

Les effets du changement climatique sur l'océan incluent la hausse du niveau des mers, l'accroissement du contenu thermique de l'océan et du nombre de vagues de chaleur marines, la désoxygénation et l'acidification. Ceux affectant

la cryosphère incluent la diminution de la couverture glaciaire Arctique, la perte de glace en Antarctique et au Groenland, la perte de masse des glaciers, la fonte du permafrost et la diminution de la couverture neigeuse.

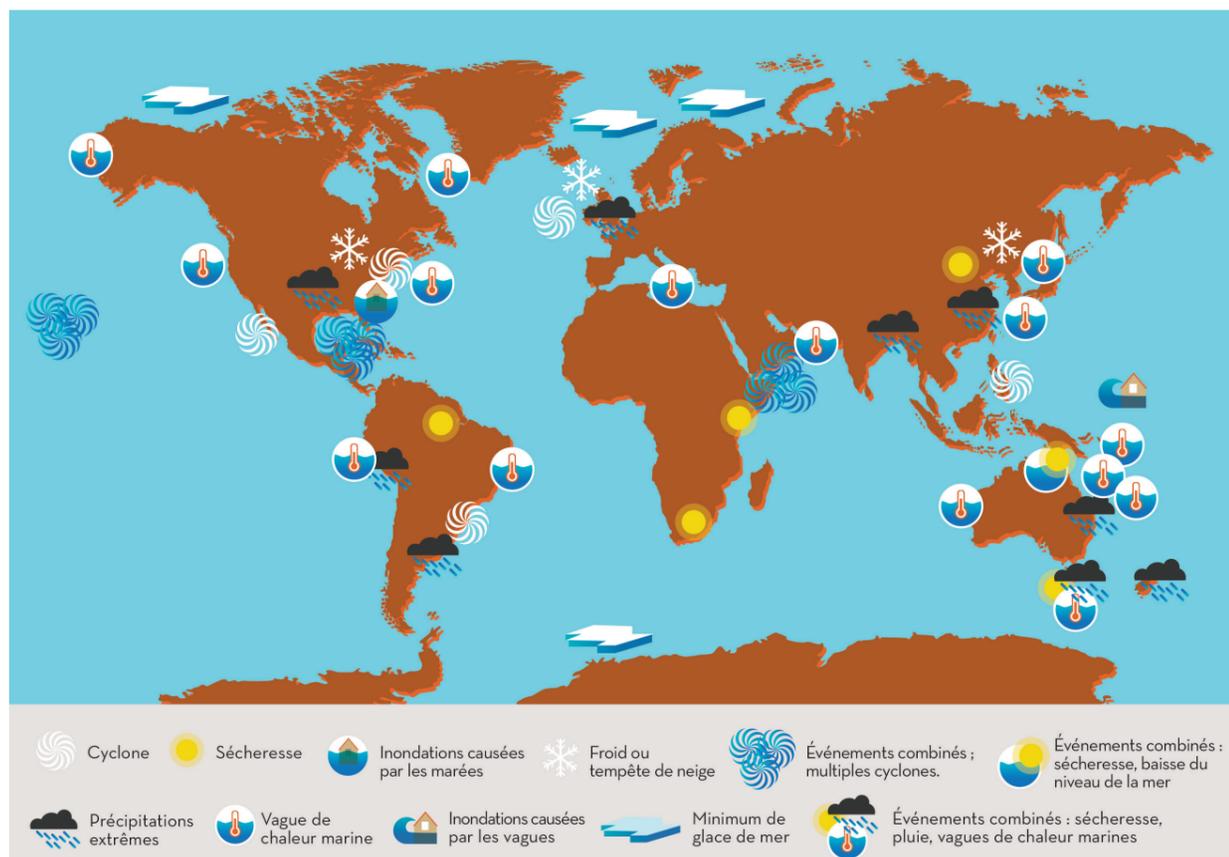


Figure 2 : Localisations des régions où se sont produits les événements extrêmes en lien avec les changements affectant l'océan (sélection d'événements qui ont eu lieu entre 1998 et 2017).

Source: IPCC, SROCC, 2019. Chapitre 6

À RETENIR

- L'océan a absorbé plus de 90% de l'excès de chaleur et 30% du dioxyde de carbone liés aux activités humaines.
- L'océan va continuer à absorber de la chaleur au cours de ce siècle. Selon les modèles, il est probable qu'il emmagasine entre 3 et 6 fois ce qu'il a déjà absorbé depuis 1900 : soit de 1 500 ZJ (un Zeta Joule = 1021 Joules) à 3 000 ZJ additionnels d'ici 2100.
- On observe que le pH de l'océan (mesure de l'acidité) diminue de ~0.02 unités de pH par décennie depuis que les mesures existent.
- Les prévisions globales estiment que la diminution du taux d'oxygène dans l'océan sera de 3,5% d'ici 2100 (degré de confiance moyen).
- La hausse du niveau moyen des mers est liée aux taux d'émissions de gaz à effet de serre. Sa valeur sera comprise entre 0,43 m (intervalle probable entre 0,29 et 0,59) et 0,84 m (intervalle probable entre 0,61 et 1,10) en 2100 selon les scénarios d'émission.

Fiche

2

L'OCÉAN SE RÉCHAUFFE

Christine Causse, Nausicaa

L'océan, qui a déjà absorbé 93% de l'excès de chaleur lié au changement climatique planétaire, se réchauffe à toutes les profondeurs, avec des variations régionales. Ce phénomène va se poursuivre au XXI^{ème} siècle et pendant plusieurs siècles.

- À l'échelle mondiale, le réchauffement de l'océan est plus prononcé près de la surface. De 1971 à 2010, les 75 premiers mètres de profondeur se sont réchauffés de 0,11 °C par décennie.
- Les vagues de chaleur océaniques et les événements extrêmes plus fréquents auront des conséquences sur les écosystèmes marins et côtiers en altérant leur fonctionnement et en provoquant une diminution de la biodiversité.
- La mise en place de mesures d'adaptation et d'atténuation peut limiter les conséquences sur les communautés humaines (sécurité, santé, ressources et activités économiques).

1 DE QUEL PHÉNOMÈNE S'AGIT-IL ?

L'océan mondial couvre 71% de la surface de la planète et contient environ 97% de l'eau sur Terre. Il joue un rôle déterminant pour le climat mondial puisqu'il échange en permanence de la chaleur avec l'atmosphère, la stocke et la redistribue de l'équateur vers les pôles et de la surface vers le fond par l'intermédiaire des courants marins. Depuis 1950, l'océan a absorbé plus de 90% de l'excès de chaleur accumulé dans le système climatique lié à l'effet de serre (degré de confiance élevé). L'océan modère ainsi les fluctuations du climat et limite le réchauffement planétaire.

Avec le réchauffement planétaire, la température de l'océan augmente. En effet, la température moyenne de l'océan de surface - entre 0 et 75 m de profondeur - a augmenté depuis les années 1970 de 0,11°C par décennie (degré de confiance élevé). Entre 2004 et 2016, les couches océaniques supérieures (0 à 700 m) et intermédiaires (700 à 2 000 m) se sont réchauffées (quasiment certain), tout comme les couches profondes en-dessous de 4 000 m dans l'hémisphère sud (degré de confiance élevé).

La température de l'air à la surface de l'océan Arctique augmente environ deux fois plus vite que la température moyenne mondiale. Une augmentation de température même légère peut potentiellement déséquilibrer et faire fondre rapidement de grandes surfaces de glace. En se réchauffant, l'eau se dilate et occupe plus d'espace, ce qui contribue à l'augmentation du niveau moyen de la mer.

Dans l'océan, différentes couches d'eau se superposent : dans les premières centaines de mètres, des eaux plus chaudes et peu salées recouvrent des eaux froides et salées plus denses. Ainsi, le réchauffement des eaux de surface accentue le phénomène de stratification de l'océan. Le mélange entre eaux de surface et eaux profondes diminue, ce qui limite leurs échanges en chaleur, en carbone et en oxygène. Il est très probable que ce phénomène de stratification se poursuive de façon significative au cours du XXI^{ème} siècle dans les premiers 200 m de la colonne d'eau.

À la surface de la Terre, l'énergie du soleil est transformée en chaleur qui évapore l'eau, détermine les mouvements atmosphériques, les courants marins et le climat. Depuis les années 1950, l'atmosphère et l'océan se sont réchauffés à la suite de l'influence des activités humaines sur le climat.

Environ 84% à 90% des vagues de chaleur océaniques observées dans l'océan au cours de la dernière décennie peuvent être attribuées au réchauffement climatique induit par les activités humaines (degré de confiance élevé).

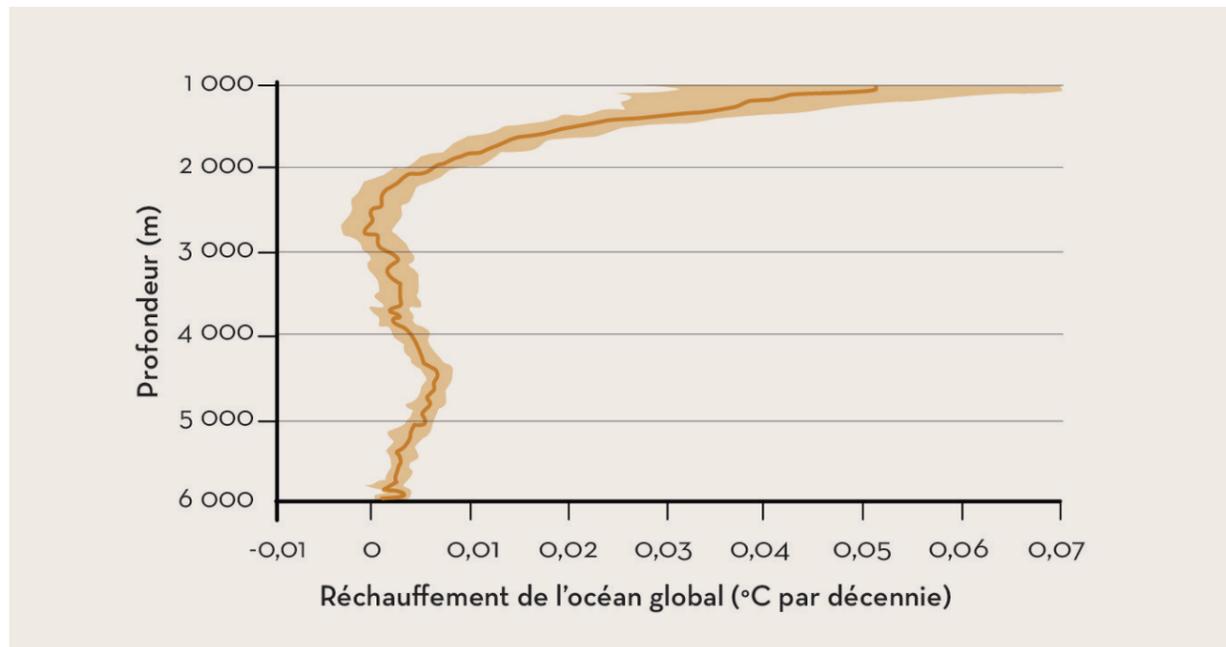


Figure 1 : Réchauffement de 1981 à 2018 en fonction de la profondeur avec des intervalles de confiance de 90%.
Source: IPCC, SROCC, 2019. Chapitre 6

2 LES CONSÉQUENCES SUR LES SYSTÈMES NATURELS

Que constate-t-on aujourd'hui ?

Le stockage de chaleur dans l'océan accroît les risques de vagues de chaleur et autres événements extrêmes. Les vagues de chaleur océaniques sont des épisodes inhabituels de réchauffement des températures de surface de la mer qui perdurent de quelques jours à plusieurs mois et peuvent concerner des milliers de km². Ces vagues de chaleur et les grandes poches d'eau anormalement chaudes qui en résultent, peuvent être observées dans plusieurs régions marines. Les premières vagues de chaleur marines ont été étudiées en Méditerranée en 2003 avec des températures en été de 1 à 3°C au-dessus des moyennes saisonnières. Puis, en 2011 au large de la côte ouest de l'Australie où la température a atteint + 5°C par rapport à la normale saisonnière pendant 10 semaines. De 2013 à 2015, le Pacifique Nord-Ouest a connu les plus fortes vagues de chaleur jamais enregistrées (+ 6,2°C). La fréquence de ces vagues de chaleur a très probablement doublé depuis les années 1980.

Les événements extrêmes, tels que les vagues de chaleur marines ou les tempêtes, accentuent le changement des écosystèmes (degré de confiance très élevé). De nouvelles conditions environnementales dans l'océan vont avoir des conséquences sur la physiologie, la distribution et l'écologie des organismes marins, du plancton à la baleine, et donc sur la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes (degré de confiance élevé).

Les changements affectant les océans polaires et la cryosphère ont un impact sur la production primaire marine (degré de confiance moyen) et donc sur les chaînes alimentaires et les écosystèmes (degré de confiance élevé). Cela a des conséquences sur l'abondance, la composition en espèces et la répartition géographique du zooplancton, des crustacés, des poissons et des prédateurs qui s'en nourrissent. Des espèces subarctiques vont se déplacer vers le nord et entrer en compétition avec des espèces de l'Arctique (degré de confiance moyen). Certains organismes marins vont par ailleurs devenir plus rares localement.

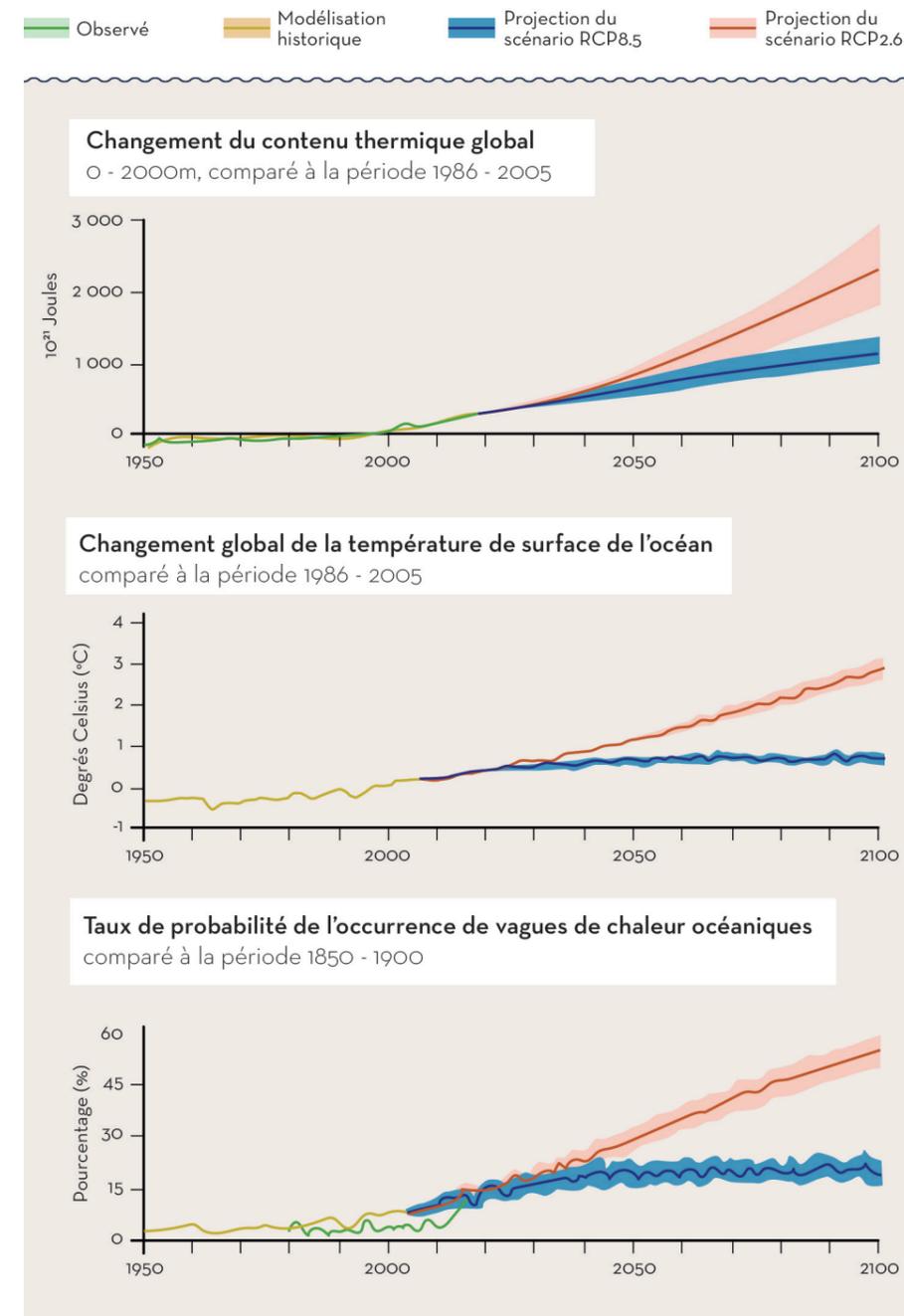
Par ailleurs, les récifs coralliens sont touchés par des phénomènes de blanchissement (expulsion des algues symbiotiques entraînant la mort des coraux) liés à l'augmentation de la température de l'eau et aux vagues de chaleur marines. Selon les scénarios basés sur les émissions

les plus basses (+1,5°C), 90% des coraux pourraient être impactés par le changement climatique.

Que peut-il se passer à terme selon les différents scénarios ?

Au cours du XXI^{ème} siècle, la chaleur va continuer à pénétrer de la surface vers le fond et l'océan devrait continuer à se réchauffer pendant plusieurs siècles. Sur

cette même période, il est très probable que le phénomène de stratification des eaux lié au réchauffement des eaux de surface se poursuive de façon significative.



Changement global de la température de surface de l'océan (°C) par rapport à la période 1986-2005 avec un intervalle de 5-95%.

Taux de probabilité de l'occurrence de vagues de chaleur océaniques : moyenne globale par rapport à la période 1850-1900 avec un intervalle de 5-95%. Un taux de probabilité de 10 est équivalent à une probabilité dix fois supérieure de voir se produire une vague de chaleur par rapport à ce qui s'est produit dans les années 1850-1900.

Figure 2 : Changements affectant l'océan : observations et projections concernant le contenu thermique et la probabilité de l'occurrence de vagues de chaleur selon les scénarios d'émissions basses (RCP2.6) et hautes (RCP8.5).
Source: IPCC, SROCC, 2019. SPM

De plus, les vagues de chaleur océaniques devraient très probablement devenir plus intenses, plus longues et plus étendues spatialement. Les événements extrêmes qui se produisaient rarement (vagues de chaleur océaniques, cyclones très violents) devraient devenir de plus en plus fréquents au cours du siècle selon tous les scénarios d'émissions.

Par ailleurs, certains courants marins de l'Atlantique pourraient ralentir. Selon tous les scénarios, il est très probable que la grande boucle de circulation marine qui parcourt l'Atlantique (circulation méridienne océanique de retournement de l'Atlantique ou AMOC) s'affaiblisse au cours du XXI^{ème} siècle (degré de confiance élevé). Cependant, il est très improbable que ce courant s'effondre ou subisse une transition brusque. Si cela se produit, les impacts sur le climat seraient importants. Dans certains modèles climatiques, le risque d'un ralentissement brutal du courant polaire de l'Atlantique appelé gyre subpolaire (SPG) a été identifié sur des échelles plus courtes, mais avec des impacts potentiels moins importants.

De nombreuses modifications affectant l'océan et la cryosphère ont un effet rétroactif sur le changement climatique. L'évaporation accrue de l'eau océanique dû au réchauffement de l'eau a un impact, par exemple, sur le cycle de l'eau car elle augmente la quantité d'eau contenue dans l'atmosphère, induisant des précipitations accrues.

On s'attend à des déclin d'espèces marines aux basses latitudes (degré de confiance moyen), une extension des aires géographiques vers le nord (degré de confiance élevé), une arrivée plus précoce d'événements biologiques (degré de confiance élevé) et un déplacement général de la biomasse et de la composition des espèces (degré de confiance très élevé). Les effets combinés du réchauffement de l'eau, de la désoxygénation, de l'acidification et de changements dans la disponibilité des nutriments devraient accentuer la perte de richesses des espèces des écosystèmes côtiers. Les communautés benthiques (espèces qui vivent sur le fond) de l'océan profond vont subir des changements structurels et fonctionnels qui auront des conséquences sur le cycle du carbone au cours de ce siècle (degré de confiance moyen).

3 LES CONSÉQUENCES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Les impacts déjà ressentis par les communautés humaines

Les changements affectant la répartition et la disponibilité des ressources biologiques marines impactent les communautés humaines qui dépendent directement de l'océan, comme celles qui vivent de la pêche et de l'aquaculture. Il y a en effet des conséquences sur la

sécurité alimentaire, économique, la culture, les modes de vie traditionnels et des risques pour la santé.

Les impacts pressentis à terme

Les services écosystémiques assurés par l'océan et la cryosphère (stockage de chaleur et de carbone, fourniture d'eau et de nourriture, ressources en énergie renouvelable, commerce, transport, tourisme, loisir, culture, santé...) vont être modifiés, altérés ou supprimés avec le changement climatique (degré de confiance élevé). Vont ainsi apparaître des menaces accrues impactant les services assurés par les écosystèmes marins, notamment des risques pour la santé humaine et des risques de conflits liés aux changements. De plus, les modifications du régime des pluies liées à la hausse des températures océaniques vont menacer la sécurité de l'approvisionnement en eau, avec notamment des risques accrus de tempêtes sévères et d'inondations dans certaines régions et de sécheresses dans d'autres.

4 COMMENT FAIRE FACE ?

L'adaptation

Des actions doivent être envisagées pour s'adapter aux risques hydriques (inondations ou sécheresses) telles que la mise en place d'infrastructures pour gérer les pluies, récupérer l'eau de fonte et réguler le débit des cours d'eau, afin de sécuriser l'approvisionnement en eau pour les populations qui en dépendent. Au niveau agricole, des stratégies d'adaptation pourraient inclure le développement de cultures plus adaptées aux futures conditions climatiques.

Investir dans des stratégies de prévention (déployer des systèmes d'observation en mer type bouées flottantes, des équipements de prévision météorologique, des systèmes d'alerte, etc.) face aux événements extrêmes est très probablement moins onéreux que le coût de réparation après un désastre climatique (degré de confiance moyen). S'adapter aux menaces inclut l'amélioration des infrastructures côtières, la relocalisation des services essentiels et une réponse plus rapide et plus efficace de la part des services d'urgence et de santé, avec dans certains cas la nécessité de relocalisation des populations.

Les écosystèmes côtiers (marais, mangroves, herbiers, kelps, récifs de coraux, bancs d'huîtres et de moules) offrent une protection et une réduction des risques aux communautés littorales. Des mesures de préservation et de restauration de ces écosystèmes peuvent offrir de nombreux bénéfices (y compris économiques) aux populations côtières (degré de confiance élevé).

Par ailleurs, s'appuyer sur les savoirs autochtones et locaux permettrait également de compléter le savoir scientifique pour mettre en place des réponses efficaces adaptées au contexte.

L'atténuation

Il est nécessaire d'adopter des politiques de réduction des émissions de carbone ambitieuses. La mise en place d'actions urgentes pour atténuer le réchauffement global représente la meilleure option pour limiter les changements affectant l'océan et la cryosphère et pour trouver des solutions d'adaptation et de développement durable efficaces.

Les écosystèmes tels que les mangroves, marais, littoraux et herbiers peuvent représenter une solution basée sur la nature (carbone bleu) : le stockage de carbone par unité de surface effectué par ces écosystèmes marins est beaucoup plus important que pour des surfaces végétalisées terrestres (degré de confiance élevé).

Par ailleurs, le renforcement d'outils légaux et des conventions internationales telles que la Convention sur le Droit de la mer des Nations unies (UNCLOS) peut faciliter la mise en place, le suivi et assurer le respect de mesures adéquates face aux défis du changement climatique touchant l'océan (dispositions sur le contrôle des pollutions en mer ou la préservation des ressources vivantes et des écosystèmes, etc.). La coopération internationale sur la gouvernance de l'océan, des côtes et de la cryosphère est essentielle face à ces défis climatiques.

