

Océan et cryosphère dans le contexte du changement climatique

Décryptage du rapport spécial du GIEC¹ - Septembre 2019

I. Les impacts observés du réchauffement sur l'océan, la glace, la neige et la terre gelée

Notre planète s'est réchauffée de 0,63°C entre 1850-1900 et 1986-2005² et d'environ 1°C actuellement depuis 1850³ à cause des émissions de gaz à effet de serre (CO₂, méthane, protoxyde d'azote...), issues principalement de la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz et charbon) et du changement d'utilisation des terres (déforestation, retournement des prairies...).

1. Un changement des conditions physiques, chimiques et de circulation de l'océan

Les océans ont absorbé à partir de 1900 la majorité de la chaleur emmagasinée par la Terre^a et, depuis 1970, plus de 90% de l'énergie thermique supplémentaire provoquée par l'effet de serre additionnel causé par les activités humaines⁴. Ceci a provoqué le **réchauffement** des couches superficielles de l'océan de 0,11°C par décennie depuis 1970⁵. La fréquence des canicules marines a doublé depuis 1982⁶.

Les océans ont de plus absorbé environ 30 % des émissions totales de CO₂ liées aux activités humaines depuis 1850⁷ et 20-30% depuis 1980^{b8}. L'absorption du CO₂ par l'océan provoque l'**acidification** de ses eaux de surface⁹. De plus, il y a une augmentation de la stratification de l'océan superficiel depuis 1970 qui réduit les échanges entre sa surface et ses couches profondes, ce qui diminue l'absorption d'oxygène et des éléments nutritifs¹⁰.

La circulation thermohaline de l'Atlantique nord, dont le Gulf Stream fait partie, s'est affaiblie depuis 1850-1900¹¹.

2. Fonte des glaces et de la neige et dégel du pergélisol

a) Fonte des glaces du Groenland et de l'Antarctique

La fonte du Groenland et de l'Antarctique de l'ouest augmente depuis le début du XXI^e siècle¹². La perte de masse de l'Antarctique est principalement due au réchauffement de l'océan, provoquant la fonte des plateformes glaciaires et leur retrait, rendant instables les glaciers côtiers qui s'écoulent dans la mer de façon accélérée. Au Groenland, la fonte en surface domine même si l'écoulement des glaciers côtiers vers l'océan joue aussi un rôle.

b) Fonte de la neige et des glaciers de montagne

Les régions de montagne ont connu un réchauffement important et l'étendue et la durée de la neige y ont diminué depuis le début du XX^e siècle, en particulier à basse altitude.

La fonte des glaciers des principales régions montagneuses a augmenté entre 2006 et 2015. En masse totale fondue, les fontes les plus importantes se situent dans les régions qui présentent les plus grandes étendues de glaciers tel que l'Alaska, le sud des Andes et les hautes montagnes de l'Himalaya. Mais lorsque la masse fondue est estimée par unité de surface, les fontes les plus importantes se trouvent dans le sud des Andes, les basses latitudes, les Alpes et les Pyrénées (> 850 kg/m²/an)¹³.

^a Chaleur emmagasinée par la Terre absorbée par l'ensemble de l'océan depuis 1900 : 500 × 10²¹ Joules
Energie thermique absorbée par unité de surface de l'océan entre 1970 et 2010 : 0,42 Watts/m²

^b La végétation terrestre absorbe aussi environ 25% du CO₂ émis par l'homme, de sorte que seulement 50% de celui-ci reste dans l'atmosphère

c) Fonte de la banquise et de la neige arctique

La température de surface de l'océan Arctique a augmenté environ deux fois plus vite que la moyenne mondiale avec une diminution importante des surfaces de la banquise¹⁴ et de la couverture neigeuse arctique¹⁵ ces dernières décennies.

La diminution de la surface de la neige et de la banquise ainsi que de son épaisseur ont une incidence sur le climat mondial par le biais d'une diminution durable de la réflectivité du sol (l'albédo), ce qui augmente le réchauffement par absorption d'énergie¹⁶.

d) Réchauffement du pergélisol

Les sols gelés (pergélisol) des régions arctiques et boréales contiennent environ deux fois plus de carbone que l'atmosphère. Les températures du pergélisol des régions polaires et de hautes montagnes ont augmenté de 0,29°C entre 2007 à 2016¹⁷.

3. Elévation du niveau de la mer

Le niveau de la mer s'est élevé de 0,19 m (+ ou – 2 cm) entre 1901 et 2010 et la hausse s'accélère depuis une quinzaine d'années¹⁸.

La fonte du Groenland et de l'Antarctique, depuis 2007, est la cause principale de l'accélération de la hausse du niveau de la mer et, avec celle des glaciers terrestres, la contribution dominante de l'élévation actuelle, contribuant désormais plus que la dilatation thermique des océans¹⁹. La hausse du niveau des mers peut varier régionalement de 30% par rapport à la moyenne²⁰ et se combiner avec l'augmentation des marées de tempêtes des cyclones tropicaux et extra-tropicaux, ce qui augmente les élévations extrêmes du niveau de la mer²¹.

Acidification de l'océan :	diminution du pH moyen en surface de 0,1 entre 1850 et 2015 (soit 26% d'augmentation d'acidité)	1
Stratification de l'océan (> à 200m de profondeur) :	augmentation de 2,3% entre 1971-1990 et 1998-2017	2
Taux d'oxygène (> à 1000m de profondeur) :	diminution de 0,5% à 3,3% entre 1970 et 2010	3
Migration des espèces (> à 200m de profondeur) :	52 km/décennie depuis 1950	4
Migration des espèces (fonds marins) :	29 km/décennie depuis 1950	5
Températures du pergélisol (régions polaires & htes montagnes) :	augmentation de 0,29°C de 2007 à 2016	6
Surface de la couverture neigeuse arctique en juin :	diminution de 51 % depuis 1967 (13,4% par décennie entre 1967 et 2018)	7
Surface de la banquise arctique en septembre :	diminution de 42% depuis 1979 (12,8% par décennie entre 1979 et 2018)	8
Fonte des glaciers des principales régions montagneuses :	169 gigatonnes/an entre 1986 et 2005 et 220 entre 2006 et 2015	9
Fonte du Groenland :	247 gigatonnes/an entre 2012 et 2016	10
Fonte de l'Antarctique :	199 gigatonnes/an entre 2012 et 2016	11
Vitesse d'élévation du niveau de la mer :	1,4 mm/an entre 1901 et 1990, 3,07 entre 1993 et 2015 et 3,6 entre 2006 et 2015	12
Contribution de la dilatation thermique des océans à l'élévation du niveau des mers :	1,4 mm/an entre 2006 et 2015	13
Contribution de la fonte des glaces terrestres (glaciers, Groenland et Antarctique) à l'élévation du niveau des mers :	1,8 mm/an entre 2006 et 2015	14

Changements des conditions et espèces océaniques, fonte des glaces et élévation du niveau de la mer

Sources notées de 1 à 14 : voir page 8

4. Impacts pour les organismes et les écosystèmes

L'émergence de nouvelles conditions océaniques pour les organismes marins (du plancton aux mammifères), en particulier la diminution des éléments nutritifs des écosystèmes marins, entraîne des changements dans leur physiologie, la migration des espèces vers les pôles ou en altitude, la survenue plus précoce des événements biologiques et des modifications dans la composition des espèces végétales et animales. Certaines d'entre elles,

y compris les espèces invasives, peuvent augmenter et d'autres, adaptées au froid ou dépendantes de la neige, sont menacées d'extinction²².

5. Impacts pour la sécurité alimentaire et le climat

Les changements climatiques menacent le rôle des écosystèmes océaniques dans la régulation du climat, les moyens d'existence et la sécurité alimentaire des populations, notamment par les dommages causés par la plus grande violence des tempêtes²³. La production primaire des océans est modifiée, avec des répercussions sur la chaîne alimentaire et les écosystèmes. Les captures des pêcheries et leur composition sont déjà affectées par le réchauffement, l'acidification, la désoxygénation et les modifications de la production primaire sur la croissance, la reproduction et la survie des poissons²⁴.

6. Impacts régionaux

a) Impacts sur l'Arctique et les régions de haute montagne

Les populations de l'Arctique et des régions de haute montagne font face aux risques liés aux changements de la couverture neigeuse, au dégel et à la dégradation du pergélisol ainsi qu'au recul des glaciers qui transforment les écosystèmes et la composition des espèces et diminuent leur nombre et abondance²⁵.

La fonte des glaciers a entraîné une augmentation du nombre et de la superficie des lacs glaciaires. Celle-ci et le dégel du pergélisol ont réduit la stabilité des versants montagneux, augmentant les risques naturels en haute montagne pour les personnes et les infrastructures (glissements de terrain, éboulements...)²⁶.

La fonte des glaciers et la diminution de la neige ont entraîné des changements dans le débit des rivières de nombreuses régions de montagne²⁷.

b) Impacts sur les îles et les côtes

L'élévation du niveau de la mer constitue une menace pour les îles et les côtes continentales basses, ces dernières étant les zones les plus densément peuplées de la planète. Environ 680 millions de personnes vivent dans des zones situées à moins de 10 m au-dessus du niveau de la mer, souvent dans des mégapoles. Les moyens de subsistance de millions d'autres dépendent étroitement de l'océan²⁸.

Les écosystèmes côtiers, qui protègent les côtes de l'érosion et des conséquences de l'élévation du niveau de la mer, sont impactés par la combinaison des effets des changements climatiques sur les océans et les sources de stress d'origine terrestre, tels que la subsidence des côtes (souvent causée par le pompage des eaux souterraines ou des hydrocarbures), la pollution de l'eau, les changements d'occupation des sols²⁹... Ainsi, pratiquement 50% des zones côtières humides ont disparu depuis 1850³⁰, des zones à faible teneur en oxygène se sont développées au niveau des estuaires³¹, des proliférations d'algues pathogènes se sont développées en zone côtière depuis 1980³² et une augmentation du blanchissement des coraux depuis 1997 a causé une dégradation mondiale des récifs coralliens³³.

II. Projection des impacts d'ici 2100

Le rythme actuel d'augmentation de températures est de 0,2°C/décennie + ou - 0,1°C et un réchauffement atteignant 1,5°C pourrait survenir **dès 2030**^c si le scénario actuel de fortes émissions de gaz à effet de serre (scénario RCP 8.5) se poursuit. Le scénario de fortes limitations des émissions (RCP 2.6) donne deux chances sur trois de limiter le réchauffement à 2°C d'ici 2100³⁴.

^c IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Special Report Global warming of 1.5°C, Summary for Policymakers (SPM), octobre 2018 : paragraphe SPM-A1 <https://www.ipcc.ch/sr15>
GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), Communiqué de presse, 8 octobre 2018 https://archive.ipcc.ch/pdf/session48/pr_181008_P48_spm_fr.pdf

Les régions de haute montagne, côtières et arctiques, ainsi que les **systèmes marins**, présentent un risque élevé d'**impacts négatifs potentiellement abrupts** (vagues de chaleur océaniques, fonte de la banquise arctique, acidification des océans, fonte du Groenland et hausse du niveau de la mer), **voire irréversibles** pour les siècles et millénaires à venir (acidification de l'océan profond, fonte du Groenland et hausse du niveau de la mer)³⁵, **pouvant survenir à partir de températures mondiales augmentées d'1,5°C** (pertes importantes de récifs coralliens³⁶) ou de 2 °C (mois de septembre sans banquise arctique³⁷ et dégradation des écosystèmes fragiles comme les prairies sous-marines³⁸) par rapport à 1850.

1. Un changement des conditions chimiques, physiques et de circulation de l'océan

Le **réchauffement de l'océan** va se poursuivre, atteignant les couches profondes. La fréquence des canicules marines augmentera au cours de ce siècle³⁹. D'ici 2100, dans le scénario de fortes émissions (scénario RCP 8.5^d), il est probable que l'océan absorbe cinq à sept fois l'énergie qu'il a déjà absorbé depuis 1970⁴⁰.

Il est très probable que la **stratification de l'océan superficiel** augmente de manière significative au XXIe siècle. Cette tendance réduit les échanges entre sa surface et ses couches profondes et diminue l'absorption de chaleur, de carbone et d'oxygène et donc la réoxygénation de l'océan, **affectant le cycle des sels nutritifs**⁴¹. Ainsi, la diminution du taux d'oxygène de la mer pourrait atteindre 3-4% en 2081-2100 par rapport à 2006-2015⁴².

Les émissions de CO₂ détermineront l'acidité à la surface des océans au XXIe siècle, tant à l'échelle mondiale que locale. Le pH pourrait baisser, en cas de fortes émissions, de 0,3 en 2081-2100 par rapport à 2006–2015, et atteindre ainsi moins de 7,8 en 2100, ce qui représente plus d'un **doublé de son acidité** par rapport à 1850⁴³. Ces modifications entraîneraient des conditions corrosives pour l'aragonite, une forme de carbonate de calcium utilisée par les coraux et les mollusques, sur 16 à 20 % de l'océan mondial⁴⁴.

La circulation thermohaline de l'Atlantique nord va très probablement s'affaiblir au cours du XXIe siècle⁴⁵. Un affaiblissement important aurait des conséquences importantes, amplifiant les changements climatiques de surface, comme probablement l'augmentation des tempêtes en Europe⁴⁶.

2. Une fonte des glaces et de la neige et un dégel du pergélisol

a) Fonte des glaces du Groenland et de l'Antarctique

La fonte du Groenland et de l'Antarctique de l'ouest pourrait devenir irréversible pour les millénaires à venir⁴⁷. Le réchauffement des eaux sous-marines de l'Antarctique Ouest pourra fortement accélérer sa fonte et en conséquence l'élévation du niveau de la mer, y contribuant davantage que le Groenland d'ici la fin du siècle⁴⁸.

b) Fonte de la neige et des glaciers de montagne

Au XXIe siècle, l'augmentation de la température de l'air dans les régions de haute montagne devrait dépasser la moyenne de réchauffement planétaire. Dans le scénario de fortes émissions de gaz à effet de serre, le manteau neigeux aux altitudes moyennes pourra perdre jusqu'à 90% de sa masse entre la période récente (1986-2005) et 2081-2100⁴⁹. Les glaciers pourraient perdre jusqu'à 47% de leur masse entre 2015 et 2100 et plus de 80% dans les régions où la couverture de glace est relativement faible (basses latitudes, Europe centrale, Scandinavie, Caucase, Asie du Nord...)⁵⁰.

Le débit des rivières alimentées principalement par la neige et les glaciers augmentera en hiver avec des pics printaniers plus précoces. La moyenne annuelle de ruissellement des glaciers décline déjà dans les Alpes, elle atteindra un sommet dans l'Himalaya vers 2050 et au plus tard à la fin du 21e siècle dans toutes les régions, et baissera ensuite⁵¹.

c) Fonte de la banquise et de la neige arctique

^d GIEC, Changements Climatiques 2013, Les éléments scientifiques, Résumé à l'intention des décideurs (RID) Relation entre les augmentations globales de températures en 2100 et les scénarios d'émissions RCP : chapitre RID-E et figure RID 7-SPM 7), https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_FRENCH.pdf <https://archive.ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20WG1&f=SPM>

Le réchauffement entraînera une perte continue de banquise et de neige dans l'Arctique⁵². A la fin du siècle, les étés sans banquise dans l'Arctique seront rares (1%, une année sur 100) si le réchauffement global est limité à 1,5 °C (scénario RCP 2.6 de réduction ambitieuse des émissions de gaz à effet de serre) mais deviendront fréquents en cas de fortes émissions⁵³.

d) Dégel du pergélisol

La tendance actuelle des niveaux record de températures du **pergélisol** devrait se poursuivre. Leur **dégel** croissant au XXI^e siècle pourrait atteindre 99% du pergélisol de surface vers 2100 entraînant une dégradation microbienne du carbone organique dans les sols. Cela **générera des émissions de gaz à effet de serre en libérant jusqu'à 240 Gt de dioxyde de carbone et de méthane (CH₄)** dans l'atmosphère, en cas de fortes émissions, **ce qui pourra accélérer le changement climatique**⁵⁴.

Le dégel du pergélisol, qui augmente l'instabilité des sols, pourra impacter 70% des infrastructures (urbaines, rurales, extractives ou de transports) de l'Arctique d'ici 2050⁵⁵.

3. Elévation du niveau de la mer

Le niveau moyen mondial de la mer continuera d'augmenter au cours des siècles, voire des millénaires, et s'accélérera encore en cas de fortes émissions, l'Antarctique pouvant alors contribuer à plusieurs dizaines de centimètres d'élévation du niveau de la mer d'ici 2100.

L'élévation moyenne du niveau de la mer est estimée à 0,43 m (0,29 à 0,59 m) en 2100 par rapport à 1986-2005 en cas d'émissions réduites de gaz à effet de serre et à 0,84 m (0,61 à **1,10 m**) pour un scénario où elles seraient fortes, avec alors une hausse annuelle **en 2100** d'1,5 cm par an⁵⁶. Dans cette hypothèse pessimiste, le niveau de la mer pourrait s'élever, **dans le pire des cas, de 5,4 m en 2300**, principalement par la fonte de certaines zones de l'Antarctique⁵⁷.

		2081-2100 RCP 2.6	2081-2100 RCP 8,5	2100 RCP 2.6	2100 RCP 8,5	2300 RCP 8,5
Elévation projetée (m)	moyenne	0,39	0,71	0,43	0,84	
	pire des cas (i.e. moins de 17% de chance que cela n'arrive)	0,53	0,92	0,59	1,10	5,4
Vitesse d'élévation (mm/an)				4	15	

RCP 2.6 : fortes réductions d'émissions Sources : SPM-23, B3.1 et B3.3

RCP 8.5 : fortes émissions

Elévation projetée du niveau de la mer et sa vitesse d'élévation par rapport à 1986-2005

Ces nouvelles estimations de la hausse moyenne du niveau de la mer, des valeurs extrêmes potentielles (1,10 m) et du taux d'élévation en 2100 pour le scénario RCP8.5 sont supérieures aux valeurs du 5^e rapport du GIEC publié en 2013 (fourchette maximale d'élévation à 0,98 m en 2100). Ceci est dû à la contribution réévaluée à la hausse de la fonte de l'Antarctique⁵⁸.

Comme aujourd'hui, la hausse de la mer future ne sera pas uniforme régionalement. Elle pourrait atteindre, en cas de fortes émissions, 1,10 m en moyenne en 2100 dans certaines régions⁵⁹. L'affaissement des régions côtières, en particulier celles de mégapoles dû au pompage de l'eau dans les nappes, est un contributeur important aux futurs changements locaux du niveau de la mer⁶⁰.

L'élévation du niveau de la mer va se combiner avec l'augmentation des marées de tempête et des cyclones tropicaux, ce qui augmentera les élévations extrêmes du niveau de la mer⁶¹.

4. Impacts de ces changements

a) Impacts pour la production marine et la santé

La production primaire marine sera modifiée, avec des répercussions sur la chaîne alimentaire et les écosystèmes des océans moyens et profonds. Les changements à venir seront dictés par les variations

régionales de la répartition des apports nutritifs. Ils provoqueront une modification de la biodiversité et une diminution de la biomasse des **animaux marins** qui pourra atteindre 15% d'ici 2100 par rapport à 1986-2005⁶². La production aquacole, particulièrement celles des mollusques et crustacés, sensibles à l'acidification des océans, des pêcheries et de la pêche, surtout dans l'océan tropical, seront impactées⁶³. La diminution prévue de la ressource en poissons menace la sécurité alimentaire des communautés côtières de nombreux pays tropicaux et la redistribution des stocks de poisson augmentera le **risque de conflits entre pays ou régions**⁶⁴.

Presque tous les récifs coralliens subiront une réduction de surface et des extinctions locales, même si le réchauffement global est limité à 1.5°C⁶⁵.

L'augmentation des agents pathogènes, des proliférations d'algues nuisibles et la bioaccumulation accrue de contaminants sous l'effet du réchauffement accroîtra les risques d'intoxications alimentaire et hydrique⁶⁶.

b) Impacts sur l'Arctique et les régions de haute montagne

La diminution de la neige et de la glace et le dégel du pergélisol vont continuer d'affecter l'hydrologie et la végétation de l'Arctique⁶⁷, modifiant ainsi les ressources en eau et en nourriture des peuples y vivant.

La structure et le fonctionnement des écosystèmes de montagne vont changer, avec une plus grande variabilité dans la ressource en eau, qui augmentera les déclin d'espèces, surtout celles dépendantes de la neige ou de la glace⁶⁸, et des impacts sur l'agriculture, l'hydroélectricité et le tourisme⁶⁹.

c) Impacts sur les îles et les côtes

L'accroissement des populations sur les littoraux, la perte d'habitat naturel et la dégradation dues au développement côtier et à la pollution, continueront à jouer un rôle dominant dans la vulnérabilité croissante des communautés côtières et des écosystèmes à l'élévation du niveau de la mer et aux événements extrêmes⁷⁰.

Les populations des zones côtières de faible altitude, très peuplées et peu développées (certaines **petites îles, des deltas, des côtes rurales...**) et des environnements très sensibles au climat (Arctique, organismes marins ou écosystèmes à mobilité réduite comme les récifs coralliens des atolls...) et fortement dépendantes des services fournis par ces écosystèmes (pêche, tourisme...), sont extrêmement vulnérables aux changements climatiques et à l'élévation du niveau de la mer. Ils subiront de plus en plus leurs impacts⁷¹.

En raison de l'élévation moyenne du niveau de la mer, les élévations extrêmes du niveau de la mer historiquement rares (par exemple, celles qui, dans le passé, étaient associées à des marées de tempêtes de cyclones intenses survenant une fois par siècle) deviendront courantes d'ici 2100, ce qui, en l'absence d'adaptation complète, entraînera de graves inondations. De nombreuses îles basses connaîtront de tels événements chaque année d'ici 2050 et, en cas de fortes émissions, la plupart des côtes habitées avant 2100⁷².

Ces changements auront des impacts sur les zones côtières de basse altitude inférieures à 10 m et hydrologiquement connectées à l'océan. Leurs écosystèmes, les moyens de subsistance et les infrastructures où vivent 680 millions de personnes seront affectés, avec des conséquences pour toute l'humanité⁷³.

5. Adaptation à ces impacts

La **gestion** de la surpêche, de la pollution, de la démographie et la pauvreté peut réduire considérablement la vulnérabilité des écosystèmes océaniques et des communautés humaines qui en dépendent⁷⁴.

Les réponses aux changements climatiques permettent souvent de réduire les risques immédiats grâce à une adaptation à court terme centrée sur des problèmes spécifiques. Cette dernière ne parviendra pas à réduire les risques et les vulnérabilités de la société à long terme, étant donné l'ampleur, la complexité et l'incertitude des changements climatiques. Pour atteindre un double objectif à court et à long termes, à la fois d'adaptation à ceux-ci et de réduction de ses causes, il faudra transformer de nombreuses institutions, économies et valeurs⁷⁵.

Les **mesures d'adaptation** des régions côtières, qu'il s'agisse du maintien de la ligne de côte ou de la relocalisation des personnes et des activités, vont de l'ingénierie des infrastructures bâties et leur intégration aux écosystèmes. Elles ne seront des adaptations **efficaces qu'en cas de réduction ambitieuse des émissions de gaz à effet de serre** (scénario RCP 2.6)⁷⁶.

La restauration d'habitats naturels, surtout ceux couverts de végétation (mangroves, herbiers marins...), peut soutenir la biodiversité, améliorer les services écosystémiques susceptibles de soutenir les moyens de subsistance, en particulier les pêcheries, générer des avantages économiques, stocker du carbone et aider à

renforcer la résilience des communautés dépendantes des côtes et vulnérables à la hausse du niveau de la mer et des phénomènes météorologiques extrêmes⁷⁷.

Sources :

¹ IPCC– GIEC ((Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC – Rapport spécial « Océan et cryosphère dans le contexte du changement climatique »), 29 septembre 2019

<https://www.ipcc.ch/report/sroc>

² Résumé à l'intention des décideurs (RID - Summary for Policymakers (SPM)) du SROCC, page 8 (SPM-8), encadré SPM 1

³ Rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C, paragraphe SPM-A1 p.6,

<https://www.ipcc.ch/sr15> et communiqué de presse, 8 octobre 2018

https://archive.ipcc.ch/pdf/session48/pr_181008_P48_spm_fr.pdf

⁴ Paragraphe A2 du SPM page 8 (SPM-8, A2)

⁵ Chapitre 1, sous-chapitre 1.4.1 du rapport complet du SROCC

⁶ SPM-9, A2.3

⁷ Ch.1, 1.4.1, p. 83

⁸ SPM-9, A2.5

⁹ SPM-9, A2.5 et ch.1, 1.4.1

¹⁰ SPM-9, A2.4

¹¹ SPM-10, A2.7

¹² SPM-4, A1.1, Ch. 3.3.1.1, Table 3.3 et Ch. 3, résumé, p 206

¹³ Ch. 2.2.3 page 142

¹⁴ SPM-4, A1.4

¹⁵ SPM-4, A1.2

¹⁶ Ch. 3.2.1.1.1 page 213

¹⁷ SPM-4, A1.3

¹⁸ Ch.1, 1.4.1, p. 83 (0,16 m (fourchette de 0,12 à 0,21 m) entre 1902 et 2015 dans SPM-10, A3.1)

¹⁹ SPM-10, A3.1 et A3.2 et Ch. 4, Table 4.1

²⁰ SPM-11, A3.4

²¹ SPM-11, A3.6

²² SPM-12, A4.1 et A5

²³ SPM-11, A3.6

²⁴ SPM-13, A5.4 et SPM-18, A8.1

²⁵ SPM-16, A7.1 et SPM-17, A7.3

²⁶ SPM-4, A1.3 et SPM-17, A7.5

²⁷ SPM-17, A7.6

²⁸ SPM-3, Start-up Box et ch.1, 1.1, page 77

²⁹ SPM-18, A9.1

³⁰ SPM-13, A6.1

³¹ SPM-14, A6.2

³² SPM-18, A8.2

³³ SPM-14, A6.4

³⁴ SPM-7, encadré SPM-1

³⁵ Ch. 6, tableau 6.1, colonnes "Potentially abrupt", "Irreversibility" et "Projected likelihood and/or confidence level"

³⁶ SPM-29, B6.4

³⁷ SPM-21, B1.7

³⁸ SPM-29, B6

³⁹ SPM-21, B2

⁴⁰ SPM-21, B2.1

⁴¹ SPM-25, B5.2

⁴² SPM-21, B2.2 et ch. 5, sous-chapitre 5.2.2.4

⁴³ SPM-21, B2.3

⁴⁴ SPM-21, B2.3 et Ch. 5, 5.2.2.3.2 p. 469

⁴⁵ SPM-21, B2

⁴⁶ SPM-22, B2.7 et Ch. 6, résumé p. 592

⁴⁷ SPM-19, B1 et Ch. 3, résumé, p 206

⁴⁸ SPM-19, B1.2

⁴⁹ SPM-20, B1.3 et Ch. 2, 2.2.2, p. 140

⁵⁰ SPM-19, B1.1

⁵¹ SPM-20, B1.6

⁵² SPM-19, B1

-
- ⁵³ SPM-21, B 1.7 et Ch. 3, résumé, p 207
⁵⁴ SPM-20, B1.4 et Ch. 3, résumé, p 207
⁵⁵ SPM-30, B7.2, ch.3 résumé p 207
⁵⁶ SPM-23, B3.1 et B3.3, et Table 4.4, ch. 4, p. 352
⁵⁷ SPM-23, B3.3, FAQ 4.1, ch. 4, p 411 et Ch. 4, 4.2.3.2
⁵⁸ SPM-23, B3.1
⁵⁹ Ch. 4, figure 4.10
⁶⁰ SPM-23, B3.2
⁶¹ SPM-23, B3
⁶² SPM-25, B5.1
⁶³ SPM-25, B5
⁶⁴ SPM-31, B8.1
⁶⁵ SPM-26, B5.2
⁶⁶ SPM-18, A8.2
⁶⁷ SPM-25, B4.2 et B4.3
⁶⁸ SPM-24, B4.1
⁶⁹ SPM-30, B7 et B7.3
⁷⁰ Ch.4, résumé p. 324 et 328
⁷¹ Ch4., 4.1.3 et figure 4.3 p. 328
⁷² SPM-23, B3.4
⁷³ SPM-3, encadré d'introduction et ch. 4, 4.4.2.6.2 p.396 et [le tableau du pourcentage de population déplacée en 2200 \(colonne de droite\)](#), Desmet et al., 2018
⁷⁴ SPM-35, C2
⁷⁵ SPM-37, C3.3
⁷⁶ SPM-38, sea level rise risks and responses, (b) benefits of responses to sea-level rise and mitigation,
⁷⁷ SPM-37, C3.1

Sources du tableau page 2 :

- 1 : ch.1, 1.4.1 (pH de 8,2 en 1850 et 8,1 en 2015, soit une diminution de 0,1)
2 : A2.4
3 : A2,6
4 : A5,1
5 : A5,1
6 : A1.3
7 : A1,2
8 : A1,4
9 : A1,1
10 : Ch. 3.3.1.1, Table 3.3
11 : Ch. 3.3.1.1, Table 3.3
12 : A3,1
13 : A3,1
14 : A3,1