

MONACO ACTION PLAN:

Plan d'action sur l'acidification des océans

Progrès et priorités

L'acidification des océans : de nouvelles mesures en perspective



L'ACIDIFICATION DES OCÉANS représente une véritable menace pour tous ceux qui dépendront de la mer et de ses ressources au cours des prochaines décennies. L'intérêt que je porte à ce problème remonte à de nombreuses années. En 2008, j'ai accueilli à Monaco le deuxième symposium sur « L'océan dans un monde avec un taux élevé de CO₂ ». Cet événement s'inscrivait dans le cadre d'un processus qui, aujourd'hui encore, cherche à sensibiliser la planète au problème de l'acidification des océans et à la nécessité d'intégrer cet enjeu majeur dans les débats politiques à l'échelle internationale. De gros efforts ont été déployés ces dix dernières années pour tenter de rapprocher les disciplines de la chimie et de la biologie marine, ainsi que pour établir de nouveaux liens entre un grand nombre de personnes et d'organisations. L'objectif poursuivi était double : d'une part, mettre en garde les acteurs contre ce problème anthropique mondial et, d'autre part, les inviter à informer et à sensibiliser de toute urgence leurs communautés respectives.

Lorsque je me penche sur cette dernière décennie et que je pense à la suivante, je prends conscience des prochains défis qui nous attendent : développer nos connaissances scientifiques, veiller à ce que les mesures politiques sur le climat répondent entièrement à la nécessité de lutter contre l'acidification des océans et redoubler d'efforts afin de pouvoir prévenir et agir contre l'acidification. Je réalise également aujourd'hui combien il est essentiel pour nous de considérer le problème de l'acidification des océans tout aussi sérieusement que d'autres facteurs de stress qui pèsent sur les océans, tels que le réchauffement, la surpêche et la désoxygénation. Le temps nous est compté. Face à ces nouveaux défis, je suis ravi de constater que les travaux soutenus par ma Fondation ont permis d'élaborer ce plan d'action. Je renouvelle mon appel en faveur d'une collaboration plus étroite afin de surmonter ce qui apparaît aujourd'hui comme l'un des enjeux océaniques les plus significatifs de notre génération.

SAS le Prince Albert II de Monaco

CELA NE FAIT À PEINE 10 ANS que le monde a reconnu pour la première fois les effets négatifs de l'acidification des océans sur certaines communautés côtières et certains secteurs économiques. Le processus chimique sous-tendant l'acidification des océans a été décrit dans les années 1950, mais il a fallu attendre près de 30 ans pour découvrir, grâce aux observations menées dans la partie nord-est de l'océan Pacifique, que la chimie de l'océan était déjà en train de changer. Dans les années 1990, des biologistes travaillant sur les récifs coralliens ont commencé à étudier ce phénomène. Puis, en 2004, le tout premier symposium sur « L'océan dans un monde avec un taux élevé de CO₂ » a permis à la communauté scientifique internationale d'analyser dans quelle mesure l'acidification des océans était susceptible d'affecter la capacité des organismes marins à former leurs coquilles et leurs squelettes à partir du carbonate de calcium. Nous savons aujourd'hui que l'acidification des océans s'ajoute aux principaux facteurs responsables, à l'échelle de la planète, des perturbations de l'écosystème marin, tels que le réchauffement des océans et la désoxygénation.

Depuis 2004, de grandes avancées ont été réalisées au niveau de la recherche, de la compréhension, de l'évaluation et de la communication des problèmes causés par l'acidification des océans. Si ces progrès ont permis de mieux comprendre ce phénomène et de sensibiliser la planète aux menaces qu'il représente, ils ont également conduit à la mise en place de nouvelles structures organisationnelles capables d'encadrer les débats en matière de recherche scientifique et de politique internationale.

« L'acidification des océans est une tempête silencieuse. On ne l'entend pas, on ne la ressent pas, on ne la voit pas, mais les scientifiques mesurent ses impacts. »

CAROL TURLEY, PLYMOUTH MARINE LABORATORY, ROYAUME-UNI

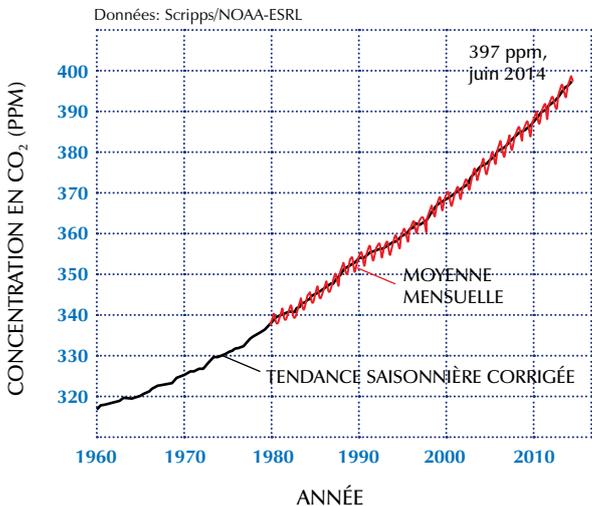
Ce plan d'action a été élaboré par le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans, composé de représentants des communautés scientifiques et des personnes utilisant les résultats scientifiques. Ce plan vise à synthétiser les avancées et à définir les priorités pour la recherche et le développement des mesures politiques dans le but de suivre l'évolution des impacts que nous commençons à découvrir au niveau des écosystèmes et des secteurs économiques les plus vulnérables à l'acidification des océans. Il s'adresse aussi bien aux gouvernements, aux conseillers politiques et aux décideurs qu'aux nouvelles parties prenantes et aux experts de l'acidification des océans. Bien que ce plan ne soit pas exhaustif, il présente les principales avancées et vise à faire le point sur les activités scientifiques et politiques tout en lançant le débat sur les actions à entreprendre en priorité au cours des 10 prochaines années.

Les 10 priorités du « Monaco Action Plan »

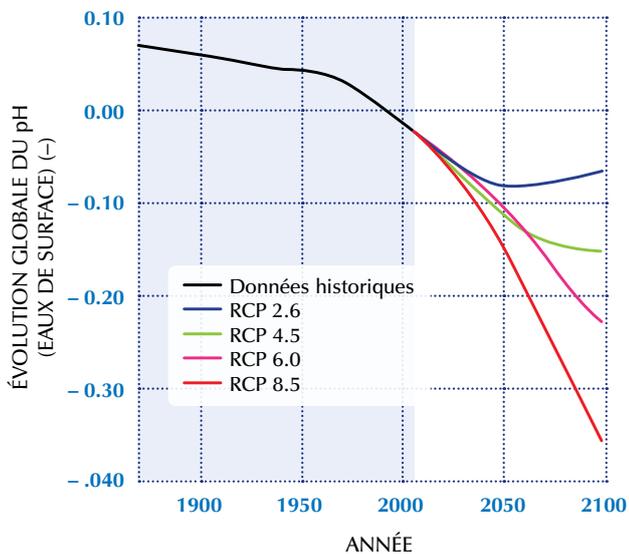
1. Axer la recherche scientifique davantage sur l'étude des écosystèmes que sur les espèces individuelles afin de comprendre les impacts sur les réseaux trophiques et les services écosystémiques, et créer des données utiles à la configuration de modèles.
2. Concevoir des études expérimentales à long terme pour comprendre les phénomènes d'adaptation et d'acclimatation.
3. Prendre en compte les différents facteurs de stress, les principes sous-jacents et la variabilité naturelle pour renforcer le degré de certitude des prochains impacts en conditions « grandeur nature ».
4. Soutenir les efforts visant à réduire les émissions de CO₂ à une échelle et une vitesse suffisantes pour éviter les dangers induits par le changement climatique et l'acidification des océans.
5. Faire preuve de prudence en matière de gestion adaptative des mers et des océans pour gérer de façon optimale les puits de carbone, encourager une plus forte résilience des écosystèmes et protéger la diversité génétique.
6. Associer le développement des réseaux d'observation de l'acidification des océans aux besoins des communautés, des secteurs, des régions et des gouvernements afin de garantir le niveau des investissements et des aides nécessaires au développement des capacités de prévision.
7. Encourager les efforts de coordination au niveau international, pour sous-tendre les programmes de recherche nationaux, mettre à jour et promouvoir les normes, les données et les systèmes, permettre le déploiement et l'interprétation efficaces des activités de monitoring et améliorer la communication avec les personnes utilisant les résultats scientifiques.
8. Identifier et développer les relations avec de nouvelles parties prenantes concernées par l'acidification des océans.
9. Soutenir la recherche afin d'identifier les impacts économiques actuels et futurs de l'acidification des océans.
10. Investir dans l'éducation et la communication auprès du grand public ainsi que dans la formation scientifique pour aider au développement des compétences dans les régions vulnérables.

L'acidification des océans — récapitulatif de la science

L'ACIDIFICATION DES OCÉANS est principalement causée par l'augmentation de la concentration de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère.

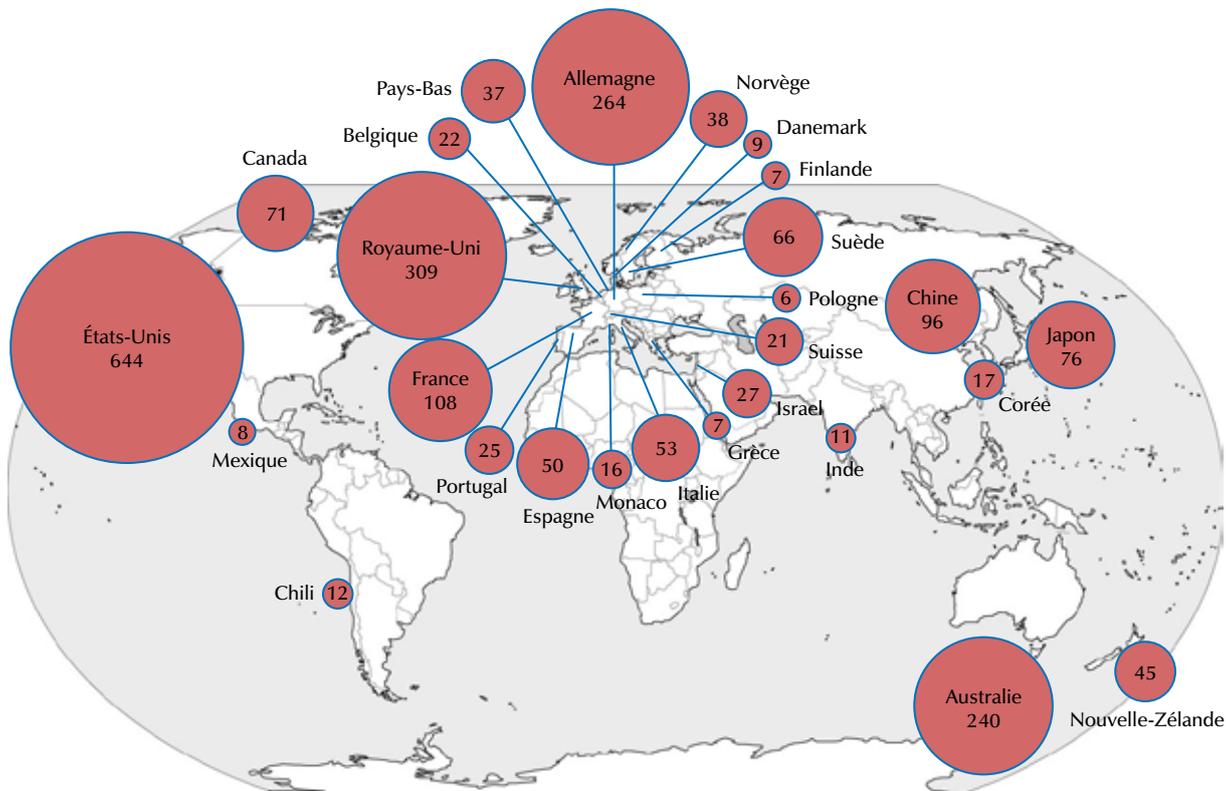


Le degré d'impact de l'acidification des océans à l'avenir dépend de l'ampleur des émissions de CO₂, comme le montrent ici les données relatives aux quatre scénarios du GIEC : RCP 2,6, émissions les plus faibles (CO₂ atmosphérique à ~421 ppm en 2100) ; RCP 6,0, émissions faibles (~538 ppm) ; émissions modérées (~670 ppm) ; et RCP 8,5, émissions élevées (~936 ppm). D'après Bopp et al. 2013.



La recherche sur l'acidification des océans par pays, basée sur les adresses des premiers auteurs pour les articles publiés entre 2005-2014 (les pays avec 5 ou plus publications sont affichés).

(P. Williamson. Data from the International Atomic Energy Agency (IAEA) Ocean Acidification International Coordination Centre)



L'augmentation importante, il y a 10 ans environ, de l'intérêt porté à l'acidification des océans a suscité la mise en place de plusieurs programmes de recherche nationaux. Ces initiatives ont permis d'étudier le phénomène sous différents angles d'approche : expériences en laboratoire, carottes de sédiments, observations menées sur le terrain dans des zones naturellement riches en CO₂ à cause des phénomènes de "upwelling" (la remontée d'eaux profondes en surface) ou une activité volcanique sous-marin adjacente, expériences visant à placer une partie de l'environnement naturel en conditions contrôlées afin de

pouvoir manipuler artificiellement les concentrations de CO₂ ou encore expériences permettant d'étudier les effets *in situ* de l'absorption de CO₂ par les océans.

Ces travaux ont déjà permis de démontrer clairement que l'acidification des océans :

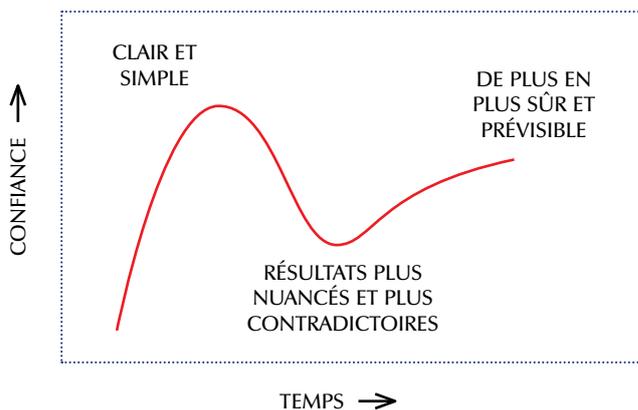
- est causée par les émissions de CO₂ ;
- modifie la chimie des carbonates dans l'océan ;
- est un phénomène qui a lieu actuellement ; et
- évolue très rapidement.

Nous savons que l'acidification des océans est liée à d'autres facteurs de stress qui pèsent sur les océans et que ce cocktail de facteurs a la capacité d'affecter gravement les services écosystémiques marins.

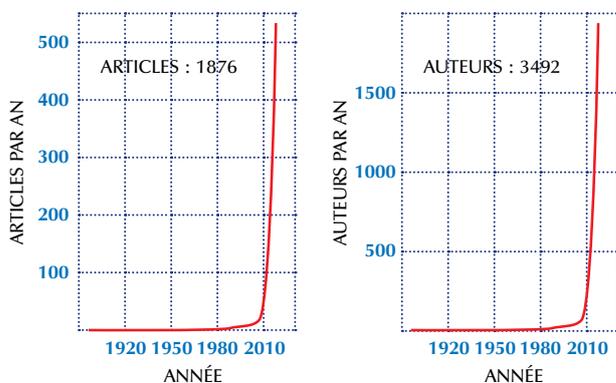
Si l'on prend en compte l'ensemble des facteurs, l'acidification qui s'est produite au cours de ces 250 dernières années est la plus importante depuis au moins 55 millions d'années et probablement le changement le plus rapide depuis au moins 300 millions d'années.

Une ère tout en nuance : paradoxe et défi

D'après S. Doney



L'acidification des océans : un domaine de recherche relativement jeune



	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ARTICLES	24	24	36	71	128	166	217	314	357	539
AUTERS	58	92	120	221	341	554	640	1068	1312	1868

D'après Gattuso et Hansson 2011 et Gattuso et al. 2011.

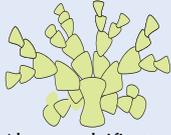
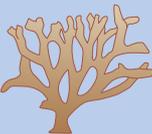
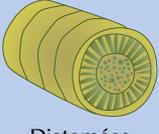
Les études scientifiques menées sur l'acidification des océans évoluent rapidement et les conclusions des travaux de recherche menés récemment changent notre perception initiale de la nature des effets potentiels sur les écosystèmes océaniques. La plupart des expériences les plus récentes étaient à la fois « courtes et simples », et ont présenté des résultats très hétérogènes. Par la suite, nous avons accordé plus d'importance à la durée des expériences, aux conditions physiologiques et aux interactions avec d'autres facteurs de stress, ce qui a permis de mieux comprendre la situation et d'améliorer nos prévisions dans des conditions « grandeur nature ». Le volume de publications consacrées à l'acidification des océans, ainsi que le nombre de chercheurs impliqués, ont considérablement augmenté depuis 2008, date du deuxième symposium sur « L'océan dans un monde avec un taux élevé de CO₂ ».

Nous savons aujourd'hui que le développement d'un très grand nombre d'espèces d'importance écologique, commerciale et culturelle sont susceptibles d'être perturbés par l'acidification des océans. Néanmoins, cet impact varie sensiblement entre les espèces, l'effet pouvant même être positif sur certaines d'entre elles ; par ailleurs, il n'est pas impossible que les réponses évoluent au fil du temps suite à des phénomènes comme l'acclimatation et l'adaptation, qui se manifestent souvent qu'après plusieurs générations. Ainsi, nous ne sommes pas en mesure à l'heure actuelle de définir précisément l'impact global de l'acidification des océans à l'échelle des écosystèmes. La mise en perspective des conclusions relatives aux nombreuses expériences menées en laboratoire (méta-analyses) révèle des impacts négatifs sur la survie et la calcification, la croissance et le développement ainsi que l'abondance. Du côté des effets positifs (via une stimulation de la photosynthèse), il convient de citer, par exemple, une croissance accrue chez certaines algues non-calcifiantes et diatomées. De tels effets positifs doivent être replacés dans leur contexte et comparés aux conséquences négatives bien plus nombreuses qui interagiront et conduiront inévitablement aux changements importants de l'environnement marin à l'avenir, si l'homme ne parvient pas à réduire considérablement et rapidement les émissions de CO₂.

Des analyses de multiples données, des sondages des experts et des synthèses de résultats de recherche ont permis à la communauté scientifique internationale de déterminer le degré de certitude associé à la science de l'acidification des océans. Un exemple est le Résumé à l'intention des décideurs de 2013, publié conjointement par le Programme International Géosphère-Biosphère (PIGB), le Comité scientifique pour la recherche océanique (SCOR) et la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO (COI-UNESCO). Ce rapport présente un état des lieux des connaissances scientifiques sur l'acidification des océans en s'appuyant sur des travaux de recherche présentés en septembre 2012 lors du troisième symposium international sur « L'océan dans un monde avec un taux élevé de CO₂ » de Monterey (Californie), le plus grand rassemblement d'experts en acidification des océans à ce jour. Plusieurs évaluations des impacts de l'acidification des océans effectuées par la suite par la Convention sur la diversité biologique et le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ont abouti aux mêmes conclusions.

Des recherches menées dans le cadre du projet MedSea (*Mediterranean Sea Acidification in a Changing Climate*) ont permis de documenter les effets de l'acidification des océans à l'échelle régionale. Fruit des efforts déployés conjointement par plus d'une centaine de scientifiques auprès de 22 instituts dans 12 pays, ces travaux ont abouti entre autres à 10 constatations sur l'acidification et le réchauffement des océans. La température de la mer Méditerranée a déjà augmenté de près de 1 °C au cours des 25 dernières années et son acidité de près de 10 % sur la même période (http://medsea-project.eu/wp-content/uploads/2011/08/10_facts_english.pdf).

Résumé des effets de l'acidification sur différents groupes taxonomiques. Augmentation ou diminution moyenne de la réponse donnée (en %), ou absence d'une réponse positive ou négative. D'après Kroeker et al. 2013.

TAXA	RÉPONSE	EFFET MOYEN	TAXA	RÉPONSE	EFFET MOYEN
 Algues calcifiantes	Survie		 Crustacés	Survie	
	Calcification			Calcification	
	Croissance			Croissance	
	Photosynthèse	-28%		Développement	
	Abondance	-80%		Abondance	
 Coraux	Survie		 Poissons	Survie	
	Calcification	-32%		Calcification	
	Croissance			Croissance	
	Photosynthèse			Développement	
	Abondance	-47%		Abondance	
 Coccolithophores	Survie		 Algues molles	Survie	
	Calcification	-23%		Calcification	
	Croissance			Croissance	+22%
	Photosynthèse			Photosynthèse	
	Abondance			Abondance	
 Mollusques	Survie	-34%	 Herbiers marins	Survie	
	Calcification	-40%		Calcification	
	Croissance	-17%		Croissance	
	Développement	-25%		Photosynthèse	
	Abondance			Abondance	
 Échinodermes	Survie		 Diatomées	Survie	
	Calcification			Calcification	
	Croissance	-10%		Croissance	+17%
	Développement	-11%		Photosynthèse	+12%
	Abondance			Abondance	

Non testé ou trop peu d'études
 Amélioration <25%
 Absence d'une réponse positive ou négative (globalement)
 Réduction <25%
 Réduction >25%

Les différents degrés de certitude de la science sur l'acidification des océans

Extrait du Résumé à l'intention des décideurs (PIGB, COI, SCOR 2013)

CERTITUDE	SCIENCE
CERTITUDE TRÈS ÉLEVÉE	La capacité de l'océan à agir en tant que puits de carbone diminue au fur et à mesure qu'il s'acidifie
	L'acidification des océans est causée par les émissions de CO ₂ dans l'atmosphère, produites par l'activité humaine
	Les effets des émissions passés des combustibles fossiles sur l'acidification des océans seront ressentis pendant des siècles
	L'acidification anthropogénique des océans est en cours, et elle est mesurable
	Une réduction des émissions de CO ₂ freinera la progression de l'acidification des océans
CERTITUDE ÉLEVÉE	L'océan s'acidifie plus rapidement aujourd'hui qu'il ne l'a fait pendant des millions d'années
	D'autres facteurs de stress aggravent les effets de l'acidification des océans
	Les communautés coralliennes d'eaux froides sont en danger et pourraient disparaître
	L'acidification des océans peut être bénéfique pour certaines espèces d'herbes marines et de phytoplancton
	La combinaison de l'acidification des océans et de l'augmentation des températures a des effets néfastes sur de nombreux organismes
	Les mollusques (tels que les moules, les huîtres et les ptéropodes) sont l'un des groupes les plus sensibles à l'acidification des océans
	Si les émissions de CO ₂ poursuivent leur trajectoire actuelle, dans le courant de ce siècle, l'érosion des récifs coralliens risque de devenir plus rapide que leur croissance.
Les différentes réponses des espèces à l'acidification des océans et autres facteurs de stress risquent d'entraîner des modifications des écosystèmes marins, mais l'ampleur de l'impact est difficile à prévoir	
CERTITUDE MOYENNE	L'acidification des océans aura des effets négatifs sur de nombreux organismes aux structures calcaires
	Les coquilles des ptéropodes (escargots marins) se dissolvent déjà
	L'acidification des océans pourrait avoir des effets directs sur la physiologie, le comportement et la santé des poissons
	L'acidification des océans pourrait stimuler la fixation de l'azote chez certaines cyanobactéries
	Le déclin de la conchyliculture entraînera des pertes économiques, mais l'ampleur de ces pertes est incertaine
La dégradation des récifs coralliens aura inévitablement des impacts socioéconomiques négatifs, mais l'ampleur de ces coûts est incertaine	
CERTITUDE FAIBLE	Les impacts de l'acidification des océans sur les écosystèmes peuvent nuire aux prédateurs de niveau trophique supérieur et à l'industrie de la pêche
	L'acidification des océans modifiera les cycles biogéochimiques à l'échelle globale

Suivre l'évolution de l'acidification des océans : l'importance d'une recherche et des observations océaniques coordonnées

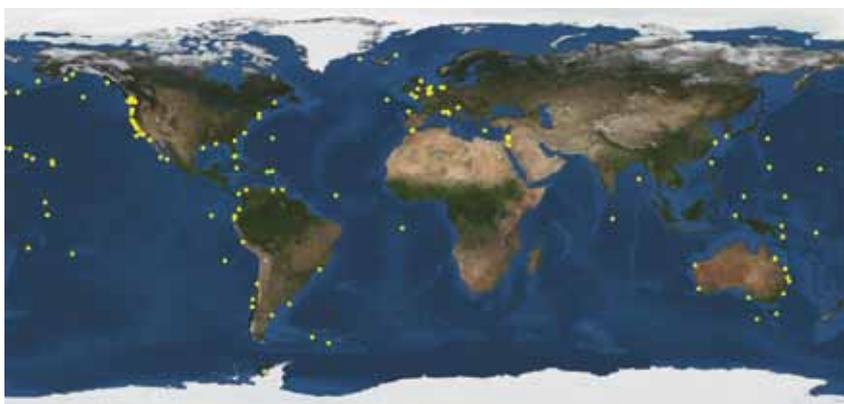
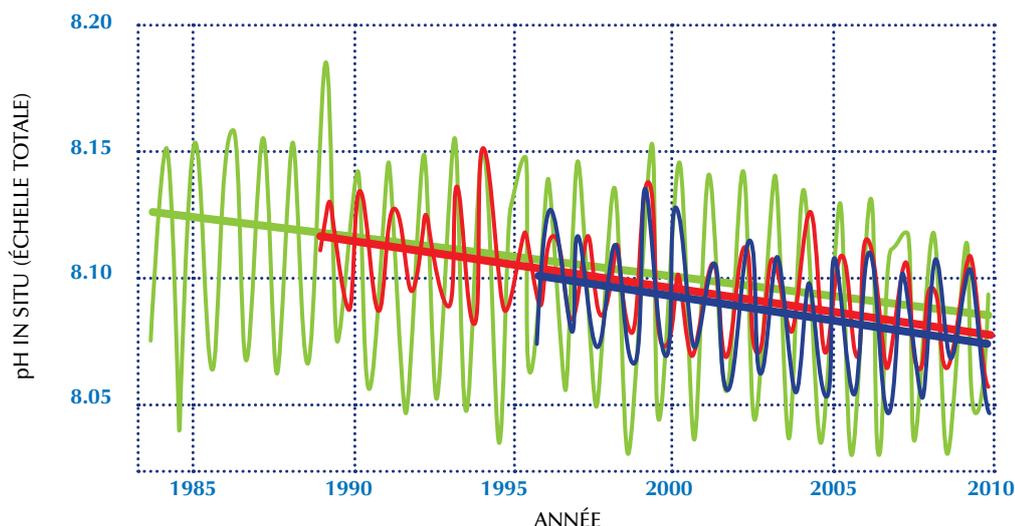
D'APRÈS DES OBSERVATIONS effectuées au cours des 25 dernières années et des travaux de reconstruction de pH (à partir de la composition des squelettes des coraux) menés depuis les années 1940, la teneur en CO₂ dissous dans l'océan de surface tend à augmenter (baisse de pH). Ces tendances sont en accord avec les changements observés au niveau des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère.

Bien qu'il soit important de continuer à effectuer ce type de relevés à long terme dans la mesure où ils apportent des preuves incontestables d'une augmentation de l'acidité des océans, nous avons besoin aujourd'hui de nous appuyer sur des observations ciblées, pratiquées à un niveau régional mais intégrées à l'échelle internationale, afin de compléter les autres activités de monitoring chimique et biologique ainsi que de garantir la pertinence des recherches grâce à une meilleure compréhension des processus impliqués. Ainsi, il ne suffit pas de mesurer le pH ou tout autre composant de la chimie des carbonates, puisque le rythme et l'ampleur de l'acidification

des océans dépendent non seulement d'autres conditions physico-chimiques (dont la température, les apports en eau douce et nutriments, et les remontées d'eau (phénomènes de "upwelling")), mais également de facteurs biologiques (production primaire, décomposition).

Le réseau mondial d'observation de l'acidification des océans (GOA-ON ; www.goa-on.org) a été fondé en 2013 dans le but de proposer une approche internationale collaborative visant à répondre à la nécessité de procéder à un panel d'observations bien plus large. Ce réseau a notamment pour objectif de consigner l'état et les avancées de l'acidification des océans en haute mer, sur les littoraux et au niveau des estuaires ; d'approfondir notre connaissance des facteurs et des impacts de l'acidification des océans sur les écosystèmes marins ; et de fournir les données spatiales et temporelles nécessaires à l'optimisation des modèles utilisés pour estimer l'ampleur de l'acidification des océans dans le futur.

Évolutions à long terme du pH des eaux de surface, présentant les données des stations *Bermuda Atlantic Time-series Study* (BATS, 31°40'N, 64°10'O ; en VERT) et Hydrostation S (32°10', 64°30'O), de 1983 à nos jours ; les données *Hawaii Ocean Time-series* (HOT) de la station ALOHA (A Long-term Oligotrophic Habitat Assessment ; 22°45'N, 158°00'O ; ROUGE) de 1988 à nos jours ; et les données de la station ESTOC (European Station for Time series in the Ocean, 29°10'N, 15°30'O ; BLEU) de 1994 à nos jours. D'après Rhein et al. 2013.



Le réseau d'observation de carbone océanique actuel, y compris les stations de séries temporelles et mouillages.

D'après GOA-ON www.goa-on.org

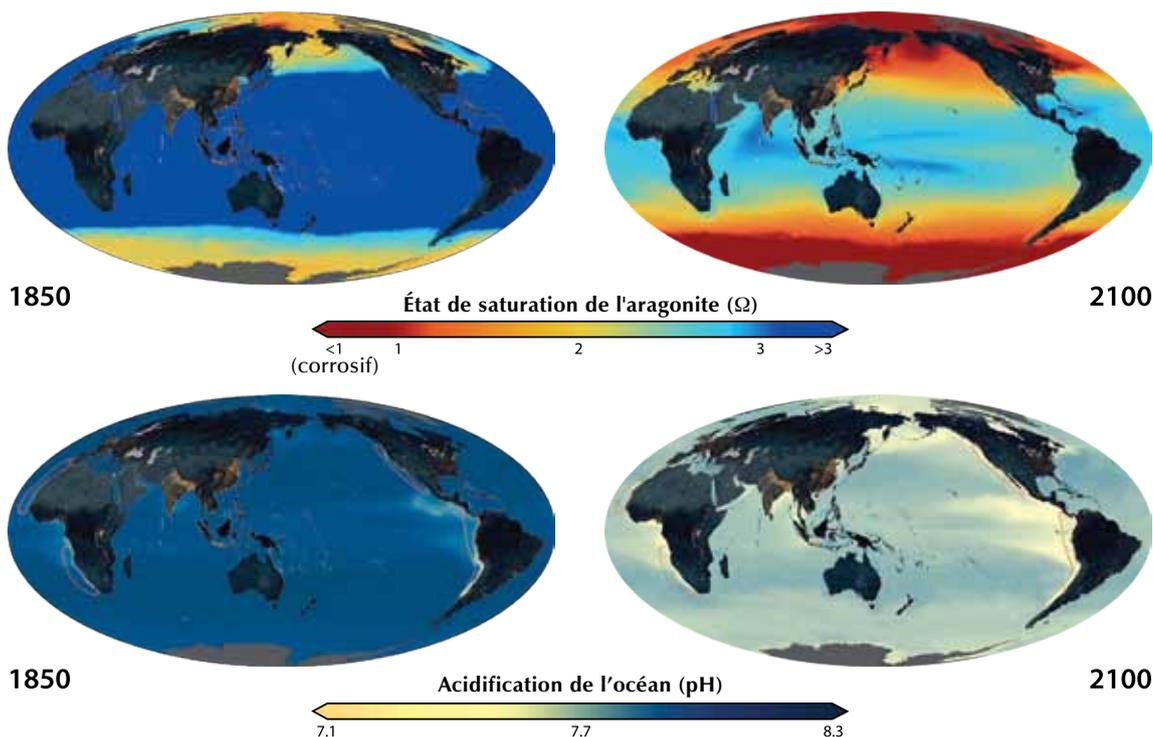
L'importance d'obtenir des données globales sur l'acidification des océans a été reconnue par l'Assemblée générale des Nations Unies¹, la Convention sur la diversité biologique et de nombreux organes gouvernementaux et non gouvernementaux ayant récemment apporté leur soutien à la communauté scientifique dans le cadre de la mise en place du réseau GOA-ON. La toute

première conférence « Our Ocean », organisée par John Kerry au sein du Secrétariat d'État des États-Unis en juin 2014 à Washington, D.C, a donné un élan supplémentaire à tous ces efforts. Le plan d'action élaboré à l'issue de cette conférence insistait sur la nécessité de créer de toute urgence « un dispositif mondial de monitoring de l'acidification des océans ».

1. Paragraph 153 of 68/70, passed 9 December 2013: "...encouraged States and competent international organisations and other relevant institutions, individually and in cooperation, to urgently pursue further research on ocean acidification, especially programmes of observation and measurement..."

Saturation en aragonite et pH des eaux de surface en 1850 et 2100 en se basant sur le scénario des émissions de CO₂ élevées (RCP 8,5)

Model projections calculated by MPI-ESM-LR, data provided by Tatiana Ilyina from Max Planck Institute for Meteorology. Design by Globaia. Adapted from IGBP, SCOR, IOC 2013.



Le réseau mondial d'observation de l'acidification des océans (GOA-ON) s'appuie sur le réseau de collecte de données qui existe déjà pour le carbone et qui utilise des hydrographiques répétées, des stations d'observation (séries temporelles), des flotteurs, d'hydroplaneurs ainsi que de navires d'observation bénévoles. Le réseau GOA-ON vise à fournir les meilleures informations disponibles sur l'état des lieux actuel des plates-formes d'observation sur l'acidification des océans à l'échelle mondiale.

Le développement ultérieur du réseau GOA-ON sera précisément aligné sur le Cadre pour l'observation de l'océan du Système mondial d'observation de l'océan (GOOS), ainsi que sur le Projet international de coordination des données sur le carbone océanique (IOCCP). Le réseau continuera également à travailler en étroite collaboration avec la Commission océanographique intergouvernementale (COI de l'UNESCO), le Centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC de l'Agence internationale de l'énergie atomique) et d'autres organismes et projets compétents.

Parmi les prochains objectifs du réseau GOA-ON figurent des mesures supplémentaires dans des zones géographiques fortement affectées, ainsi que le développement des capacités nécessaires ; le renforcement des liens avec les études expérimentales et théoriques ; le maintien et le renforcement des échanges avec la communauté d'observation des océans ; la mise en place d'une gestion et d'un partage de données efficaces faisant l'objet d'un contrôle qualité à l'échelle internationale via des centres d'archivage de données ; et l'encouragement du développement de produits de synthèse sur la base des mesures du réseau GOA-ON. Il convient néanmoins de trouver maintenant les moyens de garantir le niveau d'encadrement et les ressources nécessaires pour atteindre tous ces objectifs.

AL'un des objectifs des dix prochaines années porte sur l'exploitation du réseau d'observation dans le cadre de la mise en place de systèmes de prévision de l'acidification des océans (à court et à long terme), notamment dans les zones océaniques vulnérables. Ce processus devrait encourager le réseau d'observation à se concentrer sur les besoins des parties prenantes, ainsi qu'à encourager et professionnaliser les services pouvant être proposés à une grande majorité d'entre elles.

WENDY SCHMIDT
OCEAN HEALTH XPRIZE®

Prix XPRIZE : encourager le développement des nouvelles méthodes pour la mesure de l'acidification des océans

XPRIZE est une organisation à but non lucratif qui encourage le développement technologique dans l'intérêt de la société en organisant des compétitions primées. Au printemps 2012, la fondation XPRIZE a commencé à porter une attention particulière au monde des océans en annonçant le prix Wendy Schmidt Ocean Health XPRIZE : une compétition mondiale dotée d'un prix de 2 millions de dollars mettant des équipes d'ingénieurs, de scientifiques et d'innovateurs au défi de créer un capteur de pH à la pointe de la technologie, capable de mesurer la chimie des océans de façon économique, précise et efficace.

La plupart des technologies actuelles en matière de capteur de pH sont trop coûteuses, trop imprécises ou trop instables pour permettre la collecte d'une quantité suffisante de données fiables sur l'état de l'acidification des océans. Deux prix d'une valeur de 1 million de dollars chacun sont proposés : l'un pour la précision de la nouvelle solution et l'autre pour son prix économique.

À plus long terme, l'une des principales difficultés ne sera pas tant de remettre les récompenses aux équipes lauréates, mais plutôt de parvenir à commercialiser l'invention primée. Face à la nécessité de créer sans tarder un réseau d'observation mondial pour l'acidification des océans, l'objectif est de garantir le déploiement rapide, dans le monde entier, des capteurs sélectionnés de façon à pouvoir multiplier les observations de l'acidification pour répondre aux besoins de prévisions futures.

La nécessité de réagir face à l'acidification des océans : le coût de l'inaction et le manque de temps

CES 10 DERNIÈRES ANNÉES, la recherche a montré que certains changements supposés avoir lieu dans quelques années seulement interviennent plus rapidement que prévu. Cette évolution est progressive, si bien que dans les décennies à venir il est probable que les communautés côtières, notamment celles vivant dans des régions vulnérables (zones de "upwelling" et latitudes élevées) enregistrent des pertes de productivité et, par conséquent, des baisses de revenu. Plus les émissions de CO₂ dans l'atmosphère seront importantes, plus les océans s'acidifieront.

Baisse de la production de crustacés dans les états d'Oregon et de Washington : que nous réserve l'avenir ?

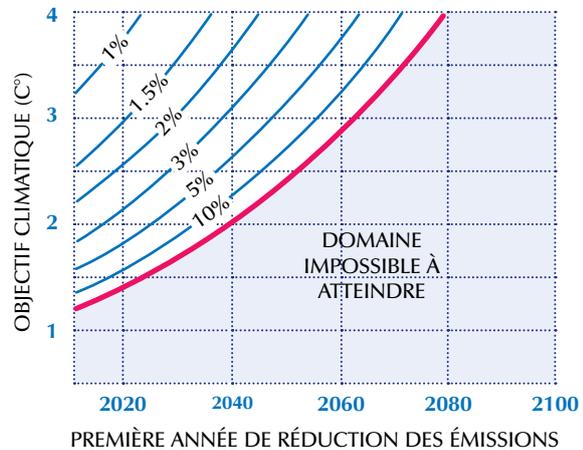
Certaines des conséquences de l'acidification des océans prévues pour 2100 ont d'ores et déjà commencé à se faire sentir au niveau local. En 2007, des écloséries de l'Oregon et de Washington ont enregistré des taux de mortalité de larves d'huîtres de 70 à 80 %, une situation sans précédent menaçant une industrie qui génère aujourd'hui près de 300 millions de dollars de recettes annuelles pour l'économie côtière.

Les responsables des écloséries ont fait appel aux scientifiques qui ont pu déterminer que la mortalité des larves était due aux remontées d'eau, riches en CO₂. Des chercheurs ont signalé en 2008 que la remontée des eaux acidifiées au niveau du plateau continental de l'Amérique du Nord avait une action corrosive sur les coquilles et les squelettes des coraux, du plancton et des crustacés. Si les eaux remontées ont toujours présenté un pH inférieur aux eaux de surface partout ailleurs, de tels effets sont maintenant exacerbés par les concentrations plus élevées de CO₂ dans l'atmosphère, ce qui augmente la fréquence et la gravité des épisodes corrosifs.

Grâce à un financement national et fédéral, les conchyliculteurs disposent désormais d'un équipement de surveillance sur leurs sites d'élevage, qui leur permet d'anticiper l'arrivée des eaux corrosives et mettre en œuvre des processus d'adaptation. L'identification des impacts de l'acidification des océans au large des côtes américaines témoigne de la capacité de la communauté scientifique et de l'industrie américaines à détecter le phénomène et à s'y adapter : des compétences largement absentes dans les principales zones océaniques touchées par l'acidification dans les pays en développement.

Les taux de réduction des émissions nécessaires (en % par an) en fonction du moment où l'atténuation commence et l'objectif climatique désiré (ligne rouge)

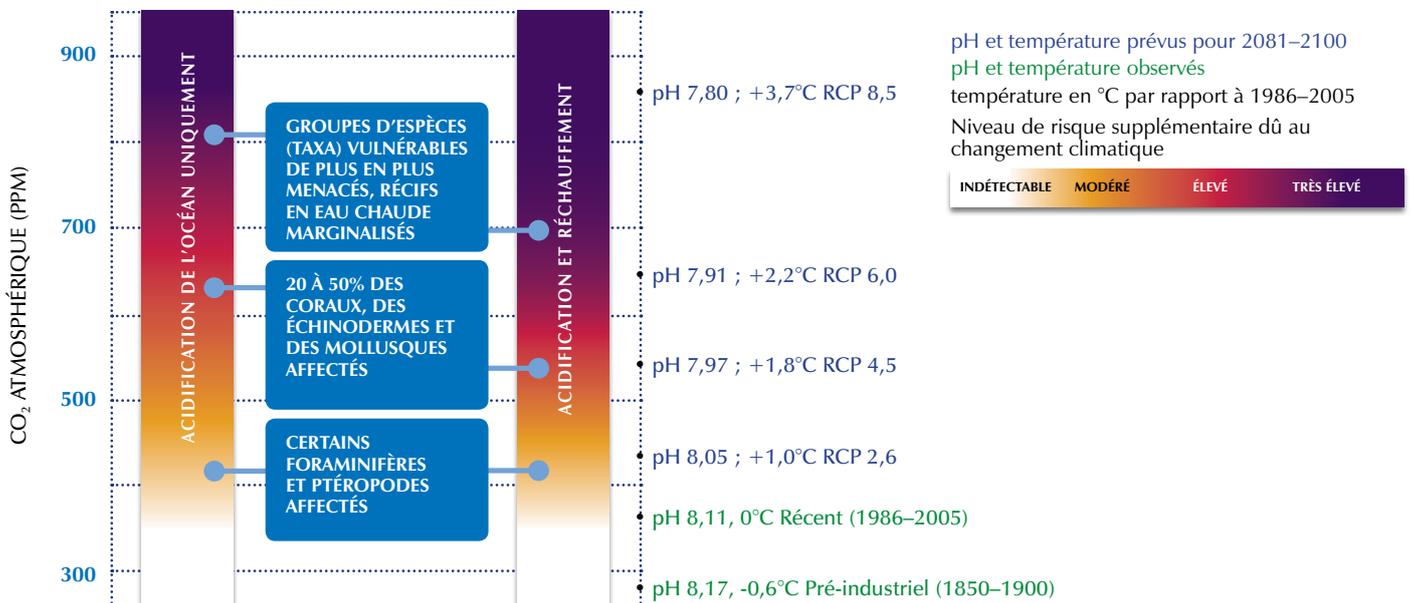
D'après Stocker 2013.



Seule la réduction des émissions de combustibles fossiles, de la production de ciment et de la déforestation peut réellement garantir la diminution nécessaire des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. Il s'agit d'un enjeu majeur, mais il est possible de mettre en place des mesures durables à long terme dès aujourd'hui. Toute inaction aurait un prix bien supérieur. Pour revenir à l'exemple concernant la partie nord-ouest du Pacifique, les difficultés à exploiter les écloséries dans les conditions d'eau de mer actuelles sont telles qu'un établissement a déjà déplacé ses installations à Hawaii pour contourner le problème.

D'après les estimations, la stabilisation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère entre 500 et 550 ppm coûterait environ 1 % du PIB mondial annuel [Stern, 2007]. Plus nous tarderons à réduire les émissions de dioxyde de carbone, plus les efforts à fournir dans ce domaine seront importants et difficiles ; et par conséquent, plus le coût financier total à l'échelle de la planète sera élevé.

Risques menaçant les organismes marins affectés par l'acidification des océans, seule ou en association avec un réchauffement. D'après le rapport de synthèse complet AR5 du GIEC (2014) Fig 2.5.



Les responsables d'un séminaire consacré à la protection des océans appellent le monde à fournir les efforts nécessaires pour adapter l'objectif climatique de 2 °C défini par la CCNUCC pour lutter pleinement contre les effets sur les océans, par exemple l'augmentation du niveau de la mer et l'acidification des océans

Un séminaire de haut niveau intitulé *Sea Change: Developing Strategies for Rising Sea Levels and Ocean Acidification* (Évolution des milieux marins : mise en place de stratégies pour lutter contre l'augmentation du niveau de la mer et l'acidification des océans) a eu lieu à Sunnylands, du 10 au 12 octobre 2014. Organisé par The Annenberg Foundation Trust à Sunnylands, SAS le Prince Albert II de Monaco, Son Excellence Aote Tong, Président de la République des Kiribati, ainsi que la Scripps Institution of Oceanography, ce séminaire a notamment publié les conclusions suivantes :

« Un grand nombre de participants ont confirmé les dernières conclusions du GIEC, selon lesquelles il serait nécessaire de réduire davantage les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2020 pour limiter le réchauffement de la planète à 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels. Les participants ont également reconnu la nécessité de prendre pleinement en compte les effets sur les océans, comme l'augmentation du niveau de la mer et l'acidification, dans les efforts de réduction déployés par la communauté internationale et dans le cadre de la révision des objectifs en matière de climat (ou de température).

La Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) représente le principal mécanisme mondial permettant de lutter contre l'acidification des océans. Cette problématique est couverte par l'Article 2 de la Convention, qui insiste notamment sur la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau empêchant toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.

L'enjeu consiste donc à passer d'un environnement dans lequel les gouvernements du monde entier reconnaissent le besoin de réduire les émissions de gaz à effet de serre pour limiter le réchauffement moyen de la planète à 2 °C à la nécessité de définir des plafonds d'émission de CO₂ dans l'atmosphère pour éviter non seulement un changement

climatique « dangereux », mais également une acidification des océans tout aussi « dangereuse ». Une solution globale ne permettra pas de relever simultanément le défi du changement climatique et celui de l'acidification des océans. Nous devons définir en effet plusieurs indicateurs et objectifs pour lutter non seulement contre le réchauffement de la planète, mais également l'acidification des océans, ce qui souligne la nécessité de réduire encore davantage les émissions. Si la CCNUCC devait lutter directement contre l'acidification des océans de cette façon, cela justifierait, entre autres, de baisser le seuil d'émissions autorisées au cours du 21^e siècle.

Adaptation : l'acidification des océans est un problème mondial qui concerne toutes les sociétés. Or, de nombreux pays n'ont pas encore la capacité d'étudier et de comprendre ce phénomène. Il conviendra de prévoir les ressources nécessaires pour former les différents acteurs, développer les compétences locales appropriées et approfondir les connaissances de façon à pouvoir mesurer l'acidification dans le monde entier, détecter les premiers signes de changement et avoir le temps de s'adapter. Les possibilités d'adaptation restent néanmoins extrêmement limitées, c'est pourquoi il est urgent d'agir immédiatement et de façon significative pour réduire les émissions. La Convention sur la diversité biologique a publié, par exemple, des conseils expliquant de manière très pratique comment contrer les effets de l'acidification des océans sur la biodiversité marine et côtière.

Atténuation : l'atténuation est la seule réponse permettant de réduire le rythme de l'acidification des océans, ainsi que son ampleur. Celle-ci est irréversible à l'échelle du temps humain. Une stratégie d'atténuation implique le renforcement de toute urgence de la collaboration internationale ; or, les fonds nécessaires à sa mise en place sont actuellement insuffisants. Pour appliquer le processus recommandé par la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, les parties prenantes et les experts doivent définir des objectifs climatiques supplémentaires pertinents en lieu et place des seuils de température traditionnels. Une collaboration ciblée entre les Nations Unies, les gouvernements, les états, les ONG, les fondations, l'industrie, les marchés financiers, les citoyens et les scientifiques visant à réduire l'impact de l'acidification des océans et à s'y adapter est essentielle.

Une collaboration internationale renforcée: soutenir les capacités régionales et les programmes nationaux

« Nous recommandons d'appuyer les initiatives visant à lutter contre l'acidification des océans et les incidences du changement climatique sur les ressources et les écosystèmes marins et côtiers. À cet égard, nous réaffirmons la nécessité de coopérer pour empêcher que le phénomène de l'acidification des océans ne poursuive et pour améliorer la résilience des écosystèmes marins et des populations qui en dépendent pour survivre, et nous rappelons la nécessité de promouvoir la recherche scientifique marine et le suivi et l'observation de l'acidification des océans et des écosystèmes particulièrement vulnérables, notamment en améliorant la coopération internationale dans ce domaine. »

CONCLUSIONS DU SOMMET RIO+20, PARAGRAPHE 166, JUIN 2012

LE PREMIER PROJET national a été lancé par le Royaume-Uni et portait sur les implications du CO₂ en milieu marin (IMCO2 ; 2004 – 2008). Le projet européen sur l'acidification des océans de 2008 (EPOCA; <http://www.epoca-project.eu/>) a, quant à lui, été le premier programme international consacré à l'acidification des océans. Entre 2008 et 2012, huit pays ont entamé des projets de recherche à l'échelle nationale, certains impliquant des travaux sur les milieux marins au niveau régional, comme

Le symposium « L'océan dans un monde avec un taux élevé de CO₂ », organisé conjointement par le Comité scientifique pour la recherche océanique, le Programme International Géosphère-Biosphère (PIGB) et la Commission océanographique intergouvernementale (COI-UNESCO) à Monterey (California) en 2012, représente le plus grand rassemblement à ce jour de chercheurs travaillant sur l'acidification des océans.



le programme MedSea (medsea-project.eu, lancé en 2011 avec 12 pays participants). Arrivé en 2012, le Royaume-Uni, l'Allemagne, les États-Unis, la Corée et l'Australie ont également lancé des travaux de recherche à l'échelle de leur pays respectif. Au cours de cette période, de nombreux efforts ont été déployés au niveau politique et ont permis d'introduire de nouvelles législations, telles que la loi fédérale américaine « Ocean Acidification Research and Monitoring Act » de 2009.

Des efforts ont été déployés pour impliquer, informer et écouter les différentes parties prenantes via le concept d'un « Groupe d'utilisateurs référents ». Cette initiative a été progressivement mise en œuvre à des échelles géographiques de plus en plus larges. Appliquée pour la toute première fois à l'acidification des océans au Royaume-Uni en 2004, cette approche a permis, par la suite, de soutenir des efforts nationaux et régionaux en 2008 en Europe, avant d'être intégrée dans de nouveaux programmes de recherche au niveau national au Royaume-Uni, en Allemagne et dans les pays méditerranéens. Il a ainsi été possible d'impliquer progressivement davantage de parties prenantes soucieuses de relever les défis et les enjeux que représente l'acidification des océans.

Parallèlement, les symposiums et les réunions organisés au niveau international ont permis de renforcer la coordination au sein de la communauté de chercheurs, principalement par l'intermédiaire du Groupe de travail sur l'acidification des océans des programmes *Surface Ocean Lower Atmosphere Study* (SOLAS), du *Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research* (IMBER), ainsi que des symposiums sur « L'océan dans un monde avec un taux élevé de CO₂ ».

Parallèlement à ces efforts, des initiatives de coopération internationale ont permis de rassembler des spécialistes des sciences naturelles et sociales, ainsi que des experts économiques afin d'étudier les impacts de l'acidification des océans sur la société et de définir les mesures d'adaptation nécessaires pour comprendre comment sont prélevés et utilisés les organismes vivants des océans. Le premier atelier international consacré aux conséquences socioéconomiques de l'acidification des océans, organisé en 2010 par le Centre scientifique de Monaco (CSM) et les Laboratoires de l'environnement de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), sous l'égide de la fondation Prince Albert II de Monaco et du Gouvernement de la Principauté de Monaco, a permis à des spécialistes des sciences naturelles et des économistes de présenter leurs points de vue sur l'acidification des océans et d'établir un lien entre leurs deux communautés. En 2012, le deuxième atelier international a accordé une attention particulière aux impacts de l'acidification des océans sur les conditions de vie, le commerce et l'approvisionnement en produits de la mer. La pêche, l'aquaculture, ainsi que les aspects régionaux de la vulnérabilité des espèces et de l'adaptation socioéconomique figuraient parmi les principaux thèmes de réflexion couverts par cet atelier. 55 experts en sciences naturelles et économiques se sont retrouvés à

Le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans (OAIUG)

Il s'agit d'un forum international regroupant des scientifiques et des parties prenantes dans le domaine de l'acidification des océans. Il a été formé en 2012 et la première rencontre a eu lieu en automne 2013. Instauré par la Fondation Prince Albert II de Monaco, son rôle consiste à travailler en collaboration avec l'Association monégasque sur l'acidification des océans (AMAO) et le Centre international de coordination sur l'acidification des océans afin de rapprocher les scientifiques, les conseillers politiques, les décideurs et les utilisateurs dans les buts suivants :

- examiner en détail les types de données, d'analyses et de produits les plus utiles aux responsables, conseillers politiques, décideurs et hommes politiques pour expliquer l'acidification des océans ;
- jouer un rôle clé dans le processus de transfert des connaissances relatives à l'acidification des océans dans la sphère politique ; et
- garantir une plus grande implication de la société et lui permettre de comprendre les implications de l'acidification des océans, ainsi que l'action des autres facteurs de stress sur l'environnement mondial, comme le réchauffement des océans et la désoxygénation.

<http://www.iaea.org/ocean-acidification/page.php?page=2198>

<http://www.fpa2.com/article.php?idarticle=19>



Le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans, a été la première communauté à proposer un mécanisme permettant de rapprocher les utilisateurs, les décideurs et les experts impliqués dans des travaux de recherche sur l'acidification des océans.

l'occasion de cet événement dans l'objectif de proposer aux politiques des recommandations sur les priorités régionales à adopter dans les domaines de la pêche et de l'aquaculture. Un troisième atelier international, organisé en janvier 2015, s'est quant à lui intéressé aux impacts de l'acidification des océans sur les communautés côtières.

Dès 2011, il est devenu évident que la communauté scientifique ne pouvait plus se contenter d'encourager la recherche sur l'acidification des océans au niveau national. L'heure était venue de réfléchir à la façon de mettre en œuvre les recommandations des programmes de recherche nationaux que ces efforts avaient permis de faire émerger. Il était de plus en plus urgent d'encourager la collaboration internationale afin de gagner en efficacité, de partager les connaissances et les compétences, ainsi que de réduire les coûts. Les activités nécessaires pour définir des normes internationales encadrant la recherche dans le domaine de l'acidification des océans sont difficiles, voire impossibles, à financer à l'échelle nationale.

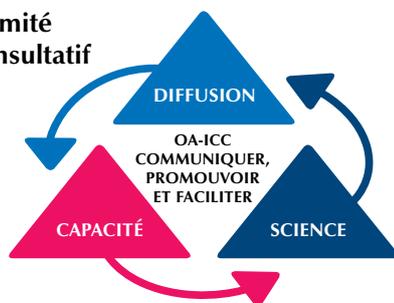
Dans cette optique, un nouveau projet international a été créé en 2013 au sein des Laboratoires de l'environnement de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) à Monaco : il s'agit du Centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC; www.iaea.org/ocean-acidification). À la même époque, le Groupe d'utilisateurs référents, à l'époque composé principalement de membres européens, a pris une envergure internationale avec le soutien de la Fondation Prince Albert II de Monaco. Le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans (OAIUG; <http://www.iaea.org/ocean-acidification/page.php?page=2198>) travaille d'une manière étroite avec le Centre international de coordination sur l'acidification des océans sur les questions de communication. Lors de la première réunion du OAIUG en 2013, SAS le Prince Albert II a annoncé la création d'une association monégasque sur l'acidification des océans (AMAO ; <http://www.fpa2.com/article.php?idarticle=30&lang=en>). Chargée de promouvoir la collaboration sur ce sujet à long terme à Monaco, cette association vise également à soutenir les actions internationales et à encourager les efforts déjà déployés dans ce domaine, comme le OAIUG et l'OA-ICC.

Centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC)

Le projet OA-ICC a été créé suite aux recommandations du Groupe de travail sur l'acidification des océans SOLAS IMBER de l'PIBG et du SOLAS, ainsi que du Groupe d'utilisateurs référents du projet européen EPOCA (*European Project on Ocean Acidification*). Sa mise en place répondait également aux préoccupations croissantes des états membres de l'AIEA. Les techniques isotopiques et nucléaires représentent de puissants outils permettant d'étudier l'impact de l'acidification des océans sur la production primaire, la croissance et la calcification. L'acidification des océans est une problématique que les Laboratoires de l'environnement de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) à Monaco étudient depuis 2008.

Soutenus par l'« Initiative sur les utilisations pacifiques » (PUI) de l'AIEA grâce à des contributions directes et en nature de la part de plusieurs états-membres et de projets de recherche sur l'acidification des océans: Australie, France, Italie (ENEA), Japon, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni, États-Unis, projets IMBER (*Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research*),

Comité consultatif



SOLAS (*Surface Ocean Lower Atmosphere Study*), BIOACID (Biological Impacts of Ocean Acidification), MedSea (*Mediterranean Sea Acidification in a Changing Climate*), UKOA (Programme britannique sur l'acidification des océans) et NOAA OAP (Programme sur l'acidification

des océans de l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique).

Lancé au cours de l'été 2012, le Centre international de coordination sur l'acidification des océans est devenu pleinement opérationnel en 2013 pour une durée initiale de 3 ans. Le projet encourage les activités de collaboration dans trois domaines clés :

- **Science** – Promouvoir des activités pour aider à faire avancer la recherche dans le domaine de l'acidification des océans.
- **Développement des capacités** – Contribuer à former les spécialistes de l'acidification des océans de demain.
- **Communication** – Centraliser les informations pour les différents publics.

L'OA-ICC reçoit des recommandations de la part d'un comité consultatif composé d'experts du domaine, d'autres agences des Nations Unies ainsi que de partenaires locaux.

Au cours des dix dernières années, la communauté de chercheurs travaillant sur l'acidification des océans a peu à peu évolué en passant de scientifiques travaillant de façon isolée ou en petits groupes sur des projets spécifiques à un réseau bien organisé. Cette évolution internationale, qui a impliqué de nombreuses personnes, est due en grande partie au travail du groupe SOLAS IMBER, au leadership de SAS le Prince Albert II de Monaco, à sa fondation et au gouvernement de Monaco, aux hôtes et aux efforts des trois symposiums, ainsi que, plus récemment, à l'OA-ICC. Toutefois, pour garantir les avancées de la communauté de recherche, il est essentiel de poursuivre

la coordination interdisciplinaire et la collaboration entre les différents pays.

L'intégration des efforts déployés par la communauté scientifique commence à porter ses fruits et a permis de développer le réseau GOA-ON.

Poursuivre la coordination internationale, continuer à développer des activités de sensibilisation, prendre en compte la dimension humaine, encourager la collaboration entre les spécialistes des sciences naturelles et sociales... Tels seront les plus grands défis que devra relever la communauté internationale à l'avenir. Il est nécessaire d'analyser de toute urgence les impacts économiques actuels et prévus de l'acidification des océans de façon à pouvoir mettre en place, dès aujourd'hui, des mesures d'atténuation et de les inscrire dans les prochains plans d'action.

Le succès d'initiatives de cette nature repose avant tout sur des formations et des communications régulières à l'attention d'un public aussi large que possible. Parallèlement aux différents outils de communication qu'il est nécessaire de continuer à développer, comme les affiches, les brochures et les films, il sera également intéressant de prendre en compte les priorités suivantes :

- Le développement d'un portail centralisé pour les données d'observation relatives à l'acidification des océans
- Le développement de « kits scolaires » proposés aux écoles et composés de ressources pédagogiques sur l'acidification des océans pouvant être utilisées en classe et servir de support à la mise en place de projets scolaires.
- L'organisation des formations et de modules d'apprentissage en ligne sur le thème de l'acidification des océans à l'attention des étudiants. Dédiées tout spécialement aux régions vulnérables comme l'Amérique latine, l'Afrique et l'Asie du Sud-Est, ces ressources permettraient d'aider considérablement à sensibiliser, à éduquer et à former les habitants des régions qui en ont actuellement le plus besoin. *understanding and capabilities in areas currently lacking such abilities.*

Les symposiums « L'océan dans un monde avec un taux élevé de CO₂ »

Ces symposiums jouent un rôle essentiel dans le renforcement de la collaboration internationale sur l'acidification des océans et de la sensibilisation de la communauté politique à ce phénomène. L'augmentation progressive du nombre de participants reflète l'intérêt de plus en plus grand pour ce sujet de recherche.

Ces symposiums ont été organisés par le Comité scientifique pour la recherche océanique (SCOR) en collaboration avec le Programme International Géosphère-Biosphère (PIGB) et la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO (COI-UNESCO).

Les symposiums en chiffres

Le premier symposium sur « L'océan dans un monde au taux élevé de CO₂ » a eu lieu à l'UNESCO à Paris (France), en mai 2004 ; 125 chercheurs participants.

Le deuxième symposium a été organisé à Monaco en 2008 ; 227 chercheurs y ont participé. C'est à cette occasion qu'a été formulée la Déclaration de Monaco, publiée un peu plus tard par SAS le Prince Albert II de Monaco. Ce fut la toute première fois que les problèmes socioéconomiques et politiques dans ce domaine ont été abordés.

(<http://www.iaea.org/newscenter/news/pdf/monacodecl061008.pdf>)

Le troisième symposium a eu lieu à Monterey en 2012. Il a permis de réunir pendant quatre jours les plus grands spécialistes au monde d'un domaine de recherche qui connaît aujourd'hui une évolution fulgurante. Au total, 540 participants issus de 37 pays ont assisté à cet événement, qui a principalement porté sur la recherche socioéconomique et les problématiques politiques.

Le quatrième symposium est déjà prévu et aura lieu en 2016.

Des informations supplémentaires sont disponibles sur www.ocean-acidification.net, un portail dédié à l'acidification des océans et proposé par l'IGBP, le CSRO, la COI-UNESCO et le CCI à l'attention des politiques, des chercheurs et du public. Il met à la disposition des habitants du monde entier les programmes et les présentations des symposiums ci-dessus.

Les neuf activités actuellement couverts par le Centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC)

- Promouvoir le développement d'un réseau d'observation mondial sur l'acidification des océans (GOA-ON).
- Soutenir la mise en place de plates-formes et d'installations conjointes dans le cadre de la recherche sur l'acidification des océans, ainsi que la réalisation d'expériences communes.
- Encourager la collaboration entre les sciences naturelles et sociales.
- Simplifier et encourager les exercices d'inter-comparaison.
- Encourager l'utilisation de bonnes pratiques dans le cadre de la recherche sur l'acidification des océans.
- Fournir l'accès à une base de données bibliographique en ligne.
- Simplifier, coordonner et encourager la définition et le partage de normes.
- Soutenir la formation d'étudiants et de scientifiques.
- Veiller à communiquer aux utilisateurs des informations de qualité sur l'acidification des océans et de manière efficace (en étroite collaboration avec le Groupe international d'utilisateurs référents).

Ressources en ligne proposées par l'OA-ICC

Site Web : <http://www.iaea.org/ocean-acidification>

Informations quotidiennes sur l'acidification des océans : <http://news-oceanacidification-icc.org/>

Base de données bibliographique avec 2 500 références : <http://tinyurl.com/oaicc-data>

Compilation de données sur la réponse biologique à l'acidification des océans : <http://tinyurl.com/oaicc-biblio>

Renforcer les mesures politiques internationales

« Il est essentiel de prendre en compte les interactions entre les océans et l'atmosphère pour comprendre le système climatique et stabiliser les niveaux de dioxyde de carbone atmosphérique. Ainsi, étant donné que l'océan agit comme un puits de carbone et joue un rôle clé dans le système climatique, les effets du CO₂ sur le milieu marin doivent être pris en compte dans le mandat de la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). »

HARROULD-KOLIEB ET HERR, 2011

DEPUIS L'ÉMERGENCE DU PROBLÈME de l'acidification des océans sur la scène internationale en 2004, la planète s'interroge de plus en plus sur son impact sur l'océan, les communautés côtières vulnérables et, plus généralement, la société future. Des institutions nationales et internationales ont publié un certain nombre de rapports scientifiques :

- Un premier rapport de la Royal Society of London (2005) a été rapidement suivi d'une série d'autres publications à l'issue de différents forums : *The Future Oceans - Warming Up, Rising High, Turning Sour* (2006), déclaration de l'IAP (réseau mondial des académies des sciences) sur l'acidification des océans (2009), *Environmental consequences of ocean acidification: a threat to food security Emerging Issues Bulletin* du Programme des Nations Unies pour l'environnement (2010) et rapport de synthèse *Impacts of ocean acidification on marine biodiversity* publié par la Convention sur la diversité biologique (2009).

Au niveau intergouvernemental, en dépit de la prise en compte d'un grand nombre d'aspects différents en matière de gouvernance et de gestion des océans depuis les années 1970, les conventions sur l'environnement et les espaces maritimes n'ont commencé à intégrer l'acidification des

océans dans leurs programmes politiques qu'en 2005 environ. Depuis, l'intérêt pour ce phénomène n'a cessé de croître rapidement, tant au niveau international, notamment avec l'Assemblée générale des Nations Unies, qu'au niveau régional, avec, par exemple, la Commission OSPAR, qui est responsable de la gestion des océans dans la partie nord-est de l'Atlantique. De nouveaux résultats scientifiques et une plus grande prise de conscience de la valeur économique des divers organismes marins ont suscité de nouvelles questions et une attention plus soutenue de la part de la sphère politique. C'est notamment le cas depuis 2012, date à laquelle les forums internationaux ont insisté davantage sur la nécessité d'être mieux informé sur les impacts de l'acidification des océans.

Lors de la conférence organisée dans le cadre du sommet Rio + 20 de 2012, l'acidification des océans a fait l'objet d'une conclusion à part entière (paragraphe 166) dans le document *Le futur que nous voulons* :

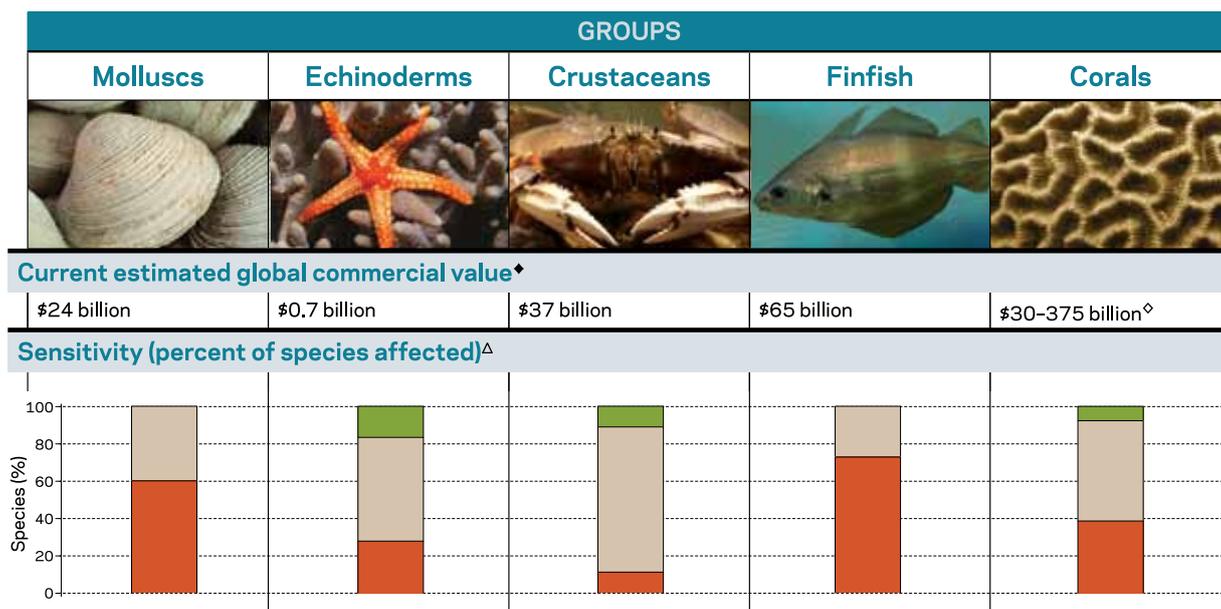
« Nous recommandons d'appuyer les initiatives visant à lutter contre l'acidification des océans... et nous rappelons la nécessité de promouvoir la recherche scientifique marine, ainsi que le suivi et l'observation de l'acidification des océans et des écosystèmes particulièrement vulnérables, notamment en améliorant la coopération internationale dans ce domaine. »

LE FUTUR QUE NOUS VOULONS, RIO+20, 2012

En 2013, la quatorzième réunion du Processus consultatif informel ouvert à tous des Nations Unies sur les océans et le droit de la mer a exclusivement porté sur l'acidification des océans. La Conférence des parties de la Convention sur la diversité biologique a publié en 2014 un nouvel état des lieux de l'acidification des océans (*An updated synthesis of the impacts of ocean acidification on marine biodiversity*), auquel ont participé 27 auteurs de plus de 10 pays.

Liens entre les résultats des impacts sur les espèces marines et la valeur économique des différents secteurs.

Données collectées auprès du PIGB, du SCOR, de la COI (2013).



Images: © iStockphoto.com

Effects

- Positive
- None
- Negative

♦ Commercial value for fisheries represents the sum of capture fisheries and aquaculture in 2010 in US dollars. (FAO, 2012)

◊ Today's estimated value of global goods and services provided by coral reefs, such as coastline protection, tourism, biodiversity and food. (Cesar *et al.*, 2003; Costanza *et al.*, 1997)

Δ Adapted from Wittmann and Pörtner, 2013. These data are for business-as-usual trajectories of CO₂ levels.

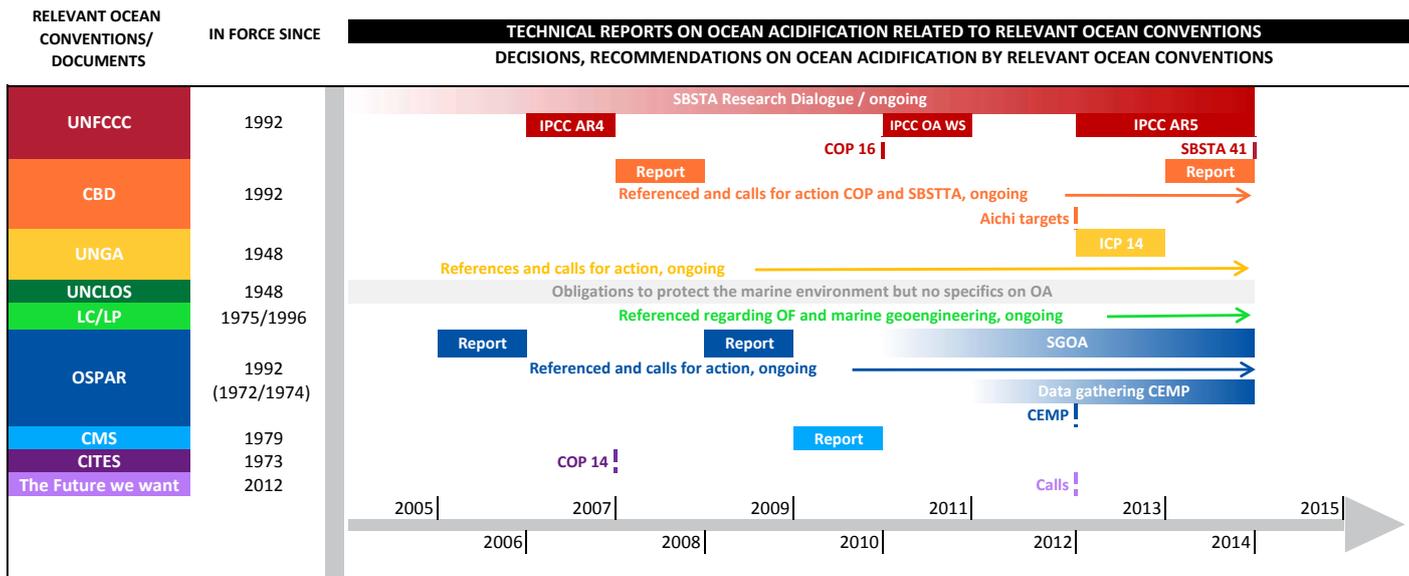
Par ailleurs, l'acidification des océans fait désormais partie de la première évaluation mondiale des eaux transfrontalières publiée par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE). Cette évaluation devrait pouvoir répondre aux problématiques suivantes :

- Les indicateurs d'acidification des océans vont permettre de cibler les régions les plus concernées par l'acidification ainsi que les impacts de ce phénomène sur les écosystèmes de récifs coralliens (zones tropicales) et les ptéropodes (zones polaires).
- Les rapports vont permettre d'identifier les domaines dans lesquels le Fonds pour

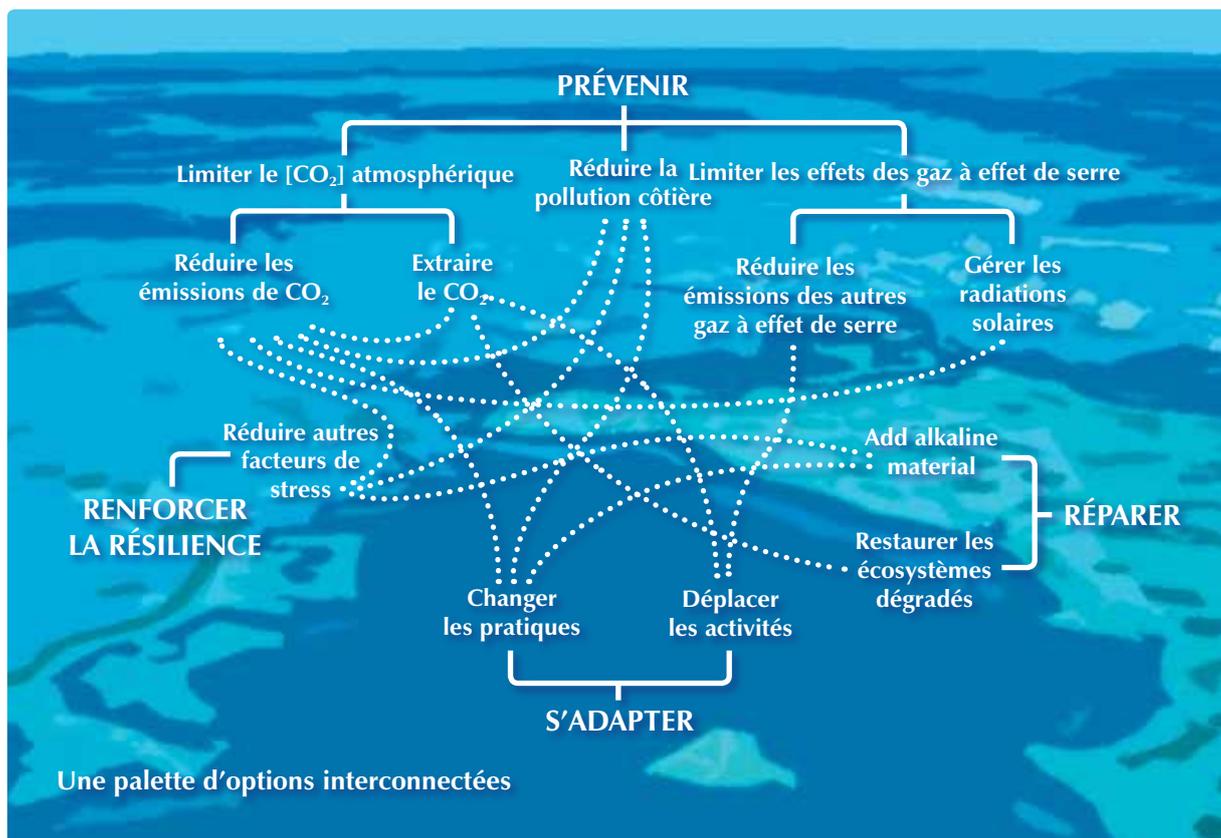
l'environnement mondial (FEM) devra en priorité intervenir et les domaines devant faire l'objet d'une meilleure gestion de façon à pouvoir fournir des recommandations lors des prochaines propositions de projet soumises au FEM.

- Évaluations in situ des océans (au large) : dédiées aux domaines abritant des ressources mondiales et concernés par des problèmes environnementaux mondiaux liés à l'océan : climat, écosystèmes/biodiversité, pêche, pollution et acidification des océans.

Chronologie : une reconnaissance de plus en plus grande aux niveaux intergouvernementaux. Herr et al. 2014. Adapté à partir de la source originale.



Domaines d'intervention pouvant être couverts par un ensemble d'actions politiques, de l'échelle internationale à l'échelle locale, afin de retarder et de gérer les premiers signes d'acidification de l'océan D'après Raphael Bille.



Perspectives en matière d'action politique

Alors que les organisations intergouvernementales considèrent l'acidification des océans comme une menace pour l'environnement marin, il est urgent de mettre en place des actions législatives plus adaptées à l'échelle internationale pour limiter et gérer les risques, ainsi que s'y adapter.

Les plus optimistes se pencheraient tout simplement sur les mécanismes précédents mis en place pour lutter contre le changement climatique via la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et constateraient que l'acidification des océans n'est ni plus ni moins que la prochaine étape d'un processus, dont le potentiel et la complexité n'ont fait que progresser au cours des 20 dernières années :

- 1992 : création de la CCNUCC et mise en place de l'objectif de réduction des concentrations de gaz à effet de serre
- 1998 : Protocole de Kyoto et réduction des émissions de CO₂ de 5 %
- 2010 : Accord de Cancún visant à limiter le réchauffement climatique à moins de 2 °C

Étant donné que l'acidification des océans, comme le réchauffement, est causée par l'augmentation des concentrations de CO₂, il serait logique d'attendre et d'exiger de la CCNUCC qu'elle se préoccupe réellement de ce phénomène plutôt que de se contenter de limiter le réchauffement climatique à moins de 2 °C, conformément à ses objectifs décrits dans l'Article 2 :

« ... la stabilisation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. »

« ... Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai suffisant pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée... »

LE FUTUR QUE NOUS VOULONS, RIO+20, 2012

Il devient évident, néanmoins, que la CCNUCC ne peut pas appliquer une stratégie climatique « globale » unique, à moins de réduire de façon significative les objectifs définis actuellement en matière d'émission pour lutter contre le problème de l'acidification des océans.

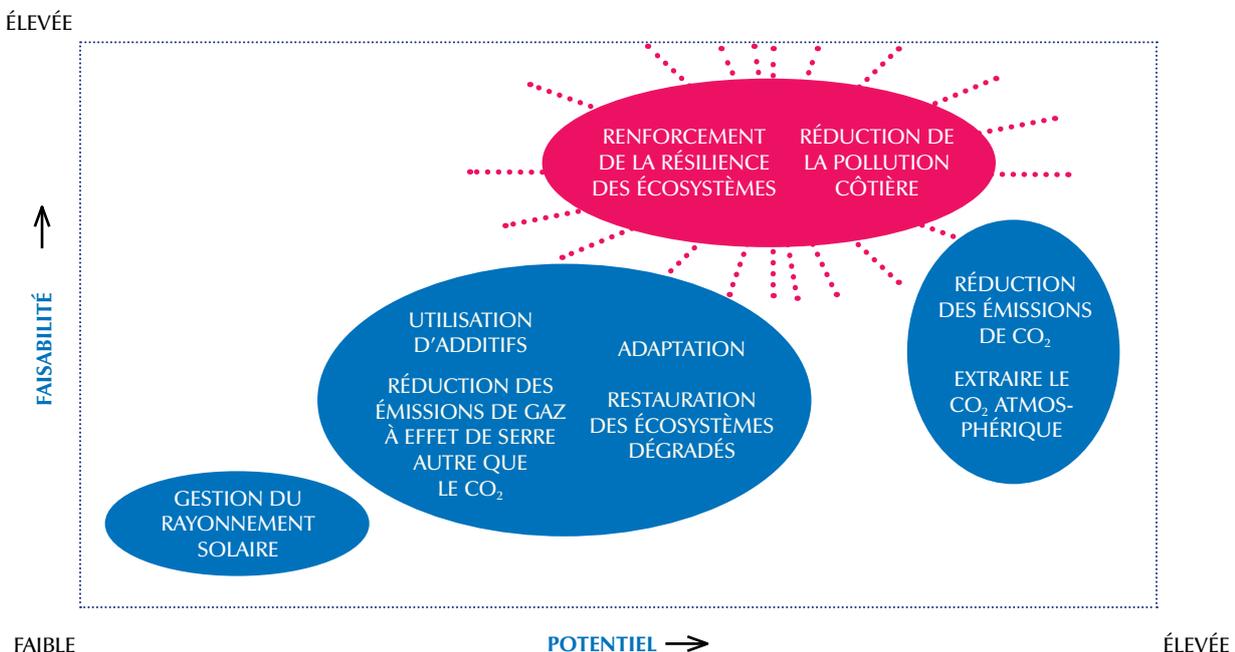
Parallèlement à la mise en place d'une politique climatique, il est donc également nécessaire de prendre des mesures politiques à l'occasion d'un grand nombre d'autres forums, et notamment en ce qui concerne la gestion des autres facteurs de stress, comme la pollution côtière, pour garantir et renforcer la résilience des écosystèmes, réparer les environnements déjà détériorés et créer des mécanismes d'adaptation appropriés. Il existe intrinsèquement un réel écart entre la profusion de structures juridiques appropriées susceptibles de lutter contre l'acidification des océans, d'une part, et l'insuffisance et l'inefficacité des politiques chargées d'appliquer les réglementations existantes pour atteindre cet objectif, d'autre part.

Perspectives d'avenir

Malgré l'organisation d'activités ciblées au cours des dix dernières années, les impacts particulièrement plus importants au niveau de la chaîne alimentaire sont encore mal compris, tandis que les effets éventuellement très disparates d'un point de vue géographique et politique représentent toujours un problème en grande partie « invisible ». Le problème de l'acidification des océans est apparu alors que la plupart des actions permettant de répondre au changement climatique avaient déjà été identifiées et testées. Il convient désormais de pratiquer de nouveaux tests et de faire un choix parmi les nombreuses réponses disponibles pour gagner du temps tout en continuant de réduire le plus possible les émissions de CO₂. Dans la mesure où il n'est pas possible d'évaluer les différentes solutions de façon isolée, il sera nécessaire de prendre en compte une grande variété d'autres facteurs de stress, dont le réchauffement des océans, la désoxygénation, l'eutrophisation, la pollution atmosphérique (NO_x et SO_x), la surpêche, les sources terrestres de pollution marine, etc. Les nombreux traités consacrés à l'environnement et aux océans et portant sur ces problématiques doivent prendre en compte l'impact de l'acidification et encourager la collaboration et le partage des connaissances, tant au niveau international que national.

Tentative de comparaison de la faisabilité des différentes options permettant de lutter contre les premiers signes d'acidification des océans

D'après Bille et al. 2013.



Impliquer un plus large public

LES PARTICIPANTS AU SÉMINAIRE SUNNYLANDS se sont mis d'accord sur la nécessité de former une nouvelle « alliance bleue », composée des pays concernés et vulnérables face aux impacts du changement climatique sur les océans, comme l'augmentation du niveau de la mer, et ceux touchés ou risquant d'être touchés à l'avenir par l'acidification des océans.

<http://www.sunnylands.org/news/view/733>

« Nous invitons l'ensemble des gouvernements, des secteurs de la société et des communautés à prendre part au processus. »

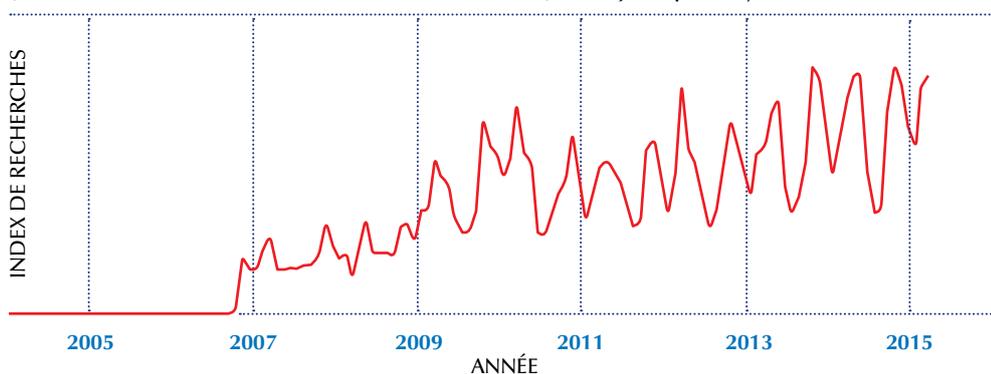
SON EXCELLENCE ANOTE TONG, PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE DES KIRIBATI DISCOURS PRONONCÉ LORS DE LA CONFÉRENCE DE PRESSE AU SÉMINAIRE SUNNYLANDS

Au cours des dix dernières années, le monde entier a pu prendre davantage conscience de l'acidification des océans grâce notamment à Google, où les recherches sur ce sujet sont passées de 17 « résultats » en 2005 à largement plus de 5 millions en 2014. Si ces chiffres témoignent d'une augmentation importante, il n'en reste pas moins que

relativement peu de personnes, en dehors des scientifiques, des politiques et des utilisateurs finaux, ont l'occasion de s'intéresser à l'acidification des océans ou disposent de connaissances approfondies sur le sujet.

Une enquête réalisée en 2013/14 sur la perception par le grand public de l'acidification des océans au Royaume-Uni révèle que quatre personnes sur cinq n'ont jamais entendu parler de ce phénomène et que même celles qui en étaient conscientes n'avaient pas beaucoup de connaissances à ce sujet. Si, au départ, la plupart des personnes interrogées ne se sont pas du tout montrées préoccupées par l'acidification des océans, elles ont néanmoins montré un plus grand intérêt pour ce phénomène après avoir obtenu quelques informations générales à ce sujet. Les conclusions de cette enquête ont souligné l'urgence de sensibiliser davantage de personnes dans la sphère publique aux dangers de l'acidification des océans en utilisant des canaux de communication innovants. À l'échelle régionale, comme en Chine, des études menées sur les recherches Internet semblent indiquer une plus grande prise de conscience, de l'ordre de 10 fois supérieure qu'il y a cinq ans.

Augmentation du nombre de recherches sur l'acidification des océans (valeurs relatives au niveau maximal de recherche). Mise à jour d'après Turley and Boot 2011.



Il est donc extrêmement important de continuer à cibler les communications, et à travers cela, à impliquer davantage le grand public, notamment les personnes susceptibles d'être touchées rapidement par les conséquences d'une acidification des océans. Au-delà de la sensibilisation des politiques et de décideurs compétents, un processus qui a été essentiel dès les premières découvertes scientifiques dans ce domaine et tout au long de ces dix dernières années, il est aujourd'hui nécessaire de mettre en place une stratégie ciblant un panel plus large de groupes spécifiques.

En se tournant vers l'avenir, le travail entrepris par le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans (OAIUG) a non seulement identifié sept types de publics clés à sensibiliser en priorité dans les années à venir, mais également défini la façon de les informer, les informations dont ils sont susceptibles d'avoir besoin, la manière d'y parvenir et les différents aspects potentiellement pertinents pour chacun d'entre eux. Les objectifs qu'il pourrait être possible d'atteindre au cours des trois prochaines années ont été présentés afin d'engager un débat sur la façon d'encourager plus efficacement et plus rapidement les utilisateurs finaux à se préparer à affronter les défis qui les attendent.

Les sept publics cibles, à l'échelle internationale, qu'il est important d'informer sur les dangers de l'acidification des océans sont :

- Organisations régionales en charge de la gouvernance des océans
- Industrie du tourisme liée aux récifs coralliens
- Communautés dépendantes de la pêche et de l'industrie des produits de la mer
- Responsables des négociations climatiques
- Banques de développement et organisations humanitaires
- Communauté engagée en faveur des énergies à faible empreinte carbone
- Fondations œuvrant pour la préservation des océans

ORGANISATIONS RÉGIONALES EN CHARGE DE LA GOUVERNANCE DES OcéANS

INDUSTRIE DU TOURISME DANS LES RÉGIONS DE RÉCIFS CORALLIENS

COMMUNAUTÉS DÉPENDANTES DE LA PÊCHE ET DE L'INDUSTRIE DES FRUITS DE MER

RESPONSABLES DES NÉGOCIATIONS CLIMATIQUES

BANQUES DE DÉVELOPPEMENT ET ORGANISATIONS HUMANITAIRES

SECTEURS À FAIBLE EMPREINTE CARBONE

FONDATEURS

NOUVEAUX PUBLICS CIBLES EN MATIÈRE D'INFORMATION SUR L'ACIDIFICATION DES OCÉANS

Bien que l'acidification des océans ait été reconnue comme un problème d'ordre mondial, ses effets sont et seront avant tout ressentis aux niveaux régional et local. Les secteurs de la conchyliculture et de l'aquaculture de la région nord-ouest des États-Unis en ont déjà fait les frais et d'autres régions risquent de leur emboîter le pas. Dans les années à venir, il sera absolument indispensable de veiller à ce que les organisations régionales en charge de la gouvernance des océans soient bien informées, notamment dans les zones susceptibles d'être considérées comme « à risque » et vulnérables. Les partenariats entre les gouvernements régionaux, les universités et l'industrie se sont avérés particulièrement utiles et ont permis d'assurer le transfert de connaissances dans le nord-ouest des États-Unis.

L'objectif consiste à encourager les autorités locales à s'emparer du problème de l'acidification des océans dans les zones océaniques les plus vulnérables. Dans cette optique, il est recommandé de présenter les informations de sorte à pouvoir expliquer dans quelle mesure ce problème affectera la communauté locale ou risquera de l'affecter. Il ne s'agit plus d'apporter une simple réponse chimique à la question, mais plutôt d'expliquer comment les conditions de vie risquent d'être bouleversées et de proposer les mesures à prendre pour résoudre le problème.

La communauté de chercheurs travaillant sur l'acidification des océans a donc besoin de mettre la science à la portée de tous en publiant des fiches-conseils présentant aux utilisateurs les différentes actions qu'il est possible de mettre en place localement, ainsi que leur efficacité potentielle et en soulignant les implications du phénomène sur les services des écosystèmes et le patrimoine culturel. Par ailleurs, il n'a jamais été aussi indispensable qu'aujourd'hui de renforcer les liens et l'interopérabilité entre les informations théoriques et la pratique, du niveau local à l'échelle internationale. Des informations concernant la planète entière permettront de fournir le contexte nécessaire à la compréhension des conditions locales ; inversement, les caractéristiques des conditions côtières au niveau local sont nécessaires pour dresser l'état des lieux de l'acidification des océans à l'échelle de la Terre.

D'après les estimations, les récifs coralliens tropicaux assurent près de 30 milliards de dollars de recettes nettes chaque année dans le monde entier. Compte tenu du risque déjà élevé que représente l'acidification des océans pour l'état de santé et la stabilité futurs de ces récifs, il est surprenant que l'industrie du tourisme dans les régions de récifs coralliens ne semble pas trop participer (pour l'instant) au débat sur l'acidification des océans et le besoin de réduire les émissions de dioxyde de carbone.

L'objectif consiste à encourager cette industrie à prendre davantage conscience de l'acidification des océans et des implications des politiques mises en place dans ce domaine. Il convient dès lors de l'aider à mieux comprendre la résilience des récifs et à prendre des décisions éclairées en matière d'investissement.

Les chercheurs travaillant sur l'acidification des océans doivent fournir des informations sur son effet sur l'état de santé des récifs coralliens, expliquer les conséquences socioéconomiques de l'inaction et présenter les risques de dégénérescence auxquels seront confrontés ces récifs à l'avenir si aucune décision importante n'est prise rapidement. À cet égard, il sera indispensable de mettre la main sur des spécialistes du secteur et des personnes susceptibles de jouer le rôle d'ambassadeurs du changement.

Si les effets de l'acidification des océans sur les stocks de poissons ne sont toujours pas évidents, certains autres pans de l'industrie des produits de la mer, comme la mariculture, risquent au contraire d'être fortement perturbés. Le développement durable des communautés locales est menacé et risque de devenir de plus en plus problématique au cours de la prochaine décennie.

Pour mieux comprendre la situation, la communauté de chercheurs doit aider l'industrie à anticiper le problème de l'acidification des océans avant qu'elle n'en ressente les effets. Pour cela, elle pourrait par exemple présenter les conséquences sur la production et aider les secteurs de l'industrie les plus vulnérables situés dans les zones océaniques les plus fragiles à s'adapter aux réalités d'un océan de plus en plus acide. De telles initiatives pourraient être mises en place dans l'espoir que les populations concernées deviennent par la suite des ambassadeurs de cette cause, comme l'ont déjà été les membres du secteur de la conchyliculture.

À ce titre, il sera nécessaire de fournir des informations sur la façon dont l'industrie peut participer activement aux observations, à la surveillance et à la prévision des effets en expliquant notamment comment elle peut s'adapter et évoluer dans le but de limiter les impacts et avec qui elle peut collaborer pour relever ce défi. Il conviendra avant tout de développer et de diffuser des normes de surveillance et de définir, au fil du temps, des seuils critiques au niveau des espèces commerciales et alimentaires.

Conformément à l'Article 2 de la CCNUCC, les actions mises en œuvre jusqu'à présent ont toujours considéré le changement de températures moyennes mondiales comme le seuil critique à ne pas dépasser lors de la définition des objectifs d'émission. Néanmoins, maintenant que l'acidification des océans est devenue un sujet de préoccupation majeur, il est indispensable d'accorder une plus grande attention au dioxyde de carbone atmosphérique, voire d'envisager éventuellement de réduire davantage ses émissions afin d'éviter tout effet dangereux sur les écosystèmes marins. Il est donc urgent d'informer les responsables en charge des négociations climatiques des dernières conclusions sur l'acidification des océans.

L'objectif consiste à proposer un argumentaire scientifique d'une grande clarté pour permettre aux négociateurs de s'engager à lutter contre l'acidification des océans selon les dispositions de la CCNUCC avant la conférence sur le changement climatique de 2015 organisée à Paris (COP21). Pour cela, la communauté scientifique étudiant l'acidification des océans doit expliquer aux négociateurs le rapport entre les éventuels engagements des états-membres et les conséquences de l'acidification des océans qui en découleront.

Une réaction rapide des scientifiques aux contributions (CPDN – contributions prévues déterminées au niveau national) mises en avant par les différents pays en amont de la conférence COP21 afin de fournir quelques conseils sur les conséquences les plus probables serait très appréciable.

Atténuer les conséquences économiques de l'acidification des océans implique des financements importants. L'une des possibilités pour obtenir un tel soutien consiste à travailler en étroite collaboration avec les banques de développement et les organisations humanitaires.

À ce titre, il convient avant tout d'entrer en relation avec ces acteurs et de leur présenter les toutes dernières conclusions scientifiques, les prévisions actuelles concernant les zones océaniques vulnérables, ainsi que les dates à partir desquelles les premiers impacts seront perceptibles par les communautés locales.

Il est urgent de faire preuve d'une plus grande clarté sur les conséquences socioéconomiques et sur les solutions qu'il est possible de mettre en œuvre pour les atténuer.

L'objectif ultime des négociations climatiques dans le cadre de l'acidification des océans consiste à réduire de façon significative l'ampleur des émissions anthropogéniques de dioxyde de carbone responsables de l'acidification des océans. Il est donc surprenant que les industries qui veillent à réduire leurs émissions dans le cadre de la production et de l'approvisionnement d'énergie aient peu de contacts directs avec les acteurs luttant contre l'acidification des océans. Une collaboration plus étroite permettrait à ces industries de démontrer de façon plus pertinente pourquoi il est recommandé d'adopter plus rapidement qu'aujourd'hui leur technologie.

L'enjeu majeur réside par conséquent dans la capacité à rapprocher les entreprises à faible émission carbone et les acteurs de la lutte contre l'acidification des océans, à partager les informations et à chercher des situations profitable pour les deux partis. Toutes les industries à faible émission carbone n'ayant pas nécessairement une faible empreinte environnementale, il est nécessaire de former de nouveaux ambassadeurs capables de prendre le problème de l'acidification des océans à bras-le-corps.

Un nombre de plus en plus important de fondations et d'individus fortunés s'inquiètent aujourd'hui des dangers environnementaux qui menacent les océans. Ces donateurs adoptent plusieurs approches, certains se concentrant sur des zones géographiques spécifiques tandis que d'autres préférant intervenir sur une échelle plus large. Peu d'entre eux financent actuellement les travaux sur l'acidification des océans; la plupart se concentrent en effet sur des impacts plus connus, comme les conséquences sur la pêche. L'acidification des océans risque d'entraver la capacité des espaces maritimes à subvenir aux besoins des communautés locales qui en dépendent et de déstabiliser les écosystèmes et la reproduction des espèces.

L'objectif consiste à procéder à des actions de communication et de sensibilisation ciblées de façon à présenter l'acidification des océans à ces donateurs comme un phénomène atypique digne de leurs investissements. Il est nécessaire de leur fournir des informations leur permettant de comprendre pourquoi ils devraient soutenir en priorité l'acidification des océans et de leur offrir la possibilité de découvrir des domaines d'étude pour lesquels le financement est particulièrement utile.

Pour répondre à ce besoin, les acteurs de la lutte contre l'acidification des océans doivent veiller à intégrer les indicateurs utilisés par les fondations (économie, santé humaine et biodiversité) dans leur argumentation tout en expliquant clairement les services des écosystèmes. Pour cela, il est recommandé de mettre au point des kits d'information.

L'acidification des océans et son impact potentiel sur les zones océaniques vulnérables ne connaissent aucune limite politique ni aucune situation économique, quels que soient les pays concernés. Ils affecteront en effet aussi bien les pays en développement et émergents que les économies développées. Or, les informations et les mesures relatives à ce phénomène sont aujourd'hui principalement partagées par les pays (développés) membres du G20. Il y a de fortes chances que l'ensemble des océans subissent de façon identique les conséquences de l'acidification, mais en l'absence de nouveaux partenariats, les pays en développement et les économies émergentes dont la majeure partie de la population dépend souvent des produits de la mer seront sans aucun doute les plus touchés et les moins aptes à s'adapter.

Le Centre international de coordination sur l'acidification des océans (OA-ICC) prend d'ores et déjà des mesures en organisant des ateliers dans des régions clés. Toutefois, il est nécessaire de déployer bien plus d'efforts pour sensibiliser et impliquer davantage la population, ainsi que multiplier les projets de recherche. Les idées proposées en début d'année 2015 par le Groupe d'utilisateurs référents travaillant sur l'acidification des océans (OAIUG) au sujet de l'évolution de ce phénomène dans les 10 prochaines années sont essentielles au travail de la CCNUCC, notamment dans le cadre de ses programmes de recherche et d'information placés sous la supervision de son organe de conseil scientifique et technologique (SBSTA). Elles pourraient également ouvrir la voie à une nouvelle alliance politique entre les pays et les états désireux de gérer les effets de l'acidification des océans.

Évaluer les avancées réalisées

LA RÉUSSITE REPOSE avant tout sur la qualité des communications, ainsi que sur la clarté des priorités définies par la communauté de chercheurs travaillant sur l'acidification des océans dans le cadre d'un programme partagé d'actions et d'influence. Ce plan d'action contribue à la mise en place d'un tel processus.

« Il nous faut veiller à ce que les océans continuent de répondre à nos besoins sans pour autant compromettre ceux des générations futures. En effet, ils jouent un rôle de régulation du climat de la planète et constituent une source importante de nutrition. La surface des océans offre aussi des voies de passage essentielles pour le commerce mondial et, dans leurs profondeurs, les océans détiennent la solution permettant de répondre aux besoins énergétiques actuels et futurs de l'humanité. »

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL BAN KI-MOON 2014,
MESSAGE LORS DE LA JOURNÉE MONDIALE DE L'OcéAN

En permettant à tous les secteurs de travailler ensemble, il sera possible de renforcer le soutien de la population, indispensable pour garantir les actions nécessaires. Cela peut impliquer, par exemple, le soutien à l'élaboration d'études de cas régionales représentant des exemples pertinents de menaces causées par l'acidification des océans et des éventuelles réponses à apporter. Ces cas d'études pourraient être par exemple les récifs coralliens en Asie du Sud-Est, l'aquaculture en Chine ou encore la pêche dans l'océan Pacifique au large de l'Amérique du Sud.

L'interaction avec d'autres acteurs, la participation à d'autres activités, ainsi que la présentation de messages à la fois clairs et cohérents en matière d'acidification des océans aux parties prenantes au sein des gouvernements et du secteur privé joueront un rôle clé. Il ne fait aucun doute qu'il faut sensibiliser davantage la planète, et notamment les différents publics cibles définis dans ce plan d'action.

À l'avenir, il conviendra de jauger impérativement le succès de telles initiatives, tout comme il sera important de mettre en place des mécanismes permettant de suivre les avancées réalisées. Ces indicateurs de réussite peuvent notamment se présenter sous les formes suivantes :

La lutte contre l'acidification des océans - dix façons de mesurer le progrès accompli

1. Reconnaissance de l'acidification des océans en tant que problème environnemental majeur par un grand nombre de pays (y compris les BRICS ; Brésil, Russie, Inde, Chine and Afrique du Sud, et les PEID ; les petits États insulaires en développement) dans les négociations multilatérales.
2. Déclaration régulière de la part des principaux décideurs sur la nécessité de mettre en place des mesures contre l'acidification des océans (politique énergétique, par exemple).
3. Adaptation régionale des utilisateurs de la mer pour protéger les ressources alimentaires dans un océan en cours d'acidification (en exploitant l'expérience des régions déjà affectées).
4. La dissolution des principaux habitats de récifs coralliens a ralenti, et les dommages causés aux systèmes benthiques et pélagiques sont limités.
5. Développement des apprentissages par des actions sur le terrain : partage des connaissances pratiques grâce au rapprochement efficace des communautés et des décideurs du monde entier.
6. Plus grande participation des jeunes dans la lutte contre l'acidification des océans : implication, dans le cadre du Groupe international d'utilisateurs référents, de jeunes scientifiques charismatiques de différentes disciplines et de diverses régions
7. Changement important au niveau de l'investissement dans le domaine des sciences de l'observation au niveau régional mais d'intérêt mondial (acquisition de savoir-faire locaux).
8. Multiplication du nombre d'ambassadeurs compétents, prêts à agir dans le domaine de l'acidification des océans.
9. Plus grande confiance dans la projection des coûts d'action et d'inaction d'un point de vue environnemental, social et économique en matière d'acidification des océans, et possibilité de les présenter de façon réaliste (sans pour autant oublier les incertitudes).
10. Augmentation importante du nombre de personnes comprenant la façon dont elles (pas seulement leurs petits-enfants) seront directement affectées par l'acidification des océans, et prise de conscience qu'elles ont la possibilité de faire une différence.

Plus d'informations

CETTE PAGE VOUS DONNE ACCÈS à une série de ressources et de liens Internet parmi les plus récents à propos des principaux sujets clés développés dans le Monaco Action Plan.

Baird R, Simons M, Stephens T. (2009). Ocean Acidification: A Litmus Test for International Law. *Carbon & Climate Law Review* **4**:459.

Barnard N, Hain S. (2009). Impacts of ocean acidification on Marine Biodiversity. CBD Technical Series Report 46.

Billé R, Kelly R, Biastoch A, Harrould-Kolieb E, Herr D, Joos F, Kroeker K, Laffoley D, Oschlies A, Gattuso J-P. (2013). Taking Action Against Ocean Acidification: A Review of Management and Policy Options. *Environmental Management* **52**: 761-779.

Bopp L, Resplandy L, Orr JC, Doney SC, Dunne JP, Gehlen M, Halloran P, Heinze C, Ilyina T, Séférian R, et al. (2013). Multiple stressors of ocean ecosystems in the 21st century: projections with CMIP5 models. *Biogeosciences* **10**: 6225-6245.

Boyle A. (2012). Law of the Sea Perspectives on Climate Change. *The International Journal of Marine and Coastal Law* **27**:831-838.

Cesar H, Burke L, Pet-Soede L. (2003). The economics of worldwide coral reef degradation. Cesar Environmental Economics Consulting & WWF-Netherlands, Arnhem & Zeist, The Netherlands.

Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* **387**: 253-260.

Doney SC, Fabry VJ, Feely RA, Kleypas JA. (2009). Ocean Acidification: The other CO₂ Problem. *Annual Review of Marine Science* **1**: 169-192.

Feely RA, Sabine CL, Hernandez-Ayon JM, Ianson D, Hales B. (2008). Evidence of Upwelling of Corrosive 'Acidified' Water onto the Continental shelf. *Science* **320**: 1490-1492.

Gattuso J-P, Hansson L. (2011). *Ocean Acidification*. Oxford University Press.

Gattuso J-P, Bijma J, Gehlus M, Riebesell U, Turley C. (2011). Ocean Acidification: Knowns, unknowns and perspectives. In: Gattuso J-P, Hansson L. (eds) *Ocean Acidification* Oxford University Press pp.291-311.

Global Ocean Commission, November 2013. Policy Options Paper #2: Climate change, ocean acidification and geo-engineering.

Harrould-Kolieb ER, Herr D. (2011). Ocean acidification and climate change: synergies and challenges of addressing both under the UNFCCC. *Climate Policy* **12**: 378-389.

Herr D, Isensee K, Harrould-Kolieb E, Turley C. (2014). Ocean Acidification: International Policy and Governance Options. Gland, Switzerland: IUCN. iv + 52pp.

IAP. (2009). IAP Statement on Ocean Acidification.

IGBP, IOC, SCOR. (2013). Ocean Acidification Summary for Policymakers – Third Symposium on the Ocean in a High-CO₂ World. International Geosphere-Biosphere Programme, Stockholm, Sweden.

<http://www.igbp.net/publications/summariesforpolicymakers/summariesforpolicymakers/oceanacidificationsummaryforpolicymakers2013.5.30566fc6142425d6c9111f4.html>

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Core Writing Team RK Pachauri and LA Myers (eds)). IPCC, Geneva, Switzerland. 151pp.

Kelly RP, Foley MM, Fisher WS, Feely RA, Halpern BS, Waldbusser GC, Caldwell MR. (2011). Mitigating local causes of ocean acidification with existing laws. *Science* **332**: 1036-1037.

Kroeker KJ, Kordes RL, Crim R, Hendriks IE, Ramajo L, Singh GS, Duarte CM, Gattuso J-P. (2013). Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interactions with warming. *Global Change Biology* **19**: 1884-1896.

Le Quééré C, Peter GP, Andres RJ, Andrew RM, Boden T, Ciais P, Friedlingstein P, Houghton RA, Marland G, Moriarty R, et al. (2013). Global Carbon Budget 2013. *Earth System Science Data Discussions* **6**: 689-760.

Newton JA, Feely RA, Jewett EB, Williamson P, Mathis J. (2014). Global Ocean Acidification Observing Network: Requirements and Governance Plan. http://www.goa-on.org/docs/GOA-ON_Plan_final_Sept_2014.pdf

Raven J, Caldeira K, Elderfield H, Hoegh-Guldberg O, Liss P, Riebesell U, Shepherd J, Turley C, Watson AJ. (2005). Ocean Acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. Policy Doc 12/05. The Royal Society, London.

Rayfuse R. (2012). Climate Change and the Law of the Sea. In Rayfuse R, Scott SV (eds), *International Law in the Era of Climate Change* Edward Elgar Publishers. pp. 147-174.

Rhein M, Rintoul SR, Aoki S, Campos E, Chambers D, Feely RA, Gulev S., Johnson GC, Josey SA, Kostianoy A, et al. (2013). Observations: Ocean. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Riebesell U, Gattuso J-P. (2015) Lessons learned from ocean acidification research. *Nature Climate* **5**: 12-14.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (2014). An Updated Synthesis of the Impacts of Ocean Acidification on Marine Biodiversity (Eds: S Hennige, JM Roberts & P Williamson). CBD Technical Series No 75 <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-75-en.pdf>

Stern N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press. Cambridge.

Stocker TF. (2013). The closing door of climate targets. *Science* **339**: 280-282.

Schubert R, Schellmhuber H-J, Bachmann N, Epiney A, Griesshammer R, Kulesa M, Messmer D, Rahmstorf S, Schmid J. (2006). The Future Oceans - Warming Up, Rising High, Turning Sour. GACGC, Berlin.

20 Facts about Ocean Acidification <http://www.oceanacidification.org.uk/pdf/OA20Facts11-18final.pdf>

The Global Ocean Acidification Observing Network <http://www.goa-on.org>

The NOAA Ocean Acidification Program

<http://oceanacidification.noaa.gov>

<http://www.pmel.noaa.gov/co2/story/Ocean+Acidification>

http://www.scor-int.org/High-CO2_World%20Links.htm

Turley C, Boot K. (2011). The ocean acidification challenges facing science and society. In Gattuso J-P, Hansson L (eds) *Ocean Acidification*. Oxford University Press Chpt 13, pp249-271.

UNEP. (2010). UNEP Emerging Issues: environmental Consequences of Ocean Acidification: A threat to food security.

Washington State Blue Ribbon Panel on Ocean Acidification. (2012). Ocean Acidification: From Knowledge to Action Washington State Blue Ribbon Panel on Ocean Acidification Washington State's Strategic Response.

Washington Ocean Acidification Center <http://coenv.washington.edu/research/major-initiatives/ocean-acidification/>

Wittman AC, Portner H-O. (2013). Sensitivities of animal taxa to ocean acidification. *Nature Climate Change* **3**: 995-1001.

Article en ligne

TÉLÉCHARGEZ une copie de ce nouvel article sur l'acidification des océans et découvrez-en plus à ce sujet à l'adresse : <http://www.iaea.org/ocean-acidification/page.php?page=2198>

Qu'est-ce que le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans ?

L'UN DES ENJEUX MAJEURS consiste à veiller à ce que les disciplines scientifiques de pointe puissent apporter des réponses aux différents problèmes, tels que l'acidification des océans, et que les conseillers politiques et les décideurs s'en emparent rapidement et efficacement de façon à pouvoir prendre des mesures concrètes. Le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans s'appuie sur les compétences de pays européens et internationaux en matière des échanges rapides d'informations entre scientifiques et utilisateurs finaux.



Le tout premier Groupe d'utilisateurs référents a été créé en 2008 pour soutenir les travaux du Projet européen sur l'acidification des océans (EPOCA). Par la suite, il a été consolidé par des études complémentaires menées en Allemagne (BIOACID), au Royaume-Uni (programme de recherche UK Ocean Acidification, UKOA), dans le bassin méditerranéen (projet *Mediterranean Sea Acidification in a Changing Climate* ; MedSeA), avant de tisser des liens solides avec des groupes similaires aux États-Unis et en Australie, travaillant eux aussi sur l'acidification des océans. Le Groupe international d'utilisateurs référents réunit un large panel d'utilisateurs finaux pour soutenir les travaux d'éminents experts scientifiques en matière d'acidification des océans, simplifier et accélérer le transfert des connaissances et aider à garantir la qualité des travaux de recherche scientifique.

Détails supplémentaires et coordonnées

DES INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES sur les travaux du Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans et de ses membres figurent à l'adresse suivante : <http://www.iaea.org/ocean-acidification/page.php?page=2198>.

Pour toute question supplémentaire, veuillez nous contacter à l'adresse : [http://uk.mc870.mail.yahoo.com/mc/compose?to=policyguide-epoca@obs-vlfr.fr](mailto:mc870@mail.yahoo.com)

Sources et contributeurs

NOUS REMERCIONS l'ensemble des scientifiques et des experts pour leur précieuse contribution à la rédaction de ce rapport. Elle nous permet de garantir que les données qu'il contient reflètent un large consensus à propos des principales informations et actions nécessaires dans le domaine de l'acidification des océans.

Veuillez citer ce document comme suit : Laffoley, D. d'A. & Baxter, J.M. (eds). 2015. Monaco Action Plan: Plan d'action sur l'acidification des océans. L'acidification des océans : de nouvelles mesures en perspective. 20 pp.

Nous remercions le Centre international de coordination sur l'acidification des océans (IAEA OA-ICC) pour la traduction française de ce document. Le Groupe international d'utilisateurs référents sur l'acidification des océans, ainsi que le présent rapport, sont financés par la Fondation Prince Albert II de Monaco, qu'il convient de remercier chaleureusement pour son soutien.

