gestion des ressources marines côtières requiert un consensus dans la gestion et l'adoption des décisions prises entre les usagers, l'État, le monde universitaire et les acteurs de la chaîne des intermédiaires, mais l'essentiel est le partage des informations relatives aux conditions de cette gestion.

Références bibliographiques

- Decreto Ejecutivo n.º 35502-MAG [Décret exécutif n° 35502-MAG]. Establecimiento de las Áreas Marinas de Pesca Responsable y Declaratoria de Interés Público Nacional de las Áreas Marinas de Pesca. *Diario Oficial La Gaceta*, N.º 191. San José, Costa Rica, 1.º de octubre de 2009.
- FAO. (1995). *Código de Conducta para la Pesca Responsable*. FAO. Roma, p. 46.
- FAO. (2007). *Report and Documentation of the Expert Workshop on Marine Protected Areas and Fisheries Management. Review of Issues and Considerations*. Rome, 12-14 June 2006. FAO Fisheries Report N° 825. Rome, p. 332.
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 250 p.

- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. et Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio* (6ª. ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hilborn, R. ; Micheli, F. ; & De Leo, G.A. (2006). Integrating marine protected areas with catch regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 63(3):642-649.
- Incopesca. (2008). Acuerdo de Junta Directiva N.o AJDIP-138-2008. Reglamento para el establecimiento de Áreas Marinas para la Pesca Responsable (de conformidad con el Decreto Ejecutivo N.º 27919-MAG).
- Incopesca. (2009). Acuerdo de Junta Directiva Núm. AJDIP/315-2009. Aprobación Área Marina de Pesca Responsable de Palito, Isla Chira.
- Incopesca. (2014). Acuerdo de Junta Directiva Núm. AJDIP/099-2014. Creación del Área Marina de Pesca Responsable Distrito de Paquera-Tambor y su Plan de Ordenación.
- Lara, N. (2022). Impacto de las regulaciones establecidas en el Área Marina de Pesca Responsable Paquera-Tambor en la pesquería de Tambor, Pacífico costarricense. [Tesis de Licenciatura]. Universidad Nacional, Costa Rica.
- Russ, G. R., Alcalá, A. C., Maypa, A. P., Calumpong, H. P., & White, A. T. (2004). Marine reserve benefits local fisheries. *Ecological Applications*, 14(2): 597-606. <http://dx.doi.org/10.1890/03-5076>.
- Sinac (2023). Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco. https://www.sinac.go.cr/ES/ac/act/Mapas/A02_Area%20de%20Manejo.jpg
- Soto-Rojas, Rosa Lidia, Hernández-Noguera, Luis Adrián et Vega-Alpízar, José Luis. (2018). Parámetros poblacionales y hábitos alimenticios del pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) en el Área Marina de Pesca Responsable Paquera-Tambor, golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 32(2), 96-110. <https://dx.doi.org/10.15359/ru.32-2.7>



Surveillance biologique côtière au Costa Rica : étude de cas sur les efflorescences algales nuisibles

Karen Berrocal Artavia³⁹
Amaru Márquez Artavia⁴⁰
Natalia Corrales Gómez⁴¹
Luis Vega Corrales⁴²
Andrea García Rojas⁴³
Carolina Marín Vindas⁴⁴

-
- 39 Karen Berrocal Artavia, licenciée en Biologie, Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), Station de biologie marine, karen.berrocal.artavia@una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0008-7437-8504>.
- 40 Amaru Márquez Artavia, docteur en Sciences Marines, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), Station de biologie marine, amaru.marquez.artavia@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-0991-547X>.
- 41 Natalia Corrales Gómez, master en Sciences Marines et Côtières, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), Station de biologie marine, natalia.corrales.gomez@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-0093-6189>.
- 42 Luis Vega Corrales, master en Sciences Marines avec accent en Gestion de Ressources Marines et Côtières, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), Station de biologie marine, luis.vega.corrales@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-3389-4373>.
- 43 Andrea García Rojas, docteur en Écologie et Gestion des Ressources Vivantes Marines. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), Station de biologie marine, andrea.garcia.rojas@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-3451-7094>.
- 44 Carolina Marín Vindas, docteur en Sciences de la Mer, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Biológicas (École de sciences biologiques), Station de biologie marine, carolina.marin.vindas@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-9013-2378>.

Le Costa Rica a intégré les Objectifs de développement durable (ODD) dans sa planification sociale, économique et environnementale dans le cadre de son agenda 2030. Conscient que la question des océans constitue l'un des défis majeurs pour son développement, le pays considère la coopération internationale comme une stratégie clé pour renforcer ses capacités technico-scientifiques.

À titre d'exemple, le Plan national de développement et d'investissement public 2023-2026 souligne la nécessité de lutter contre la dégradation environnementale causée par la surexploitation des ressources, la pollution et le changement climatique. Pour ce faire, le Costa Rica met en œuvre des mesures d'adaptation et de restauration environnementale afin de progresser vers un développement durable. Le Plan prévoit des actions visant l'extension des aires marines protégées et encourage la réactivation économique des zones côtières. Ces actions mettent l'accent sur une production durable de la pêche et de l'aquaculture au profit des communautés côtières. Le Plan cherche également à promouvoir la recherche et le développement par la formation et le transfert de connaissances. Il soutient également la recherche scientifique et renforce les communautés côtières vulnérables par des partenariats axés sur la conservation et l'adaptation au changement climatique.

Dans ce contexte, la surveillance biologique des côtes, avec la participation des citoyens et des alliances interinstitutionnelles soutenues par la coopération internationale, s'impose comme un outil fondamental pour la production de preuves scientifiques permettant d'orienter la prise de décision en faveur de l'ODD 14, *Vie aquatique*. Citons notamment, les objectifs prévus dans les articles 14.1 « Prévenir et réduire la pollution », 14.2 « Gérer et protéger, de manière durable, les écosystèmes marins et côtiers » et 14.a « Approfondir les connaissances scientifiques, développer les capacités de recherche et transférer les technologies marines ».

La surveillance biologique est fondamentale pour la gestion des écosystèmes, car elle permet de faire un état des lieux à différents niveaux (espèces, populations, communautés) et de détecter l'évolution des changements au fil du temps. Elle contribue à identifier et à traiter des problèmes tels que la perte de la biodiversité, les effets du changement climatique, la pollution et la surexploitation des ressources. Ce type de surveillance aide

également à déterminer l'efficacité des mesures de conservation dans les aires marines protégées et à évaluer l'impact environnemental des activités humaines de manière à en atténuer les effets.

À long terme, les programmes de surveillance contribuent à identifier les facteurs favorisant la stabilité des écosystèmes ou, à l'inverse, ceux qui perturbent significativement leur structure et leur fonctionnement. L'utilisation durable des ressources naturelles exige d'en tenir compte pour la gestion, la gouvernance et l'élaboration de politiques publiques. C'est pourquoi l'État doit s'impliquer activement dans le développement et la mise en œuvre de la surveillance biologique par un financement soutenu et l'intégration de plusieurs institutions. Le Costa Rica peut ainsi consolider sa position de leader régional en matière de développement durable des océans, en intégrant la surveillance biologique participative des littoraux pour produire des preuves scientifiques et mettre en œuvre des politiques axées sur la gestion durable des ressources marines et côtières.

Depuis sa création, l'Escuela de Ciencias Biológicas (ECB) [École des sciences biologiques] de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA) considère la surveillance biologique comme un aspect essentiel du développement des sciences marines et côtières dans le pays. Au cours des premières années, les travaux ont porté sur des sujets tels que la pêche, l'aquaculture, la prolifération des algues et les mangroves. Au fil des ans, ses activités se sont diversifiées dans des domaines tels que les polluants émergents, les récifs rocheux, la qualité de l'eau et les communautés microbiennes, entre autres. Cette diversification a permis une meilleure compréhension de l'environnement marin et a favorisé l'articulation d'efforts conjoints avec d'autres institutions gouvernementales, les communautés côtières et la coopération internationale, l'objectif étant d'améliorer la gestion des écosystèmes et des ressources marines et côtières.

Diverses opérations de surveillance ont dépassé le cadre de la science et de l'enseignement universitaire en procurant des données essentielles à la prise de décisions en matière de politique publique à l'échelle nationale. À titre d'exemple, dans le cadre de projets de recherche menés par des universitaires de l'ECB sur les écosystèmes de mangroves et de récifs rocheux, le Système national des aires de conservation (Sinac) a pu consolider les Protocoles nationaux portant sur la surveillance écologique des récifs rocheux

et des mangroves. Ces outils de surveillance sont basés sur des indicateurs qui permettent aux autorités d'identifier les changements survenant au fil du temps et d'adopter des mesures de gestion et de conservation en conséquence (Sinac-UNA, 2020 ; Sinac-UNA, 2021).

La perte de 3,4 % de la couverture mondiale des mangroves au cours des dernières décennies, attribuée aux activités humaines telles que l'extension agricole, l'urbanisation et le changement climatique, selon le Programme des Nations unies pour l'environnement 2023, a eu des conséquences écologiques et socio-économiques importantes pour les communautés côtières. En réponse, le Costa Rica a adopté plusieurs mesures de conservation, notamment la ratification de la Convention de Ramsar en 1991, ainsi que la mise en œuvre de la Politique nationale pour les zones humides en 2017, ayant conduit à la création de la première Stratégie nationale pour le carbone bleu dans le monde. Cette stratégie vise à intégrer des actions de gestion, de conservation, de restauration et de réhabilitation des écosystèmes à carbone bleu. Un autre exemple du leadership scientifique de l'ECB est l'étude des efflorescences algales nuisibles (*Floraciones Algales Nocivas*, = FAN), menée au Laboratorio de Fitoplancton Marino (Labfitmar) [Laboratoire du phytoplancton marin], dont l'impact a conduit à la formation d'une Commission interinstitutionnelle pour atténuer les intoxications provoquées par la consommation de produits de la mer contaminés par des toxines produites par le phytoplancton.

Au fil du temps, la surveillance biologique effectuée par le personnel de l'ECB s'est renforcée grâce à la participation des communautés côtières, faisant des résultats obtenus le fruit d'un effort conjoint avec les habitants de ces zones. Leur participation et leur engagement sont essentiels à une gestion efficace des écosystèmes marins, car ils permettent de sensibiliser à l'importance de la biodiversité marine et de promouvoir un sentiment de responsabilité à l'égard de l'environnement. En outre, le savoir local apporté par ces populations vient enrichir les informations scientifiques, ce qui contribue à la conservation et à l'utilisation durable des ressources marines, profitant ainsi aux communautés et aux écosystèmes tout à la fois. La surveillance biologique a également permis d'encourager la coopération internationale et de coordonner les efforts avec d'autres institutions.

Voici une étude de cas sur la surveillance biologique côtière des FAN, réalisée en collaboration avec le personnel de l'ECB, diverses institutions gouvernementales et les communautés côtières.

Étude de cas sur la « Surveillance des efflorescences algales nuisibles au Costa Rica : enseignements et enjeux à l'ère de l'information »

Les chercheuses Roxana Víquez et Emilia Calvo ont consacré leurs efforts à la création et au maintien du Labfitmar de l'ECB depuis les années quatre-vingt. C'est durant ces années que les FAN ont été documentés pour la première fois sur la côte Pacifique du Costa Rica et associés au dinoflagellé nuisible *Margalefidinium polykrikoides*. Bien que cette espèce ne soit pas toxique, elle a entraîné des pertes économiques dues à la mortalité d'organismes marins (poissons, crevettes, etc.) et a affecté le tourisme. Cependant, *M. polykrikoides* n'est pas la seule espèce responsable des FAN dans le pays, et elle n'est pas non plus considérée comme l'une des plus dangereuses pour la santé humaine. *Pyrodinium bahamense* et *Gymnodinium catenatum* ont également été associés à des épisodes de FAN. Ces espèces sont reconnues pour leur production de toxines de type paralysantes, susceptibles de provoquer des intoxications, voire mortelles chez les personnes consommant des mollusques bivalves ayant accumulé ces toxines dans leurs tissus.

Lorsque plusieurs cas de personnes intoxiquées par la consommation de toxines produites par le phytoplancton se présentent, on considère qu'il y a *épidémie*. Au Costa Rica, les premiers cas d'intoxication par les toxines de phytoplancton remontent à 1989, puis entre 1999 et 2002, touchant respectivement 14 et 70 personnes qui avaient consommé des mollusques contaminés par des toxines produites par le *Pyrodinium bahamense* (Mata *et al.*, 1990 ; Vargas-Montero & Freer, 2002). L'analyse de ces cas a permis de sensibiliser à l'impact des FAN sur la santé publique. Le Costa Rica a donc tiré un premier enseignement en reconnaissant la nécessité de mettre en place une surveillance continue afin de prévenir la survenance de nouvelles épidémies.

Actuellement, la surveillance est coordonnée par la Commission de surveillance épidémiologique de la marée rouge, qui regroupe des institutions gouvernementales, des universités et des autorités de pêche. Cette commission effectue des analyses toxicologiques sur les mollusques bivalves et surveille la concentration de microalgues toxiques. Les producteur(rice)s locaux(ales) d'huîtres et les collecteur(rice)s de mollusques sauvages sont également impliqué(e)s dans ces opérations. Cette intégration du secteur de production dans les processus nationaux de gestion des FAN est un point clé dans la mise en place des restrictions sanitaires, car les conchyliculteur(rice)s reconnaissent l'importance du maintien de la sécurité sanitaire liée aux produits de la pêche qu'ils récoltent et commercialisent.

L'intégration des acteurs clés aux protocoles de surveillance épidémiologique permet d'interconnecter les activités productives, universitaires et sanitaires. Cette approche permet de sensibiliser à l'impact des phénomènes naturels et à la gestion des ressources marines sur la société. Voici un fait qui met en lumière le deuxième enseignement tiré au Costa Rica : la participation citoyenne aux activités de gestion des ressources.

Dans le cadre de la surveillance continue mise en place au Costa Rica, des échantillons d'eau et de chair de mollusques bivalves sont prélevés et analysés par le Labfitmar et le Service national de santé animale (Senasa). La figure 12.1 illustre le réseau de surveillance des FAN sur la côte Pacifique du Costa Rica et précise les lieux où les échantillonnages sont effectués, impliquant aussi bien les institutions que les communautés locales.

Dans le cadre de ce réseau de surveillance, le Labfitmar collecte, tous les quinze jours, des échantillons d'eau de mer de surface dans quatre stations localisées dans le golfe de Nicoya. Ces échantillons ont permis l'élaboration d'une solide base de données depuis 2003. Cette surveillance est utile pour comprendre la dynamique des FAN et a révélé, par exemple, que leur occurrence augmente pendant la phase froide de *El Niño* – Oscillation australe (Calvo *et al.*, 2014).

D'autre part, les archives historiques des FAN conservées par le Labfitmar depuis plus de 20 ans permettront d'étudier les tendances à long terme, éventuellement liées à des activités humaines telles que la pollution et le changement climatique. Ainsi, un troisième enseignement tiré par les institutions costariciennes est l'importance de maintenir et de financer des

surveillances régulières sur le long terme. Dans le cas du Labfitmar, cela se traduit par 21 années de surveillance continue.

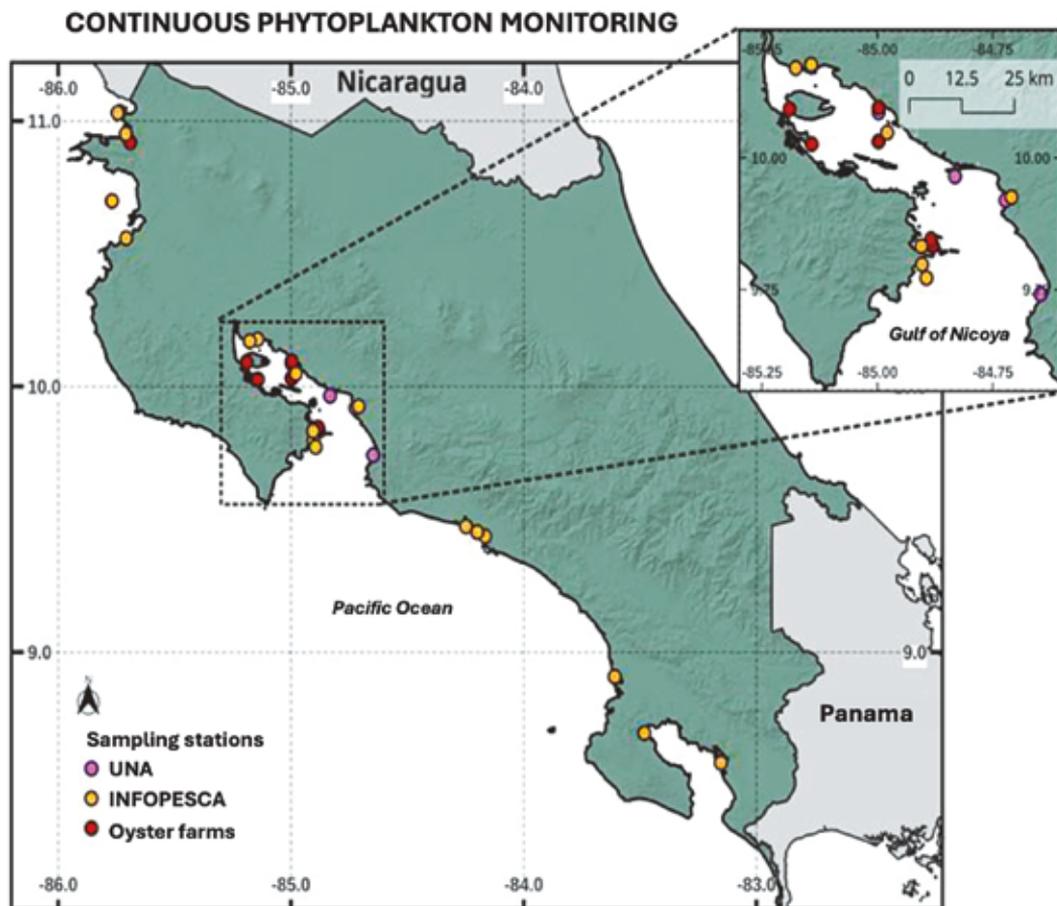


Figure 12.1. Réseau de stations d'échantillonnage de la Commission de surveillance épidémiologique de la marée rouge au Costa Rica. Les échantillons d'eau et de chair sont collectés ou fournis par l'Institut costaricien de la pêche et de l'aquaculture (points orange), le Labfitmar (points magenta) et les fermes ostréicoles locales (points rouges). La carte en médaillon offre une vue détaillée du golfe de Nicoya où le Labfitmar effectue régulièrement des prélèvements tous les quinze jours depuis 2003.

Source : Élaboration propre.

L'étude des stades de résistance des dinoflagellés producteurs de toxines dénommées kystes de résistance (figure 12.2), pouvant servir de « lit de semence » aux efflorescences algales, est un autre soutien à ces efforts de surveillance. Cette étude a permis d'identifier les viviers de dinoflagellés potentiellement toxiques dans le golfe de Nicoya. Ces informations sont essentielles pour la mise en place de mesures préventives contre d'éventuels FAN, en particulier pour les espèces produisant des toxines paralysantes et pour le développement de projets de production maricole, notamment la culture de mollusques bivalves.

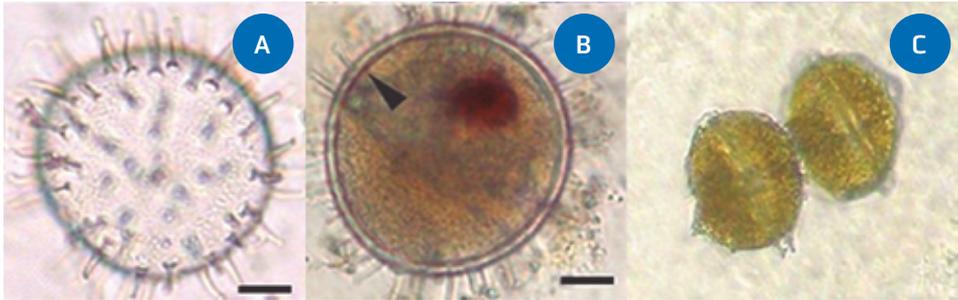


Figure 12.2. Kystes de résistance et cellules végétatives de *Pyrodinium bahamense* : A) kyste hémisphérique présentant des prolongements en forme d'épines sur la couche externe de la paroi cellulaire ; B) kyste contenant du matériel cellulaire laissant apparaître son corps rouge et la couche interne de la paroi cellulaire (endophragme indiqué par la flèche) ; C) cellule végétative formant une chaîne constituée de 2 cellules. Barre d'échelle = 10 μm .

Source : Quirós, 2020.

L'une des conclusions déterminantes de cette étude est que les sites au niveau des zones extérieure et centrale du golfe de Nicoya (Herradura, Punta Leona, Tárcoles, Bahía Caldera, l'île Cedros et l'île San Lucas) ne sont pas réputés aptes au développement de projets de production tels que la mariculture. La raison s'explique par la présence de semis du dinoflagellé *P. bahamense*, producteur de toxines paralysantes à l'origine de l'émergence d'efflorescences algales nuisibles (figure 12.3).

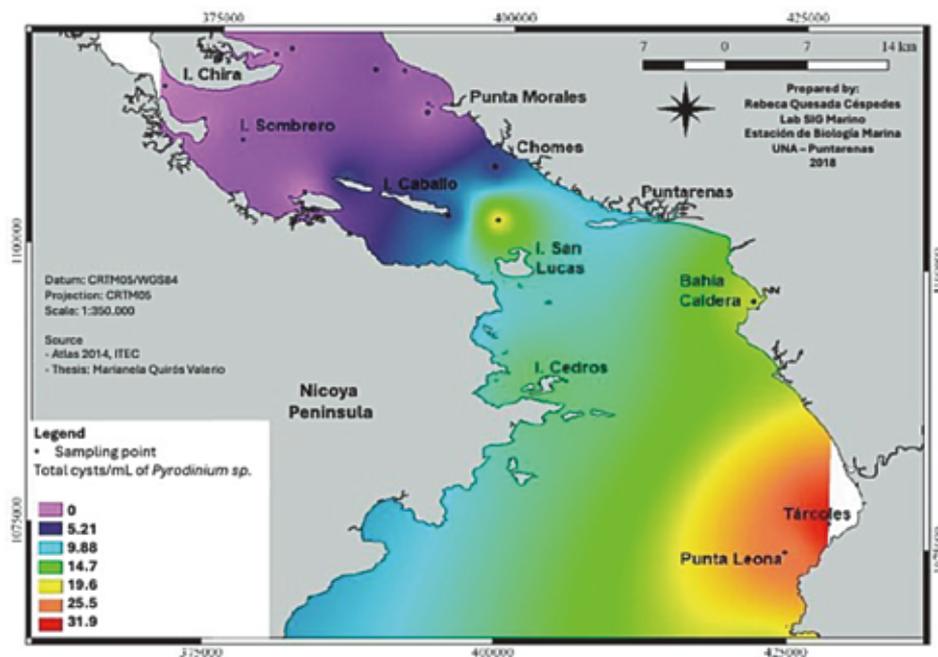


Figure 12.3. Répartition spatiale de la concentration des kystes de résistance viables de *Pyrodinium bahamense*, pendant la période d'avril 2013 à avril 2014, dans le golfe de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica.

Source : Quirós, 2020.

L'apparition de FAN nuisibles ne dépend pas uniquement de la présence ou de l'absence de kystes, mais est déterminée par les conditions environnementales et les processus de dispersion. Les kystes peuvent germer dans la zone identifiée tels des semis, puis être transportés vers d'autres emplacements sous l'effet des courants océaniques (Matsuoka & Fukuyo, 2000).

Considérations finales

La recherche sur les FAN au Costa Rica a permis de tirer trois enseignements clés :

- La mise en place d'une commission interinstitutionnelle est fondamentale pour assurer les opérations de surveillance des FAN et prendre des engagements dans le but de protéger la santé humaine et les écosystèmes marins côtiers.
- La participation des communautés locales aux échantillonnages est cruciale, car la santé et la viabilité économique de leurs habitants sont directement impactées par la dynamique des FAN.
- Il est vital d'assurer et de financer une surveillance continue pour comprendre la dynamique des FAN, qui résulte aussi bien des phénomènes naturels que de l'activité humaine.

Fort de ces enseignements, le Costa Rica a mis en place, dès 2014, un système de surveillance destiné à prévenir les cas d'intoxication liés à la consommation de mollusques bivalves. Ce système inclut une formation continue destinée au secteur des mollusques, aux institutions gouvernementales et sanitaires, en plus de l'infrastructure scientifique et technique fournie par l'ECB. Cette initiative a permis de sensibiliser à l'importance de ne pas commercialiser ni consommer de mollusques bivalves en cas d'efflorescences algales nuisibles, de manière à garantir l'innocuité des produits de la mer.

Toutefois, des améliorations restent envisageables, notamment la mise en place de plateformes numériques et l'utilisation des médias sociaux pour informer le public sur les FAN, et l'ouverture des données aux dépôts publics afin de les rendre accessibles à la communauté scientifique. L'intégration de nouvelles technologies, telles que les mesures satellitaires et les techniques d'intelligence artificielle, est également nécessaire pour optimiser l'efficacité de la surveillance et l'analyse des FAN. Le défi majeur du manque de financement pour l'acquisition d'équipements et le recrutement de personnel spécialisé subsiste, limitant ainsi la capacité d'investigation et de réponse face à ces phénomènes.

Références bibliographiques

- Calvo V. E., Boza A. J. et Berrocal A. K. (2014). Efectos de El Niño y La Niña sobre el comportamiento del microfitoplancton marino y las variables fisicoquímicas durante el 2008 a 2010 en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras*, 6, 1659-455.
- Mata, L., Abarca, G., Marranghello, L. et Viquez, R. (1990). Intoxicación parálitica por mariscos (IPM) por *Spondylus calcifer* contaminado con *Pyrodinium bahamense*, Costa Rica, 1989-1990. *Revista de Biología Tropical*, 38(1), 129-136. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24946>
- Matsuoka, K. et Fukuyo, Y. (2000). *Guía técnica para el estudio de quistes de dinoflagelados actuales*. WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC.
- Quirós, M. (2020). Identificación taxonómica y distribución espacial de quistes de resistencia de dinoflagelados nocivos, en el Golfo de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional, Costa Rica].
- Sinac-UNA (2020). Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el Monitoreo Ecológico de Manglares en Costa Rica. San José. Costa Rica.
- Sinac-UNA (2021). Protocolo Nacional para el Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) de los Arrecifes Rocosos. San José, Costa Rica. Escuela de Ciencias Biológicas, UNA. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. <https://www.sinac.go.cr/ES/docu/ASP/Protocolo-PRONAMEC-%20Arrecifes%20Rocosos.pdf>
- United Nations Environment Programme. (2023). *Decades of Mangrove forest change: What does it mean for nature, people and the climate?* UNEP — UN Environment Programme <https://www.unep.org/resources/report/decades-mangrove-forest-change-what-does-it-mean-nature-people-and-climate>

Vargas-Montero, M., Freer, E., 2004. Paralytic shellfish poisoning outbreaks in Costa Rica. In: Steidinger, K.A., Landsberg, J.H., Tomas, C.R., Vargo, G.A. (Eds.), *Harmful Algae 2002*. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Paris, pp. 482-484.



Dôme thermique du Pacifique tropical oriental : importance et défis de l'économie bleue

Daniela García Sánchez⁴⁵
Olman Segura Bonilla⁴⁶
Roxana Acuña Rodríguez⁴⁷

45 Daniela García Sánchez, docteur en Sciences Politiques, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Centro Internacional de Política Económica (Cinpe) (Centre international de politique économique), daniela.garcia.sanchez@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-2850-261>.

46 Olman Segura Bonilla, docteur en Économie, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Centro Internacional de Política Económica (Cinpe) (Centre international de politique économique), olman.segura.bonilla@una.cr, <https://orcid.org/0000-0002-5461-1769>.

47 Roxana Acuña Rodríguez, master en Gestión Pública et Finances, Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Centro Internacional de Política Económica (Cinpe) (Centre international de politique économique), roxana.acuna.rodriguez@est.una.ac.cr, <https://orcid.org/0009-0004-3316-8480>.

Le dôme thermique du Pacifique tropical oriental (DTCR-PTO) est un phénomène océanique et atmosphérique unique en Amérique. Situé au large de la côte Pacifique de l'Amérique centrale, il se caractérise par la remontée à la surface de grandes masses d'eau profonde et froide, riches en nutriments. Ce processus accroît la productivité biologique et la biodiversité dans la région (Ross *et al.*, 2019 ; Jiménez, 2016). Ces caractéristiques font du dôme un bien public d'une valeur inestimable grâce aux services écosystémiques qu'il génère, au profit d'activités économiques telles que la pêche et le tourisme marin (García et Segura, 2024), exploités aussi bien par les pays de la région que par d'autres acteurs hors de la région centraméricaine (Jiménez, 2016).

Une autre caractéristique du dôme est son emplacement en haute mer, au-delà des zones de juridiction nationale, ce qui pose un défi majeur pour la gouvernance à l'échelle régionale et mondiale. En réponse, en 2022, la Fondation MarViva, conjointement avec la Commission de la Mer des Sargasses, l'Université de Bretagne occidentale et l'Office français de la biodiversité (OFB) ont lancé le projet Sargadom. Ce projet vise à contribuer à la création de modèles de gouvernance hybrides pour la protection et la gestion des ressources en haute mer (García et Segura, 2024). L'un des instruments est le Traité adopté par les Nations unies en juin 2023 (Nations unies, 2023) portant sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine des zones ne relevant pas de la juridiction nationale (BBNJ). Sa mise en œuvre exige qu'il soit mis à disposition dans les différents pays. Outre l'absence de réglementation, un autre obstacle auquel sont confrontées les zones maritimes telles que la DTCR-PTO est le manque de données actualisées, aussi bien quantitatives que qualitatives, ainsi que l'évaluation de leur valeur socio-économique de manière à orienter leur utilisation durable (García et Segura, 2024). Ross *et al.* (2019) a identifié, dans certaines études, les retombées économiques générées pour le Costa Rica par des activités telles que l'industrie du tourisme, axées sur l'observation des requins (estimée à 236 000 USD en 2006) et la pêche sportive (estimée à 599 millions USD en 2008). Ces données sont toutefois générales et obsolètes.

En 2023, l'équipe de recherche du Centre international de politique économique (Cinpe) de l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), en

collaboration avec la Fondation MarViva, a mené une étude visant à démontrer le rôle du DTCR-PTO. Au-delà de sa valeur intrinsèque pour la biodiversité marine, cette étude est précieuse du point de vue des activités économiques. À travers la recherche de données, l'étude s'est attachée à quantifier les apports économiques de la pêche commerciale et sportive, ainsi que du tourisme d'observation dans cinq pays de la région au cours de la période 2017-2022. L'objectif de ce chapitre est de présenter les principaux résultats et la méthodologie de recherche appliquée, ainsi que d'identifier les recommandations de politique économique pour une exploitation durable de cette zone spécifique.

La localisation de ce phénomène océanographique est influencée par les alizés, l'interaction des courants océaniques avec la Zone de convergence intertropicale, ainsi que par des phénomènes tels que El Niño – Oscillation australe (ENSO, en anglais, acronyme de *El Niño – Southern Oscillation*). Ces facteurs déterminent son extension ou sa contraction en fonction des saisons, couvrant ainsi des milliers de kilomètres carrés tout au long de l'année. D'après les recherches menées au cours de ces cinquante dernières années, son étendue varie de 200 à 1000 km et sa superficie oscille entre 800 et 1 000 000 km² (Ross *et al.*, 2019).

Les oscillations mensuelles du diamètre du DTCR-PTO atteignent leur pic d'expansion aux mois de novembre et décembre. Au mois d'octobre, environ 85 % de son extension se situe dans les eaux internationales, tandis qu'entre les mois de mars et avril, elle se trouve principalement dans les Zones économiques exclusives (ZEE) du Costa Rica, du Nicaragua et du sud du Mexique (figure 13.1). Ces spécificités posent un défi pour la délimitation géographique de la DTCR-PTO.⁴⁸ Toutefois, les recherches menées par la Fondation MarViva ont permis de mieux la délimiter, comme on peut le voir à travers la ligne de persistance. Le noyau peut être localisé aux coordonnées 9,56°N et 92,58°W et ses limites maximales ou sa périphérie à environ 20 milles nautiques (32 km) de la côte.

48 Pour cette analyse, la valeur de la thermocline à 20 degrés a été retenue et mesurée à 35 mètres de profondeur, tout en tenant compte de la détermination du degré de constance de ces valeurs sur une période de 30 ans (1980-2009).

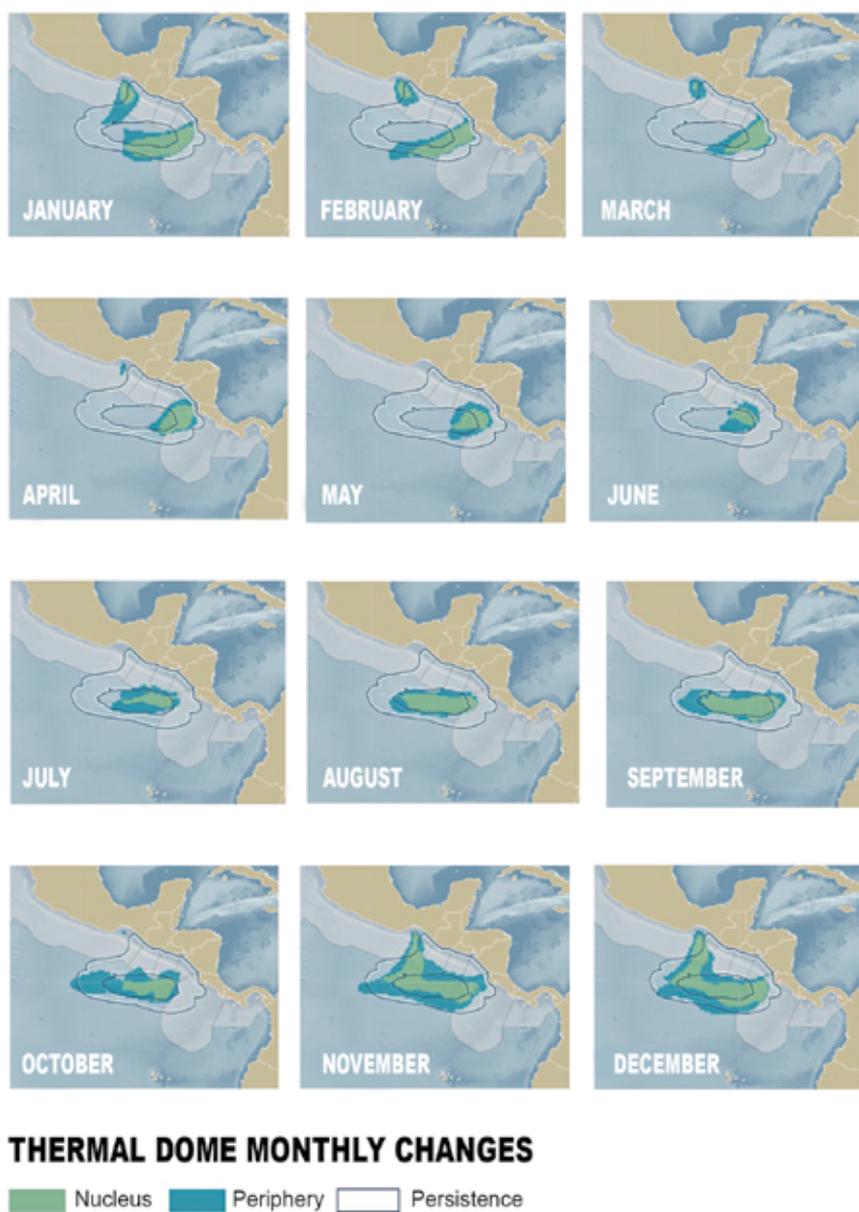


Figure 13.1. Déplacement par mois de la DTCR-PT.

Source : Cinpe-UNA à l'aide des données de l'Université de Duke, 2023.

La délimitation inclut des parties des zones de juridiction maritime situées au sud du Mexique, du Guatemala, du Salvador, du Nicaragua et du Costa Rica, soit un total de cinq pays concernés. Au large des côtes de ces pays, le phénomène du dôme facilite la remontée d'eaux profondes, riches en nutriments, et crée un environnement propice à une grande variété d'espèces marines.

Des données compilées dans l'*Atlas du dôme thermique du Costa Rica* révèlent qu'environ 70 groupes d'espèces habitent ou fréquentent le DTCR-PTO (Ross *et al.*, 2019), allant du zooplancton marin au rorqual bleu (tableau 1). En outre, le rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*), le voilier (*Isiophorus platypterus*), le requin soyeux (*Carcharhinus falciformis*) et la tortue de Kemp (*Lepidochelys kempii*), qui habitent le dôme, sont reconnus comme des espèces phares pour leur rôle crucial dans l'écologie de cet habitat, ainsi que pour leurs remarquables comportements de déplacement ou de mobilité.

Une fois la zone d'étude définie et l'importance naturelle du dôme reconnue, une méthodologie de recherche a été définie pour analyser la relation entre l'abondance et la diversité marines, ainsi que son lien avec certaines activités productives. À cette fin, des groupes d'espèces clés ont été sélectionnés pour leur importance dans les activités de pêche et de tourisme, pour ensuite évaluer l'impact économique généré par leurs interactions dans cette région.

Les espèces phares susmentionnées ont une valeur touristique, principalement pour les activités telles que l'observation des animaux, incluant notamment la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*), le requin-renard (*Alopias superciliosus*), le requin peau-bleue (*Prionace glauca*), le requin-marteau halicorne (*Sphyrna lewini*), la pastenague pélagique/pastenague violette (*Pteroplatytrygon violacea*), la tortue luth (*Dermodochelys coriacea*) et la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*). En outre, certains groupes d'espèces présents dans la zone d'étude sont reconnus pour leur valeur commerciale considérable dans l'industrie de la pêche, soulignant leur contribution en termes de captures, de ventes et d'exportations. Citons notamment le thon jaune/thon à nageoires jaunes/thon albacore (*Thunnus albacares*) qui fréquente le dôme pour être l'un de ses lieux de reproduction, faisant de cette aire l'une des principales zones de capture à l'échelle mondiale (Jiménez, 2016).

Les autres espèces présentant un intérêt commercial sont le (la) coryphène / dorade coryphène / mahi-mahi (*Coryphaena Hyppurus*), le marlin / makaire (Istiophoridae) et l'espadon (*Xiphias Gladius*), capturés dans le dôme au moyen de la pêche à la senne coulissante et à la palangre. En résumé, ces groupes d'espèces ont été sélectionnés pour quantifier les apports économiques de la DTCR-PTO (accompagnés d'un astérisque dans le tableau 13.1).

Tableau 13.1. Groupes d'espèces habitant ou fréquentant le DTCR-PTO.

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Marlin bleu	<i>Makaira nigricans</i>
Panama lightfish	<i>Vinciguerria lucetia</i>
Thon jaune*/thon à nageoires jaunes*/thon albacore*	<i>Thunnus albacares*</i>
Thon obèse*	<i>Thunnus obesus*</i>
Rorqual bleu*	<i>Balaenoptera musculus*</i>
Thonine noire*	<i>Euthynnus lineatus*</i>
Mérou tacheté	<i>Epinephelus niphobles</i>
Encornet géant/calmar de Humboldt	<i>Dosidicus gigas</i>
Globicéphale tropical	<i>Globicephala macrorhynchus</i>
Krill/euphausiacé	<i>Euphasia eximia</i>
Mysidacé rouge géant	<i>Gnathophausia ingens</i>
Requin	Carcharhinidae
Dauphin commun*	<i>Delphinus delphis*</i>
Dauphin à long bec	<i>Stenella longirostris</i>
Dauphin bleu et blanc	<i>Stenella coeruleoalba</i>
Dauphin tacheté	<i>Stenella attenuata</i>

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Grand dauphin	<i>Tursiops truncatus</i>
Bigeye cigarfish	<i>Cubiceps pauciradiatus</i>
Coryphène (commune)* / dorade coryphène* / mahi-mahi*	<i>Coryphaena hippurus*</i>
Petite dorade coryphène	<i>Coryphanea equisells</i>
Rascasse arc-en-ciel	<i>Scorpaenodes xyrisa</i>
Euphausiacés/Krill	<i>Euphauslides</i>
Chétognathes	<i>Quetognatos</i>
Perpeire dentu	<i>Cyclosetta querna</i>
Slimtail lampfish	<i>Lampanyctus parvicauda</i>
Diogenes lanternfish Lanterne à grandes écailles	<i>Diogenichthys laternataus</i>
Panama lightfish	<i>Viniciguerrria lucetia</i>
Raie manta de récif	<i>Mobula alfredi</i>
Mante chilienne/diable géant de Guinée	<i>Mobula tarapacana</i>
Mante aiguillat	<i>Mobula japonica</i>
Raie du diable pygmée/raie du diable de Munk	<i>Mobula munkiana</i>
Mante vampire/petite manta	<i>Mobula thurstoni</i>
Mante géante	<i>Mobula birostris</i>
Raie manta	<i>Mobula alfredi</i>
Marlin* / makaire*	Istiophoridae*
Marlin noir	<i>Istiompax indica</i>
Marlin rayé	<i>Kajikia audax</i>
Orque	<i>Orcinus orca</i>
Arc-en-ciel de Boeseman	<i>Melonis affinis</i>

Nom vernaculaire	Nom scientifique
Espadon*	<i>Xiphias gladius</i> *
Requin-marteau	Sphyrnidae
Voilier*	<i>Istiophorus platypterus</i> *
Pastenague violette	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>
Bonite à ventre rayé/listao/ thonine à ventre rayé	<i>Katsuwonus pelamis</i>
Sardine du Pacifique/pilchard sudaméricain	<i>Sardinops sagax</i>
Donzelle de roche	<i>Halichoeres semicinctus</i>
Peau bleue*	<i>Prionace glauca</i> *
Requin-baleine	<i>Rhincodon typus</i>
Requin marteau*	<i>Sphyrna lewini</i> *
Requin-marteau commun	<i>Sphyrna zygaena</i>
Requin océanique	<i>Carcharhinus longimanus</i>
Requin soyeux*	<i>Carcharhinus falciformis</i> *
Requin-renard/renard à gros yeux/requin- renard à gros yeux/renard de mer à gros yeux	<i>Alopias superciliosus</i>
Tortue luth	<i>Dermochelys coriacea</i>
Tortue olivâtre*/tortue de Ridley*	<i>Lepidochelys olivacea</i> *
Tortue verte*	<i>Chelonia mydas</i> *
Exocet barbu	<i>Exocoetus monocirrhus,</i>
-	<i>Myctophum orientales</i>
-	<i>E. lamelligera</i>
-	<i>Eucalanus inermis</i>
-	<i>Pterocorys minythorax</i>

Nom vernaculaire	Nom scientifique
-	<i>Eucalunus subtenuis</i>
-	<i>S. subtenuls</i>
-	<i>Uvigerina hispida</i>
-	<i>Bathophilus spp</i>
-	<i>Cibicidoides mundulus</i>
-	<i>Bathophilus filifer</i>
Zooplankton marin	-

Source : Cinpe-UNA à partir des données de l'Université de Ross *et al.*, 2019.

Pour quantifier les activités productives et l'impact économique du dôme, diverses sources d'information ont été utilisées, chacune présentant des avantages et des limites. Pour ce qui est de l'activité de pêche, des données géospatiales circonscrites à la zone DTCR-PTO ont été collectées auprès de l'organisation internationale Global Fishing Watch (GFW), qui fournit des informations sur l'effort de pêche, mesuré en heures, aussi bien pour les senneurs que pour les palangriers,⁴⁹ classés selon leur pavillon. Ces données proviennent des systèmes d'identification automatique (AIS, *Automatic Identification System*) et des systèmes de surveillance des navires par satellite (VMS, *Vessel Monitoring System*) qui enregistrent en temps réel la localisation, les mouvements et les horaires dans chaque zone, sans préciser le type de capture. En outre, des données de la Commission interaméricaine du thon tropical (CITT ; ou Inter-American Tropical Tuna Commission, en anglais, communément abrégée IATTC) rapportent les quantités de thon capturé par les senneurs affiliés et selon leur pavillon⁵⁰.

49 La méthode de pêche utilisée par les palangriers repose sur une longue ligne principale flottante équipée de plusieurs hameçons, tandis que les senneurs utilisent une senne coulissante, technique de pêche qui consiste à encercler une portion d'eau à l'aide d'un filet circulaire pour capturer le poisson pris à l'intérieur.

50 Les données de la CITT se limitent à la pêche au thon et n'incluent que les pays membres, ce qui exclut le Guatemala et le Salvador.

Chaque série de données a été traitée selon des techniques spécifiques. Dans le cas des données fournies par la CITT, le tonnage de thon capturé dans le dôme pendant la période d'étude concernée a été multiplié par le prix moyen du marché pour chaque année. Ce prix a été estimé à partir des données recueillies auprès des institutions des cinq pays retenus pour l'étude. D'autre part, l'analyse des données de GFW s'est concentrée sur les senneurs, pour lesquels une capacité quotidienne moyenne a été établie à 300 tonnes, sur la base de la fourchette de leur capacité de stockage établie selon la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (CICTA, 2008)⁵¹. Une estimation du tonnage des captures effectuées pendant la période d'étude a été calculée sur la base de cette capacité moyenne et des relevés horaires, convertis en jours. Enfin, les prix moyens du marché régional ont été appliqués pour chaque année. Les informations du tableau 13.2 comparent les résultats obtenus des deux sources, pour la pêche à senne coulissante exclusivement.

Pour ce qui est de la pêche sportive et de l'observation des espèces, l'absence de données géoréférencées a rendu nécessaire l'élaboration d'hypothèses méthodologiques supplémentaires pour estimer l'apport économique du dôme à ces activités. Afin d'établir un lien entre les revenus générés par la pêche sportive et le DTCR-PTO, les résultats de Chaminade et Hernández (2020) sur les captures de la pêche sportive dans l'aire marine du parc national Corcovado, située sur la côte Pacifique du Costa Rica, ont été pris en compte. Les résultats mettent en évidence que quatre des huit principaux groupes d'espèces capturées dans le cadre de la pêche sportive, à savoir le thon, le coryphène, le voilier et le marlin, correspondent à des groupes qui habitent ou fréquentent le dôme.

51 Seul le tonnage des captures de pêche à senne coulissante a pu être estimé, l'absence de données sur la capacité moyenne de la flotte de palangriers rendant l'analyse halieutique incomplète.

Tableau 13.2. Montants générés par la pêche commerciale dans le DTCR-PTO par les navires à senne coulissante dans les pays à l'étude, selon les données de GFW et de la CITT.

Année	Données de GFW		Données de la CITT	
	Tonnage	Montant (dollars)	Tonnage	Montant (dollars)
2017	55 200	118 790 400	15 548	33 459 296
2018	76 500	165 087 000	17 035	36 761 530
2019	32 700	59 546 700	15 222	27 719 262
2020	47 700	77 989 500	9 948	16 264 980
2021	28 500	45 913 500	13 376	21 548 736
2022	20 100	32 381 100	7 410	11 937 510
Total	260 700	499 708 200	78 539	147 691 314

Source : Cinpe-UNA à l'aide des données de GFW, 2023 et de la CITT, 2023.

Ces informations permettent de conclure que la présence du DTCR-PTO facilite une grande partie des captures, même si une analyse plus détaillée sur la pêche sportive nécessiterait des informations sur les principales tonnes capturées pour chaque type d'espèce. Dans l'étude, une diminution de 50 % a été appliquée au montant total estimé pour la pêche sportive. Dans la zone d'étude, seuls le Salvador, le Guatemala et le Costa Rica enregistrent des données sur le tourisme de pêche sportive, même si ces informations ne sont pas disponibles pour toutes les années⁵². Cela limite l'estimation des coûts indirects, qui se traduit par une sous-estimation.

52 Concernant la pêche sportive, il manque des informations importantes, car dans certains pays, les organes de tourisme n'enregistrent pas ces données ou bien ces données ne couvrent pas l'ensemble des périodes. De plus, les méthodologies ne sont pas comparables, ce qui rend leur analyse difficile.

Différents flux économiques directement dérivés de la pêche sportive ont été mis en évidence. D'une part, les revenus perçus par l'État au titre de délivrance de permis, de licences et de carnets, et l'organisation de tournois liés à cette activité dans les pays retenus. D'autre part, les dépenses encourues par les touristes pratiquant cette activité, telles que le transport, l'hébergement, la nourriture, et les dépenses liées à l'équipage et à l'entretien des embarcations⁵³, qui se transforment en revenus pour leurs bénéficiaires (tableau 13.3). Les données utilisées dans le cadre de cette analyse sont issues des organismes nationaux responsables de la pêche sportive et du tourisme dans chaque pays, ainsi que d'une étude réalisée par Villalobos (2021) sur le profil des touristes pratiquant la pêche sportive.

Tableau 13.3. Valeur des activités liées à la pêche sportive dans les pays à l'étude.

Année	Montant des revenus de l'État provenant des permis ou des licences (USD)	Montant des revenus provenant de dépenses touristiques diverses (USD)	Total
2017	505 893	432 644 155	433 150 048
2018	523 049	439 757 764	440 280 813
2019	417 175	455 348 200	455 765 375
2020	297 623	130 152	427 775
2021	286 005	230 840 278	231 126 283
2022	14 524	356 716 686	356 731 210
Total	2 044 269	1 915 437 235	1 917 481 504

Source : Élaboré par Cinpe-UNA, à l'aide des données de CONAPESCA, 2022 ; INCOPESCA, 2023 ; INPESCA, 2021 ; MAGA, 2023 ; CORSATUR, 2023 et FECOP, 2018 et 2019.

⁵³ Les entretiens aux prestataires de services d'observation ont été effectués en ligne ou par téléphone, sauf au Costa Rica où ils ont eu lieu en présentiel.

Pour ce qui est du tourisme d'observation, le principal obstacle a été le manque de statistiques et de données secondaires dans les pays de la région.⁵⁴ C'est la raison pour laquelle il a été décidé de procéder à une collecte de données primaires par des entretiens. En 2023, l'équipe de recherche a interrogé le personnel des entreprises offrant des circuits d'observation sur la côte Pacifique dans les cinq pays à l'étude (tableau 13.4). À partir de ces informations, les recettes ont été estimées pour la totalité des entreprises prestataires recensées dans chaque pays.

Tableau 13.4. Montant des revenus générés par l'activité d'observation des cétacés dans les pays à l'étude en 2023.

Pays	Montant annuel moyen par entreprise (dollars)	Nombre d'entreprises	Montant annuel par pays (dollars)
Costa Rica	632 394	15	9 485 910
Mexique	679 680	20	13 593 600
Le Salvador	77 168	6	463 008
Nicaragua	279 300	3	837 900
Guatemala	21 460	6	128 760
Total	-	50	24 509 178

Source : Cinpe-UNA à l'aide des données obtenues lors des entretiens menés auprès des voyagistes dédiés à l'observation de cétacés, 2023.

L'analyse des résultats par activité révèle des informations significatives concernant leur capacité à soutenir les économies locales et régionales, fondamentales pour la création d'emplois et le bien-être des communautés dans la région, ainsi que dans d'autres pays. Les dépenses des touristes pratiquant la pêche sportive et l'observation des cétacés constituent des revenus qui profitent non seulement aux entreprises directement concernées, mais qui stimulent

⁵⁴ Les entretiens avec les prestataires de services d'observation ont été menés en ligne ou par téléphone, sauf au Costa Rica, où ils ont eu lieu en présentiel.

également le développement d'autres industries locales, telles que l'hôtellerie et le commerce, qui sont importantes dans les zones côtières des pays.

Pour ce qui est de la pêche commerciale, les avantages de la DTCR-PTO dépassent les frontières régionales. Les données de GFW (tableau 13.5) montrent que 76 % de l'effort de pêche dans le dôme revient aux palangriers (4528 jours) et 24 % aux senneurs (1405 jours). Pour ce qui est des palangriers, moins de 1 % de l'effort de pêche total provient des pays analysés ; le reste est assuré par des pays hors région, principalement Taïwan. Ces données accentuent la nécessité de mettre en œuvre des politiques et des stratégies en faveur du développement durable et de l'exploitation équitable sur le plan international. En revanche, 62 % de l'effort de pêche des senneurs dans la zone du dôme est attribué aux bateaux des pays à l'étude.

Tableau 13.5. Effort de pêche calculé en nombre de jours, selon le matériel de pêche et le pavillon, 2017-2022.

Pays	Matériel de pêche			
	Senne coulissante		Palangre	
	Total de jours	Pourcentage	Total de jours	Pourcentage
Bermudes	112	8,0	0	0,0
Fidji	0	0,0	739	16,3
Mexique	576	41,0	0	0,0
Nicaragua	295	21,0	0	0,0
Panama	169	12,0	192	4,2
Taïwan	0	0,0	3429	75,7
Venezuela	239	17,0	0	0,0
Autres ^a	14	1,0	169	3,7
Total	1 405	100,0	4 529	100,0

^a Sont inclus : la Colombie, la Chine, l'Équateur, l'Espagne, le Salvador, le Japon et le Vanuatu.

Source : Cinpe-UNA, à l'aide des données de GFW, 2023.

L'approche intégrale de la recherche permet de comprendre et de conclure qu'au moins 11 groupes d'espèces habitant ou fréquentant le DTCR-PTO alimentent des activités économiques vitales, telles que la pêche commerciale et sportive, ainsi que le tourisme d'observation. Leur préservation contribue à la durabilité de ces activités à long terme, parmi d'autres activités analogues dans la région.

Les apports économiques de ces activités selon des données actualisées s'échelonnent de 24,5 millions de dollars américains par an pour l'observation des cétacés (tableau 13.4) à plus de 200 millions de dollars américains en dépenses annuelles liées à la pêche sportive (tableau 13.3, déduction faite de 50 % pour les captures de groupes d'espèces habitant ou fréquentant la DTCR-PTO). Le montant estimé de la contribution de la pêche commerciale varie selon les scénarios résumés dans le tableau 13.2, à l'aide de données de GFW, allant de 32 millions de dollars américains à plus de 160 millions de dollars américains et représentant approximativement 29 % en moyenne de la valeur du PIB de la pêche du Mexique et des pays d'Amérique centrale.

Il est cependant nécessaire de mettre en œuvre des mesures visant à réglementer et à contrôler les différentes activités afin d'évaluer plus précisément l'économie bleue de ce territoire. Parmi les recommandations allant dans ce sens, citons la création d'aires protégées axées sur la pêche en tenant compte de leur capacité de charge, ainsi que la réglementation des voies de navigation et des engins de pêche durables. Parmi d'autres mesures clés figure la mise en place d'infrastructures nationales pour le développement durable des secteurs de la pêche et du tourisme, l'encouragement à l'utilisation de technologies concernant la collecte des données, la normalisation de l'enregistrement des statistiques et la sauvegarde des intérêts nationaux des petits pays de la « grande région Pacifique », au sens large.

Toutes ces mesures en faveur de l'économie bleue constituent des actions essentielles à entreprendre pour assurer le développement durable de cet écosystème inestimable. Enfin, sous l'impulsion des traités internationaux en faveur de la protection et de la gestion du DTCR-PTO à l'échelle supranationale, il est nécessaire d'instaurer des actions coordonnées et pérennes, impliquant les autorités compétentes et d'autres acteurs aux niveaux national, régional et mondial.

Remerciements

Nous remercions la Fondation MarViva pour sa confiance accordée au Cinpe-UNA dans la réalisation de ce travail pionnier et pour son accord de diffusion des résultats. Nos remerciements s'adressent également à Shirley Méndez Cordonero et à Ivannia Bolaños Herrera pour leur soutien dans ce processus de recherche. La responsabilité du contenu présenté incombe entièrement aux chercheur(e)s et aux auteur(e)s de ce document.

Références bibliographiques

- Chaminade, C. et Hernández, N. (2020). Informe Socioeconómico Expansión Área Marina Protegida Corcovado. Conservación Osa.
- Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico, CICAA [Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique, CICTA]. (2008). Descripción de las pesquerías con redes de cerco. https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Manual/CH3/CHAP%203_1_1_PS_SPA.pdf
- Comisión Interamericana del Atún Tropical, CIAT [Commission interaméricaine du thon tropical, CITT ; Inter-American Tropical Tuna Commission, IATTC]. (2023). Archivos de datos de dominio público para descargar. <https://www.iattc.org/es-ES/Data/Public-domain>
- García-Sánchez, D. et Segura-Bonilla. (2024). Los desafíos económicos y biológicos del domo térmico / Economic and Biological Challenges of the Thermal Dome. Suplemento *La UNA por los Océanos*, periódico Campus. https://publica2.una.ac.cr/periodicoCampus/UNA_Oceanos_Suplemento/
- Global Fishing Watch. (2023). Ocean Governance through Transparency | Global Fishing Watch. <https://globalfishingwatch.org/about-us/>
- Jiménez, J.A. 2016. El Domo Térmico de Costa Rica: Un oasis de productividad frente a las costas del Pacífico Centroamericano. Fundación MarViva, San José, Costa Rica.

- Naciones Unidas / Nations unies (2023). Se adopta un acuerdo histórico sobre biodiversidad marina para proteger el océano y abordar la degradación medioambiental. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2023/08/marine-biodiversity-landmark-agreement-adopted/>
- Ross, E. ; Jiménez, J.A. ; Castro, M. & Blanco, M. (2019). The Thermal Dome of Costa Rica / Atlas. MarViva Foundation. San José. 108 p. <https://marviva.net/wp-content/uploads/2021/10/Atlas-Domo-Termico-Ingles-MarViva-web.pdf>
- Villalobos, D. (2021). Perfil del turista atraído por la pesca deportiva en La Marina Los Sueños, Marina PezVela, Marina Bay y Marina Papagayo. Instituto Costarricense de Turismo (ICT). <https://www.ict.go.cr/es/documentos-institucionales/comisión-marinas-y-atracaderos-turísticos-cimat/2113-informe-perfil-del-turista-que-practica-pesca-turística-y-deportiva-costa-rica-19-7-2021/file.html>



V^E PARTIE
Chapitre final



Les océans : une responsabilité collective

Carlos Morera Beita⁵⁵
Viviana Salgado Silva⁵⁶
Sandra León Coto⁵⁷

L'humanité dépend des océans, vastes écosystèmes qui couvrent la majorité de la surface de notre planète. Ces écosystèmes interagissent avec l'atmosphère et abritent un réseau complexe de processus physiques, chimiques et biologiques. Les zones côtières, points de rencontre entre la terre et les océans, sont particulièrement dynamiques et essentielles à la vie. L'interaction entre la terre, la mer et l'atmosphère

55 Carlos Morera Beita, docteur en Planification Environnementale. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Escuela de Ciencias Geográficas (École des sciences géographiques), cmorera@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0002-4014-6122>.

56 Viviana Salgado Silva, master en Gestion et Études Environnementales. Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), Vice-rectorat à la recherche, vsalgado@una.ac.cr, <https://orcid.org/0000-0003-3587-5512>.

57 Sandra León Coto, licenciée en Chimie, ancienne rectrice de Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), sandra.leon.coto@gmail.com

constitue un système interconnecté qui influe sur le climat mondial et abrite une grande diversité de vie.

Les océans et les zones côtières subissent une pression croissante sous l'effet combiné des facteurs naturels et anthropiques. La dégradation des habitats marins, la perte de biodiversité, la surpêche et la pollution par des substances telles que les plastiques et les nutriments constituent des menaces de plus en plus graves. Le changement climatique aggrave encore cette situation en provoquant l'élévation du niveau de la mer, l'acidification des océans et l'érosion des littoraux. Ces altérations mettent en péril la santé des écosystèmes marins, la sécurité alimentaire des communautés et les infrastructures côtières. Malgré ces défis, de nombreuses communautés côtières, notamment celles confrontées à des situations vulnérables, dépendent de la mer pour leur subsistance et entretiennent avec elle un lien culturel étroit.

Les divers phénomènes côtiers et océaniques ne connaissent pas de frontières et évoluent, avec une portée transfrontalière, régionale ou mondiale. C'est dire la complexité de la gestion des littoraux dont le fonctionnement dépend de l'état de santé de systèmes, parfois éloignés géographiquement. Cette caractéristique mérite le déploiement de stratégies sur tous les plans : local, régional et mondial.

Les phénomènes côtiers et océaniques sont évolutifs et dépassent les frontières, avec des impacts aussi bien locaux que mondiaux.

Fort de son expérience en matière de gestion des espaces marins, le Costa Rica propose une vision intégrale qui reconnaît l'océan comme un système complexe et les côtes comme des espaces communautaires. Cette approche, fondée sur la rigueur académique et la responsabilité sociale, vise à articuler différentes perspectives et à trouver des solutions aux défis environnementaux, économiques et sociaux auxquels sont confrontées les zones côtières.

À partir du cadre de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM), cet ouvrage analyse l'ample vision proposée par les règlements nationaux et internationaux en faveur d'une gouvernance bien fondée des espaces océaniques. Le développement durable repose sur la capacité à mettre en place une telle gouvernance, fondée sur la coopération et l'engagement de tous les pays à respecter pleinement leurs

obligations légales par l'adoption d'une législation nationale effective. C'est là une condition essentielle pour lutter contre la pollution et la surexploitation des ressources océaniques. Bien que l'expérience costarienne affiche des progrès en la matière, le pays a également son lot de défis et de points faibles pour la mise en œuvre d'un cadre réglementaire cohérent. Le manque d'articulation institutionnelle émergent compromet le respect des engagements déjà pris par les gouvernements, principaux garants de la conservation des espaces marins.

La création et l'extension d'aires protégées, comme le parc national de l'île Cocos et l'aire marine gérée des monts Sous-Marins, illustrent l'expérience du Costa Rica qui donne à réfléchir sur la mise en place d'une gouvernance efficace. Le succès de ce processus s'explique précisément par la priorité donnée à l'intégration des efforts institutionnels, communautaires, universitaires et législatifs, dans le but de conserver la biodiversité et d'assurer la durabilité des ressources marines. Ces ressources assurent le bien-être des communautés qui en dépendent, tout en soutenant d'autres activités essentielles, telles que la pêche et le tourisme. La pression croissante exercée sur les écosystèmes marins doit inciter à reproduire des processus consultatifs, tels que celui énoncé antérieurement, afin de créer ou d'étendre des aires protégées, garantes d'une gestion efficace. C'est dans ces espaces que le monde universitaire peut et doit jouer un rôle central, en raison de sa capacité technique, de sa rigueur scientifique et de son indépendance de jugement. Ces éléments sont essentiels à la conception d'un modèle de gestion participative, capable de parvenir à des consensus sur la conservation et la gestion des écosystèmes et des ressources.

Un processus similaire, et tout aussi fructueux, a conduit à la création et à la mise en place des aires marines protégées au Costa Rica, notamment la réserve naturelle absolue de Cabo Blanco et les aires marines de pêche responsable. Malgré les difficultés liées à la diversité des critères, aux intérêts concurrents dans la création et la gestion concertée de ces aires marines, et à la primauté du bien-être communautaire sur le bien-être individuel, le processus a abouti à une meilleure coordination et coopération qui a permis de revitaliser les communautés de pêche et de diversifier les espèces capturées.

Ces expériences montrent à quel point la conservation peut être une priorité pour les pêcheur(se)s et qu'il est nécessaire de contrôler l'exploitation des ressources afin de garantir l'économie locale et l'avenir des communautés côtières. Cependant, la prévalence de la désarticulation institutionnelle et l'échec de l'État costaricien à mettre en œuvre des réglementations contraignantes dans les zones côtières ne doivent pas être ignorés.

Dans ce scénario, les communautés de pêche jouent un rôle fondamental dans la gestion des océans, et les universités publiques du pays, en particulier l'Universidad Nacional, Costa Rica (UNA), sont indispensables à la construction des territoires côtiers où règnent la coexistence démocratique et le respect des droits humains. Les pêcheur(se)s à petite échelle sont confrontés à des problèmes qui accentuent leur vulnérabilité, déjà marquée par la marginalisation, le chômage et la pauvreté. Ainsi, la prise de décisions impliquant la participation des pêcheurs à petite échelle se révèle une alternative valable et efficace sur la voie du développement durable. Pour parvenir à une participation effective des communautés côtières, il ne fait nul doute qu'il ne suffit pas de démocratiser les réglementations ou l'intervention des institutions concernées ; cela implique aussi d'autonomiser et de former des dirigeant(e)s qui soient capables de reconnaître les conditions prévalant dans les zones côtières, ces mêmes conditions étant décisives dans le processus de coconstruction de communautés résilientes. La responsabilité gouvernementale doit se focaliser sur le soutien de ces dirigeant(e)s pour faciliter la création d'une planification prospective aux niveaux local, national et régional, garante des mutations nécessaires.

Dans les communautés de pêche, les femmes jouent un rôle de premier plan en tant que gardiennes des savoirs et cheffes de file dans la lutte pour la survie familiale. Les femmes pêcheuses de Barra del Colorado au Costa Rica et d'Ilhabela au Brésil en sont le témoignage éloquent. Ces protagonistes si influentes sont invisibilisées, tout comme leurs efforts menés au jour le jour pour coupler les valeurs culturelles aux modèles de développement communautaire. Cette contradiction doit être dépassée de manière

à garantir les droits de toutes personnes vivant dans un pays donné. Par ailleurs, ces femmes font partie intégrante d'une communauté mondiale, qui partage des identités, des luttes et des difficultés similaires.

Les sensibilités particulières des femmes pêcheuses à l'égard de leur environnement les légitiment en tant qu'interlocutrices face aux manifestations du changement climatique sur les côtes. Les impacts physiques des territoires, comme ceux de la côte Caraïbe au Costa Rica, ne s'imposent pas toujours comme une évidence pour celles et ceux qui n'y sont pas directement exposés ; alors que le monde universitaire se doit d'assurer des surveillances prolongées de la dynamique côtière, ces transformations sont directement palpables pour les femmes pêcheuses.

Les processus érosifs font partie intégrante de la dynamique côtière et une analyse approfondie des océans implique de les envisager dans leur complexité, en tant que produits de l'interaction entre les processus naturels et l'activité humaine. Ces processus ont des répercussions sur le littoral où réside l'un des secteurs les plus pauvres de la population costaricienne, comme il a été décrit antérieurement. La recherche fournit des données scientifiques qui permettent non seulement de comprendre la dynamique côtière, mais aussi d'anticiper les scénarios de changement. Ces informations sont essentielles pour les autorités administratives locales lors de l'élaboration ou de la révision des plans cantonaux d'aménagement du territoire, car elles permettent de réduire l'exposition à des événements potentiellement dangereux pour la vie des personnes et susceptibles de détruire les écosystèmes et les infrastructures côtières.

Les tsunamis peuvent être des événements bien plus sporadiques que les glissements de terrain érosifs côtiers, mais la croissance rapide de la population dans ces zones augmente les risques d'exposition. Tant que les capacités de prévention seront renforcées, la résilience des communautés face aux catastrophes pourra se consolider. En ce sens, les cartes d'évacuation qui accompagnent leur conception sont idéales, surtout si elles sont intégrées à des plans d'urgence à mettre en œuvre au niveau interinstitutionnel.

Une contrainte affectant l'impact de l'Universidad Nacional dans ses domaines d'intérêt prioritaires est la disponibilité des ressources et la difficulté qui en découle pour la planification de la recherche à moyen et long terme, ainsi que l'innovation en matière de méthodologies de surveillance. Malgré les difficultés, la dynamique côtière dans le golfe de Nicoya et la baie de Santa Elena, deux espaces territoriaux clés pour l'économie du pays et la conservation de l'environnement, fait l'objet d'études depuis plusieurs années ; les informations collectées permettent de modéliser les paramètres océanographiques et leurs interactions. Ces projections pourraient constituer la base nécessaire à la prise de décisions au sein des communautés et des autorités administratives opérant au niveau local et central.

Certaines recherches menées à la UNA utilisent la sismologie comme outil de surveillance. La complexité de la dynamique des océans et leurs interactions avec la croûte terrestre sont ainsi mises en évidence. Cette méthodologie s'est avérée efficace pour détecter les menaces liées au changement climatique. Il s'agit de technologies innovantes qui procurent à la communauté scientifique des informations en temps réel sur les variations océaniques et les défis posés par ces effets pour les mesures de prévention et d'intervention en cas de concrétisation des risques. Ces technologies de pointe sont une preuve supplémentaire des apports significatifs réalisés par les universités publiques costariciennes à la compréhension de l'équilibre fragile entre les activités humaines, les variations climatiques et la dynamique des écosystèmes, ainsi que du potentiel croissant de déstabilisation des phénomènes océaniques, parmi lesquels le dôme thermique du Pacifique tropical oriental.

Des études soulignent l'importance du phénomène mentionné antérieurement dans l'économie des pays qui exploitent leurs richesses naturelles. Elles révèlent en même temps leur vulnérabilité croissante, tant que des mesures réglementaires sur l'utilisation des ressources et des actions de protection de la biodiversité ne sont pas mises en œuvre. Ces stratégies dépendent toutes deux de la protection permanente des espèces et des écosystèmes au moyen de la coordination d'efforts nationaux et internationaux. D'autres stratégies de surveillance biologique que l'Universidad Nacional applique depuis plus de trente ans dans des zones côtières stratégiques sont

tout aussi pertinentes. Elles visent à identifier les conditions favorisant les efflorescences algales nuisibles, ainsi que les risques posés par ces événements pour la santé des personnes et l'économie des territoires touchés. La stratégie de surveillance et de prise en charge des risques a évolué au fil du temps et, face aux impacts de plus en plus importants des phénomènes d'efflorescences, elle exige d'innover, de manière à accélérer les processus liés aux mesures qui sont prises et à faciliter la communication avec les autorités locales.

Malgré les avancées réalisées dans le domaine des connaissances, certains domaines clés doivent être renforcés pour progresser sur la voie de la gestion durable des océans, par exemple :

- Renforcer les efforts cohérents et intégrés de surveillance des océans et des côtes à travers le monde, dont les effets ont un impact à moyen et long terme, dans le but ultime de conserver, de gérer et d'exploiter, de manière durable, les ressources océaniques et côtières, ainsi que de minimiser la vulnérabilité et d'anticiper les phénomènes extrêmes ou habituels.
- Aborder le problème scientifique en question dans toute sa complexité, comme il se doit, en comptant sur une participation scientifique multidisciplinaire et interdisciplinaire.
- Encourager des approches intégrées, planifiées et soutenues par des investissements à long terme, incluant une coopération entre les nations et les organisations internationales.
- Promouvoir la coopération entre les groupes scientifiques ayant des intérêts communs afin d'élargir la portée des projets, de partager les compétences existantes et d'accroître la capacité d'analyse des données.
- Renforcer le développement de bases de données, assorties d'un contrôle de qualité de l'information, qui soient historiques et fiables, telles des archives numérisées, accompagnées de métadonnées, afin de comprendre, suivre l'évolution et anticiper les phénomènes régionaux ou mondiaux.

- Mobiliser les communautés côtières, les décideurs, les législateurs, la société civile, les organisations internationales, les spécialistes et la société dans son ensemble pour adopter des mesures visant à protéger, à exploiter de manière durable les ressources marines et côtières, et à réduire la vulnérabilité côtière.
- Prioriser les sources de financement en fonction des exigences des produits scientifiques à fort impact, en termes de couverture spatiale et temporelle.



PUBLICACIONES
UNIVERSIDAD NACIONAL

Este libro fue diseñado e impreso en 2025 en el Programa de Publicaciones e Impresiones de la Universidad Nacional, consta de un tiraje de 100 ejemplares en papel couché y cartulina barnizable y una versión PDF interactivo para lectura en dispositivos electrónicos.

5695-25-PUNA