





## Introduction



Ce Résumé à l'intention des décideurs (RID) présente les principales conclusions de la contribution du Groupe de travail I (GTI) au sixième Rapport d'évaluation (AR6)<sup>1</sup> du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) concernant les bases scientifiques physiques du changement climatique. Ce Rapport s'appuie sur la précédente contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du GIEC (AR5), en 2013, et sur les rapports spéciaux du GIEC de l'AR6 de 2018 et 2019<sup>2</sup> ; et il intègre de nouveaux éléments scientifiques postérieurs issus des sciences du climat<sup>3</sup>.

Ce RID fournit un résumé de haut niveau de la compréhension de l'état actuel du climat, y compris la manière dont il est en train de changer et le rôle de l'influence humaine dans ces changements. Il présente également l'état des connaissances sur les évolutions futures possibles du climat, les informations climatiques pertinentes pour différentes régions et secteurs, ainsi que les conditions géophysiques permettant de limiter le changement climatique induit par les activités humaines.

En fonction des connaissances scientifiques, les conclusions principales peuvent être formulées comme des faits établis, ou être associées à un niveau de confiance, formulé selon le langage « calibré » défini par le GIEC<sup>4</sup>.

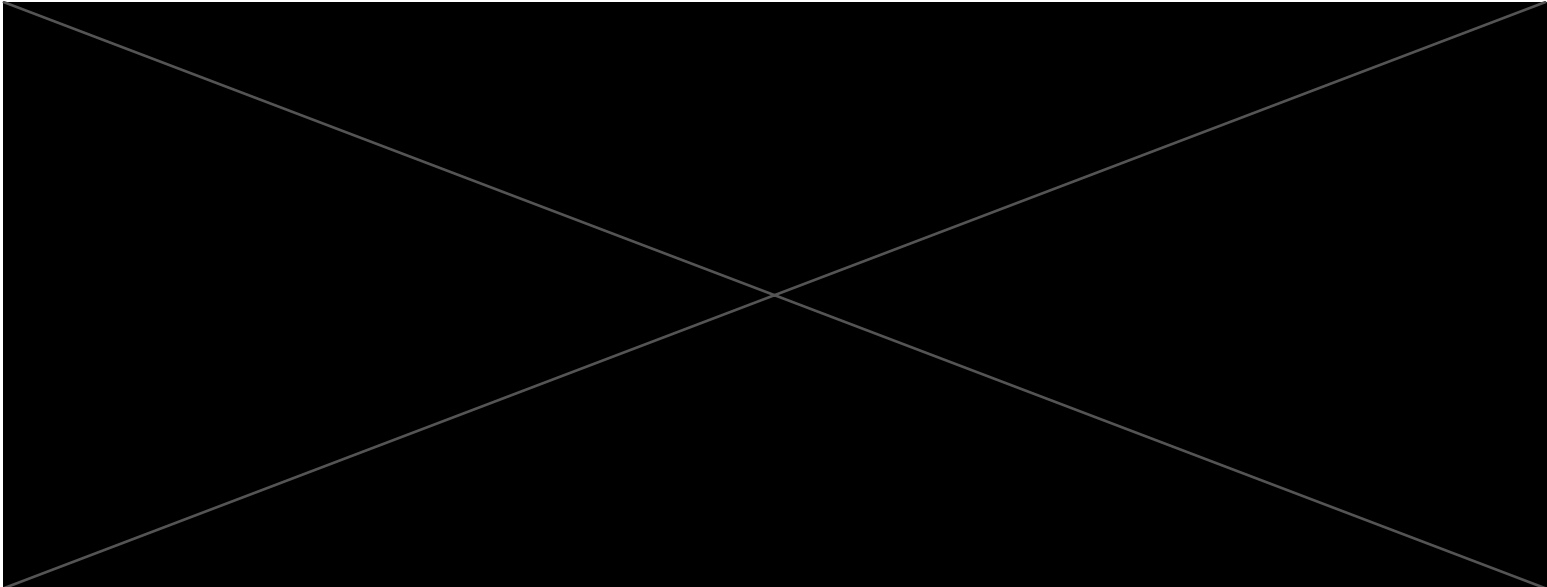
Les bases scientifiques sur lesquelles se fonde chaque conclusion principale se trouvent dans les sections des chapitres du Rapport principal et leur synthèse intégrée présentée dans le Résumé technique (ci-après RT) ; ces références sont indiquées entre accolades. L'Atlas interactif du GTI de l'AR6 permet d'explorer cette synthèse des résultats clés et les informations sur le changement climatique qui les sous-tendent, dans les diverses régions de référence du GTI<sup>5</sup>.

## A. L'état actuel du climat

*Depuis l'AR5, les améliorations apportées aux estimations issues des observations et aux informations extraites des archives paléoclimatiques fournissent une vue d'ensemble de chacune des composantes du système climatique et de leurs changements en cours. De nouvelles simulations issues de modèles climatiques, de nouvelles analyses, et des méthodes intégrant de multiples éléments probants ont permis de mieux comprendre l'influence humaine sur un plus grand jeu de variables climatiques, y compris les extrêmes météorologiques et climatiques. Les périodes examinées dans cette section dépendent de la disponibilité des produits d'observations, des archives paléoclimatiques et des études scientifiques évaluées par les pairs.*

**A.1 Il est sans équivoque que l'influence humaine a réchauffé l'atmosphère, l'océan et les terres. Des changements généralisés et rapides se sont produits dans l'atmosphère, l'océan, la cryosphère et la biosphère. {2.2, 2.3, encadré thématique 2.3, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.8, 5.2, 5.3, 6.4, 7.3, 8.3, 9.2, 9.3, 9.5, 9.6, encadré thématique 9.1} (figure RID.1, figure RID.2)**

**A.1.1** Les augmentations des concentrations de gaz à effet de serre (GES) bien mélangés dans l'atmosphère, observées depuis environ 1750, résultent, sans équivoque, des activités humaines. Depuis 2011 (date des dernières mesures prises en compte dans l'AR5), les concentrations atmosphériques ont continué à augmenter, pour atteindre, en 2019, des moyennes annuelles de 410 parties par million (ppm) pour le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), 1866 parties par milliard (ppb) pour le méthane (CH<sub>4</sub>) et 332 ppb pour le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)<sup>6</sup>. Au cours des six dernières décennies, les terres émergées et l'océan ont absorbé une proportion





presque constante des émissions de CO<sub>2</sub> d'origine anthropique (environ 56 % par an à l'échelle globale), avec des différences régionales (*degré de confiance élevé*)<sup>7</sup>.

{2.2, 5.2, 7.3, RT.2.2, encadré RT.5}

- A.1.2 Chacune des quatre dernières décennies a été successivement plus chaude que toutes celles qui l'ont précédée depuis 1850. La hausse de la température à la surface du globe<sup>8</sup> au cours des deux premières décennies du 21<sup>e</sup> siècle (2001–2020) est de 0,99 °C [0,84–1,10 °C] par rapport à 1850–1900<sup>9</sup>. Elle est plus élevée de 1,09 °C [0,95–1,20 °C] sur la période 2011–2020 qu'en 1850–1900, avec un réchauffement plus prononcé au-dessus des terres émergées (1,59 °C [1,34–1,83 °C]) qu'à la surface de l'océan (0,88 °C [0,68–1,01 °C]). La hausse estimée de la température à la surface du globe depuis l'AR5 est principalement due à la poursuite du réchauffement depuis la période 2003–2012 (+0,19 °C [0,16–0,22 °C]). En outre, des améliorations méthodologiques et l'utilisation de nouveaux jeux de données ont contribué pour environ 0,1 °C à l'estimation réactualisée du réchauffement dans l'AR6<sup>10</sup>.

{2.3, encadré thématique 2.3} (figure RID.1)

- A.1.3 La fourchette *probable* de l'augmentation de la température à la surface du globe due à l'ensemble des activités humaines entre 1850–1900 et 2010–2019<sup>11</sup> est de 0,8 °C à 1,3 °C, avec une meilleure estimation de 1,07 °C. La fourchette *probable* du réchauffement dû aux GES bien mélangés est de 1,0 °C à 2,0 °C, celle de l'effet refroidissant des autres facteurs humains (principalement les aérosols) est de 0,0 °C à 0,8 °C, l'effet des facteurs naturels se situe entre –0,1 °C et +0,1 °C et l'effet de la variabilité interne entre –0,2 °C et +0,2 °C. Il est *très probable* que les GES bien mélangés sont le principal facteur<sup>12</sup> du réchauffement de la troposphère depuis 1979 et *extrêmement probable* que l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique dû aux activités humaines a été le principal facteur du refroidissement de la basse stratosphère entre 1979 et le milieu des années 1990.

{3.3, 6.4, 7.3, RT 2.3, encadré thématique RT.1, RT.2.3} (figure RID.2)

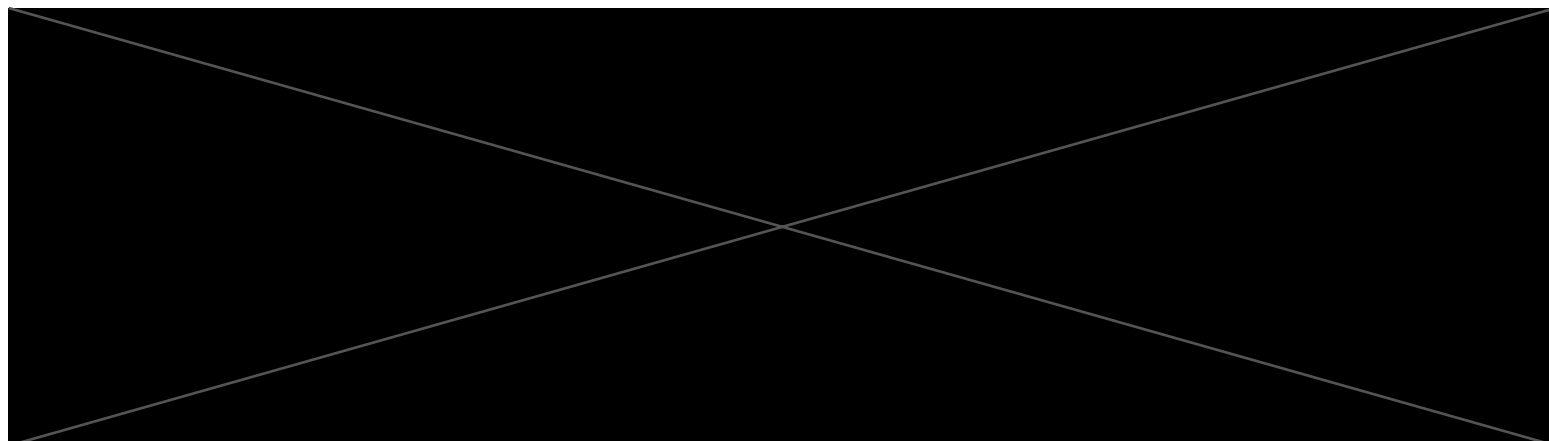
- A.1.4 Les précipitations moyennées à l'échelle mondiale sur les terres émergées ont *probablement* augmenté depuis 1950, avec un rythme plus rapide depuis les années 1980 (*degré de confiance moyen*). Il est *probable* que l'influence humaine a contribué à la structure spatiale des changements observés de précipitations depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle et il est *extrêmement probable* qu'elle a contribué à la structure des changements observés de salinité de l'océan de surface. Les trajectoires des tempêtes aux latitudes moyennes se sont *probablement* déplacées vers les pôles dans les deux hémisphères depuis les années 1980, avec une forte saisonnalité de ces tendances (*degré de confiance moyen*). Dans l'hémisphère sud, l'influence humaine a *très probablement* contribué au déplacement vers le pôle du courant-jet extratropical (un phénomène étroitement lié aux trajectoires des tempêtes) durant l'été austral.

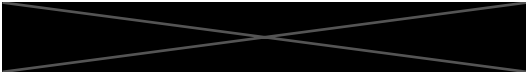

{2.3, 3.3, 8.3, 9.2, RT 2.3, RT 2.4, encadré RT 6}

- A.1.5 L'influence humaine est *très probablement* le principal facteur du recul des glaciers à l'échelle planétaire depuis les années 1990 et de la diminution de l'étendue de la glace de mer de l'Arctique entre 1979–1988 et 2010–2019 (diminutions d'environ 40 % en septembre et d'environ 10 % en mars). L'étendue de la glace de mer de l'Antarctique ne montre pas de tendance significative entre 1979 et 2020, en raison de tendances régionales de signe opposé et d'une forte variabilité interne. L'influence humaine a *très probablement* contribué à la diminution du manteau neigeux printanier de l'hémisphère nord depuis 1950. Il est *très probable* qu'elle a contribué à la fonte en surface de la calotte glaciaire du Groenland observée au cours des deux dernières décennies, mais il n'existe que *des éléments probants limités*, avec un *degré de concordance moyen*, quant à l'influence humaine sur la perte de masse de la calotte glaciaire antarctique.

{2.3, 3.4, 8.3, 9.3, 9.5, RT.2.5}

- A.1.6 Il est *quasi-certain* que la partie supérieure de l'océan mondial (0–700 m) s'est réchauffée depuis les années 1970 et il est *extrêmement probable* que l'influence humaine en est le principal facteur. Il est *quasi-certain* que les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine

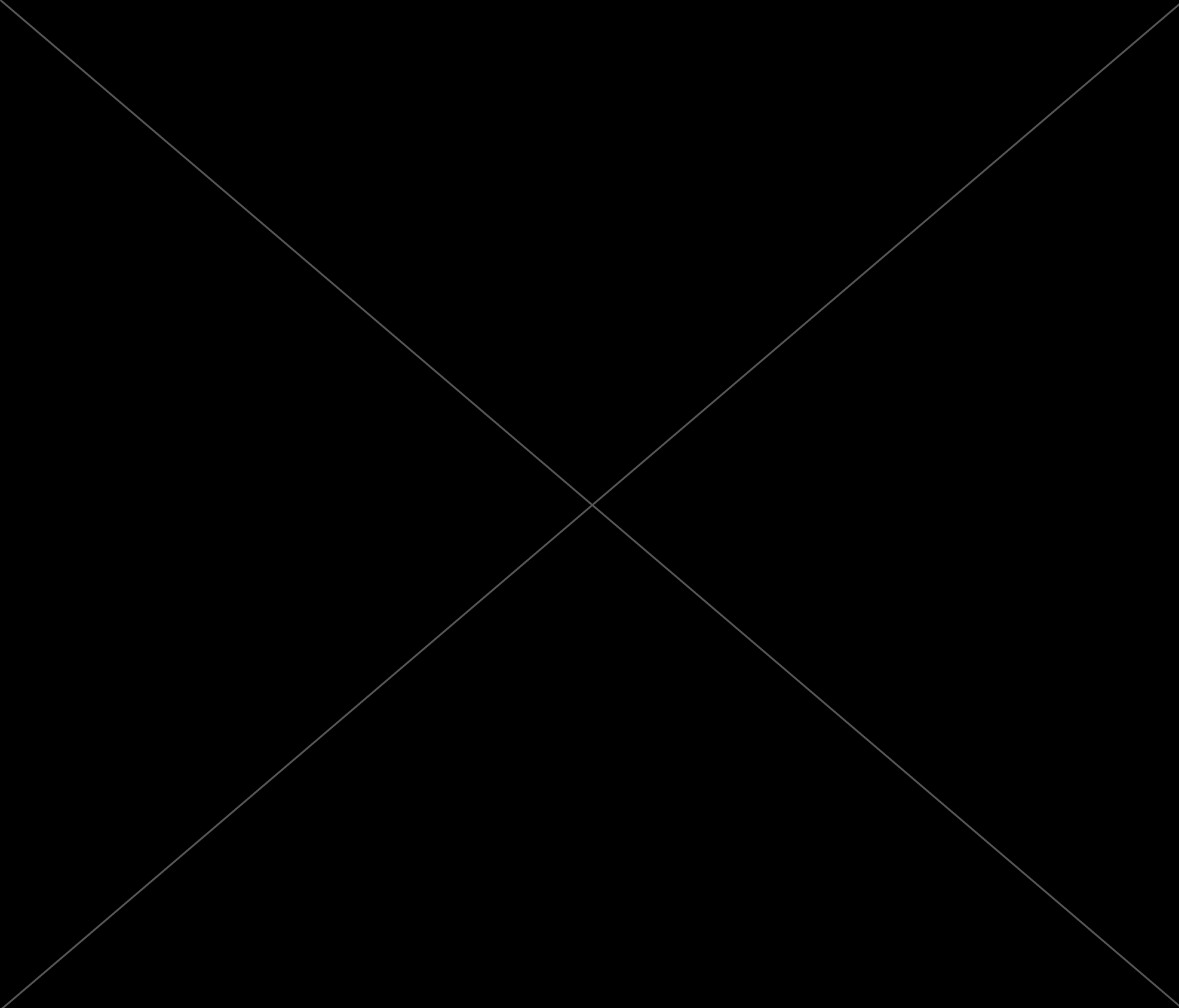


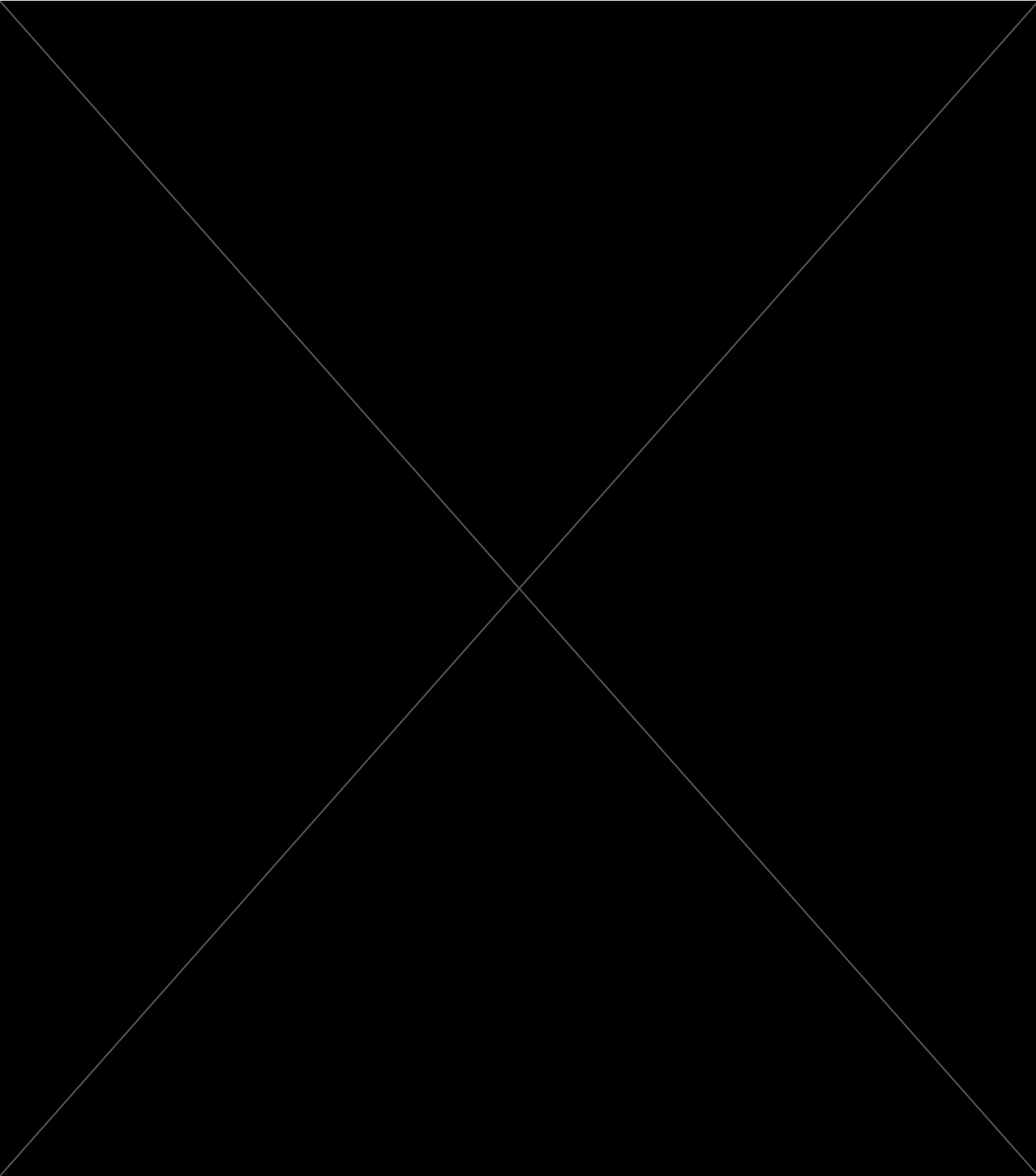


humaine sont le principal facteur de l'acidification actuelle des eaux de surface en haute mer à l'échelle mondiale. Depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle, les niveaux d'oxygène ont chuté dans la couche supérieure de nombreuses régions océaniques (*degré de confiance élevé*), et l'influence humaine a contribué à cette diminution (*degré de confiance moyen*).  
{2.3, 3.5, 3.6, 5.3, 9.2, RT.2.4}

A.1.7 Sur l'ensemble du globe, le niveau moyen de la mer s'est élevé de 0,20 m [0,15 à 0,25 m] entre 1901 et 2018. Le rythme moyen de cette élévation était de 1,3 mm/an [0,6 à 2,1 mm/an] entre 1901 et 1971. Il est passé à 1,9 mm/an [0,8–2,9 mm/an] entre 1971 et 2006, puis a encore augmenté pour atteindre 3,7 mm/an [3,2–4,2 mm/an] entre 2006 et 2018 (*degré de confiance élevé*). L'influence humaine est *très probablement* le principal facteur de cette élévation depuis au moins 1971.  
{2.3, 3.5, 9.6, encadré thématique 9.1, encadré RT.4}

A.1.8 Les changements survenus dans la biosphère terrestre depuis 1970 sont cohérents avec le réchauffement planétaire : dans les deux hémisphères, les zones climatiques se sont déplacées vers les pôles, et la saison de croissance de la végétation s'est allongée en moyenne jusqu'à deux jours par décennie depuis les années 1950 dans les régions extratropicales de l'hémisphère nord (*degré de confiance élevé*).  
{2.3, RT.2.6}





## A.2 L'ampleur des changements récents dans l'ensemble du système climatique, et l'état actuel de nombreux aspects du système climatique, sont sans précédent depuis plusieurs siècles à plusieurs milliers d'années. {2.2, 2.3, encadré thématique 2.1, 5.1} (figure RID.1)

A.2.1 En 2019, les concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> ont été les plus élevées depuis au moins 2 millions d'années (*degré de confiance élevé*) et les concentrations de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O ont été les plus élevées depuis au moins 800 000 ans (*degré de confiance très élevé*). Depuis 1750, les augmentations des concentrations de CO<sub>2</sub> (47 %) et de CH<sub>4</sub> (156 %) dépassent largement – et les augmentations de N<sub>2</sub>O (23 %) sont similaires à – l'ampleur de leurs variations naturelles plurimillénaires entre les périodes glaciaires et interglaciaires des derniers 800 000 ans au moins (*confiance très élevée*).  
{2.2, 5.1, RT.2.2}

A.2.2 La température à la surface du globe a augmenté plus rapidement depuis 1970 que sur toute autre période de 50 ans au cours des 2000 dernières années au moins (*degré de confiance élevé*). Les températures de la décennie la plus récente (2011–2020) ont dépassé celles de la période chaude pluriséculaire la plus récente, il y a environ 6500 ans<sup>13</sup> [avec une élévation de 0,2 °C à 1 °C par rapport à 1850–1900] (*degré de confiance moyen*). Il faut remonter à il y a environ 125 000 ans pour trouver une période chaude avec une variation de température pluriséculaire [+0,5 °C à 1,5 °C par rapport à 1850–1900] qui englobe celle observée pour la décennie la plus récente (*degré de confiance moyen*).  
{2.3, encadré thématique 2.1, encadré thématique RT.1} (figure RID.1)

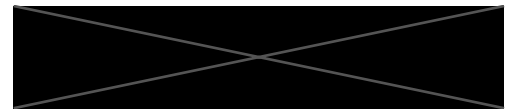
A.2.3 Sur la période 2011–2020, l'étendue moyenne annuelle de glace de mer de l'Arctique a atteint son niveau le plus bas depuis au moins 1850 (*degré de confiance élevé*). À la fin de l'été, l'étendue de la glace de mer arctique est la plus basse depuis au moins mille ans (*degré de confiance moyen*). Le caractère planétaire du recul des glaciers depuis les années 1950, un phénomène qui touche simultanément la quasi-totalité des glaciers du monde, est sans précédent depuis au moins 2000 ans (*degré de confiance moyen*).  
{2.3, RT.2.5}

A.2.4 Le niveau moyen de la mer à l'échelle du globe s'est élevé plus rapidement depuis 1900 qu'au cours de tout autre siècle au cours des trois derniers millénaires (*degré de confiance élevé*). L'océan mondial s'est réchauffé plus rapidement au cours du siècle dernier que depuis la fin de la dernière déglaciation (il y a environ 11 000 ans) (*degré de confiance moyen*). Une augmentation du pH des eaux de surface en haute mer s'est produite à long terme au cours des 50 derniers millions d'années (*degré de confiance élevé*). Cependant, un pH des eaux de surface en haute mer aussi bas que celui des dernières décennies est inhabituel au cours des 2 derniers millions d'années (*degré de confiance moyen*).  
{2.3, RT.2.4, encadré RT.4}

## A.3 Le changement climatique d'origine humaine affecte déjà de nombreux extrêmes météorologiques et climatiques dans toutes les régions du monde. Les preuves des changements observés dans les extrêmes tels que les vagues de chaleur, les précipitations extrêmes, les sécheresses et les cyclones tropicaux, et notamment de leur attribution à l'influence humaine, se sont accumulées depuis l'AR5. {2.3, 3.3, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, encadré 8.1, encadré 8.2, encadré 9.2, 10.6, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.7, 11.8, 11.9, 12.3} (figure RID.3)

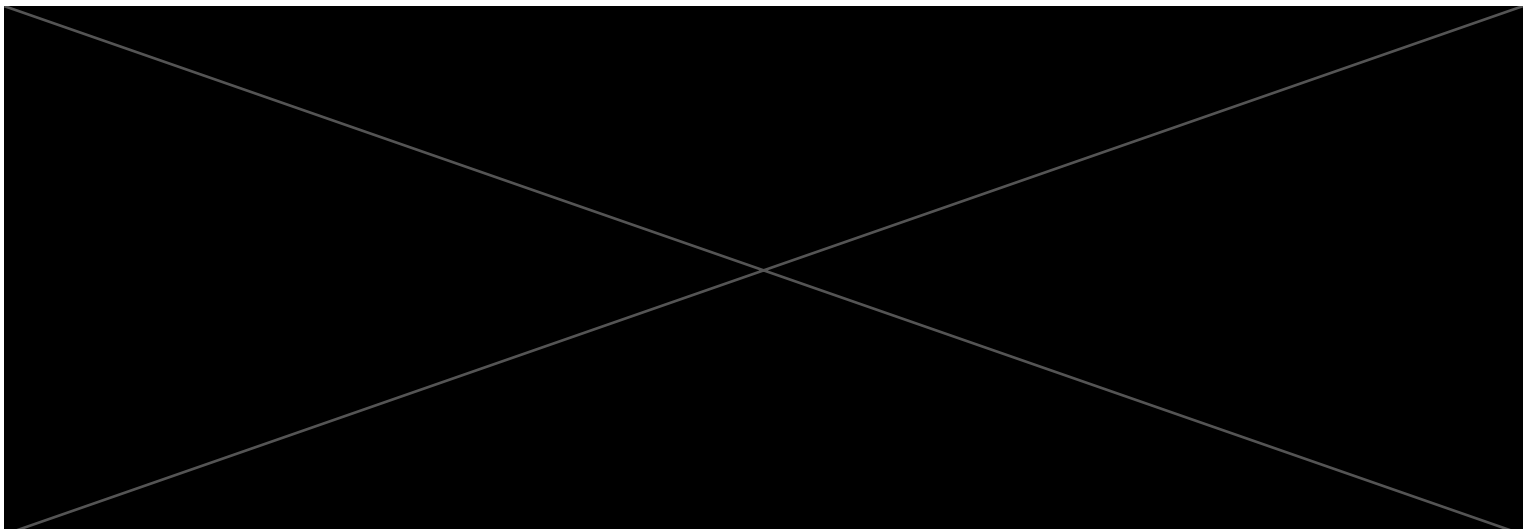
A.3.1 Il est *quasi-certain* que les extrêmes chauds (y compris les vagues de chaleur) sont devenus plus fréquents et plus intenses dans la plupart des terres émergées depuis les années 1950, tandis que les extrêmes froids (y compris les vagues de froid) sont devenus moins fréquents et moins sévères, le changement climatique d'origine humaine étant, avec un *degré de confiance élevé*, le principal facteur<sup>14</sup> de ces changements. Certains extrêmes chauds observés au cours de la dernière décennie auraient été *extrêmement improbables* sans l'influence humaine sur le système climatique. La fréquence des vagues de chaleur marines a approximativement doublé depuis les années 1980 (*degré de confiance élevé*) et l'influence humaine a *très probablement* contribué à la plupart d'entre elles depuis au moins 2006.  
{encadré 9.2, 11.2, 11.3, 11.9, TS.2.4, RT.2.6, encadré RT.10} (figure RID.3)

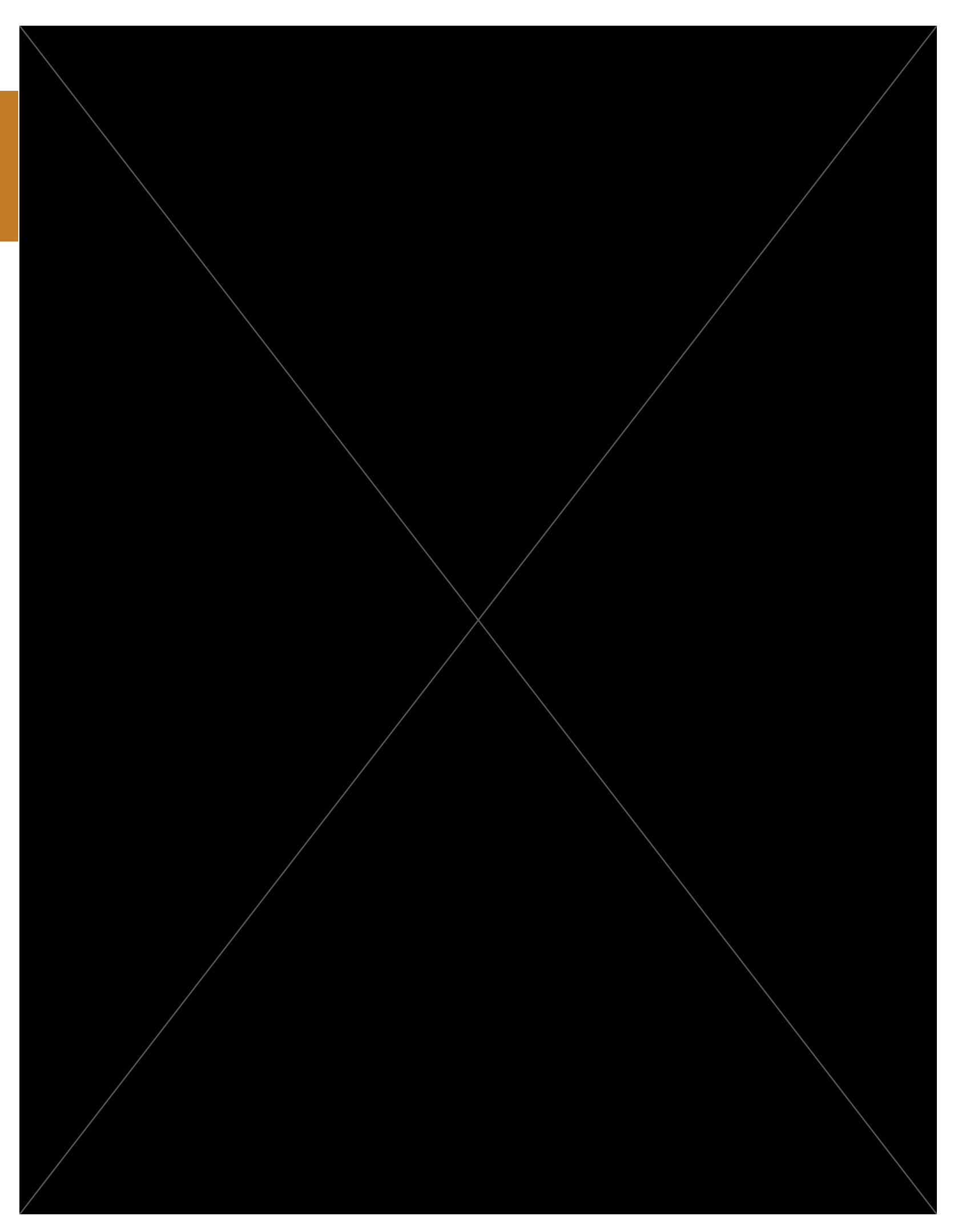
A.3.2 La fréquence et l'intensité des précipitations extrêmes ont augmenté depuis les années 1950 sur la plupart des terres émergées pour lesquelles les données d'observation sont suffisantes pour procéder à une analyse des tendances (*degré de confiance élevé*), et le changement climatique d'origine humaine en est *probablement* le principal facteur. Le changement climatique



d'origine humaine a contribué à l'augmentation des sécheresses de type agricole et écologique<sup>15</sup> dans certaines régions, en raison de l'augmentation de l'évapotranspiration<sup>16</sup> au-dessus des terres émergées (*degré de confiance moyen*).  
{8.2, 8.3, 11.4, 11.6, 11.9, RT.2.6, encadré RT.10} (figure RID.3)

- A.3.3 La diminution des précipitations<sup>17</sup> de la mousson globale au-dessus des terres émergées entre les années 1950 et les années 1980 est en partie attribuée aux émissions d'aérosols d'origine humaine dans l'hémisphère nord, mais l'augmentation observée depuis lors est due à l'augmentation des concentrations de GES et à la variabilité interne décennale à pluri décennale (*degré de confiance moyen*). En Asie du Sud, en Asie de l'Est et en Afrique de l'Ouest, l'augmentation des précipitations de mousson due au réchauffement résultant des émissions de GES a été contrebalancée par une diminution des précipitations de mousson due au refroidissement entraîné par les émissions d'aérosols issus des activités humaines au cours du 20<sup>e</sup> siècle (*degré de confiance élevé*). L'augmentation des précipitations de la mousson d'Afrique de l'Ouest depuis les années 1980 est en partie due à l'influence croissante des GES et à la réduction de l'effet refroidissant produit par les émissions d'aérosols issus des activités humaines en Europe et en Amérique du Nord (*degré de confiance moyen*).  
{2.3, 3.3, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6, encadré 8.1, encadré 8.2, 10.6, encadré RT.13}
- A.3.4 Il est *probable* que la proportion de cyclones tropicaux majeurs (catégories 3–5), à l'échelle globale, a augmenté au cours des quatre dernières décennies et que la latitude à laquelle les cyclones tropicaux atteignent leur intensité maximale sur le bassin ouest du Pacifique Nord s'est déplacée vers le nord ; ces changements ne peuvent pas être expliqués par la seule variabilité interne (*degré de confiance moyen*). Un *degré de confiance faible* est associé à l'évaluation des tendances à long terme (pluridécennales à centennales) de la fréquence des cyclones tropicaux de toutes catégories. Les études d'attribution d'événements et la compréhension physique indiquent que le changement climatique d'origine humaine entraîne une augmentation des précipitations extrêmes associées aux cyclones tropicaux (*degré de confiance élevé*), mais, les limitations des données d'observation disponibles empêchent de détecter clairement des tendances passées à l'échelle mondiale.  
{8.2, 11.7, encadré RT.10}
- A.3.5 L'influence humaine a *probablement* augmenté l'occurrence d'événements extrêmes composites<sup>18</sup> depuis les années 1950. Cela comprend une fréquence accrue des vagues de chaleur coïncidant avec des sécheresses à l'échelle mondiale (*degré de confiance élevé*), des conditions météorologiques propices aux incendies dans plusieurs régions de tous les continents habités (*degré de confiance moyen*) et des inondations composites à certains endroits (*degré de confiance moyen*).  
{11.6, 11.7, 11.8, 12.3, 12.4, RT.2.6, tableau RT.5, encadré RT.10}





**A.4 L'amélioration de la compréhension des processus climatiques, des éléments probants paléoclimatiques, et de la réponse du système climatique au forçage radiatif croissant conduit à une meilleure estimation de la sensibilité climatique à l'équilibre établie à 3 °C, avec une fourchette plus étroite que dans l'AR5.**  
{2.2, 7.3, 7.4, 7.5, 9.4, 9.5, 9.6, encadré 7.2, 9.4, 9.5, 9.6, encadré thématique 9.1}

A.4.1 Le forçage radiatif d'origine humaine, de  $2,72 \text{ W m}^{-2}$  [1,96 à  $3,48 \text{ W m}^{-2}$ ] en 2019 par rapport à 1750, a réchauffé le système climatique. Ce réchauffement est principalement dû à l'augmentation des concentrations de GES, partiellement réduit par le refroidissement dû à l'augmentation des concentrations d'aérosols. Le forçage radiatif a augmenté de  $0,43 \text{ W m}^{-2}$  (19 %) par rapport à l'AR5, dont  $0,34 \text{ W m}^{-2}$  sont dus à l'accroissement des concentrations de GES depuis 2011. Le reste de l'écart est dû à une meilleure compréhension scientifique et à une modification de l'évaluation du forçage imputable aux aérosols, qui intègre la diminution de leur concentration et une amélioration de son calcul (*degré de confiance élevé*).  
{2.2, 7.3, RT.2.2, RT.3.1}

A.4.2 Le forçage radiatif net d'origine humaine est positif et entraîne une accumulation d'énergie supplémentaire (réchauffement) dans le système climatique, qui est partiellement réduite par une perte d'énergie vers l'espace accrue, en réponse au réchauffement de surface. Le taux moyen d'accumulation d'énergie observée dans le système climatique est passé de  $0,50 \text{ W m}^{-2}$  [0,32 à  $0,69 \text{ W m}^{-2}$ ] en 1971–2006<sup>19</sup> à  $0,79 \text{ W m}^{-2}$  [0,52 à  $1,06 \text{ W m}^{-2}$ ] en 2006–2018<sup>20</sup> (*degré de confiance élevé*). Le réchauffement de l'océan représente 91 % de l'accumulation d'énergie dans le système climatique, tandis que le réchauffement des terres émergées, la fonte des glaces et le réchauffement de l'atmosphère en représentent respectivement environ 5 %, 3 % et 1 % (*degré de confiance élevé*).  
{7.2, encadré 7.2, RT.3.1}

A.4.3 L'accumulation de chaleur dans le système climatique a provoqué l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe du fait de la fonte des glaces continentales et de la dilatation thermique due au réchauffement des océans. La dilatation thermique explique 50 % de l'élévation du niveau de la mer entre 1971 et 2018, tandis que la perte de masse des glaciers y a contribué à hauteur de 22 %, celle des calottes glaciaires à hauteur de 20 % et la variation du stockage d'eau terrestre à hauteur de 8 %. Le rythme de perte de masse des calottes glaciaires a augmenté d'un facteur 4 entre la période 1992–1999 et la période

2010–2019. Ensemble, les pertes de masse des calottes glaciaires et des glaciers représentent la contribution prépondérante à l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe entre 2006 et 2018 (*degré de confiance élevé*). {9.4, 9.5, 9.6, encadré thématique 9.1}

- A.4.4 La sensibilité climatique à l'équilibre est une grandeur physique importante, utilisée pour quantifier la réponse du climat au forçage radiatif. Sur la base de multiples éléments probants<sup>21</sup>, la fourchette *très probable* de la sensibilité climatique à l'équilibre se situe entre 2 °C (*degré de confiance élevé*) et 5 °C (*degré de confiance moyen*). La meilleure estimation résultant de l'évaluation de l'AR6 est de 3 °C, avec une fourchette *probable* de 2,5 °C à 4 °C (*degré de confiance élevé*), contre 1,5 °C à 4,5 °C dans l'AR5, qui n'avait pas fourni de meilleure estimation. {7.4, 7.5, RT.3.2}

## B. Futurs climatiques possibles

Un ensemble de cinq nouveaux scénarios d'émissions illustratifs a été choisi pour examiner de manière cohérente, au sein de ce rapport, la réponse du climat à un éventail plus large d'évolutions futures des gaz à effet de serre (GES), de l'affectation des terres et des polluants atmosphériques que celui considéré dans l'AR5. Cet ensemble de scénarios alimente les projections des modèles climatiques concernant les changements du système climatique. Ces projections tiennent compte de l'activité solaire et du forçage de fond dû aux volcans. Les résultats pour le 21<sup>e</sup> siècle sont fournis pour le court terme (2021–2040), le moyen terme (2041–2060) et le long terme (2081–2100) par rapport à la période 1850–1900, sauf indication contraire.

### Encadré RID.1 | Scénarios, modèles climatiques et projections

**Encadré RID.1.1 :** Le présent rapport évalue la réponse du climat à cinq scénarios illustratifs qui couvrent l'éventail des évolutions futures possibles des facteurs anthropiques du changement climatique disponibles dans la littérature scientifique. Ces scénarios débutent en 2015 et incluent des scénarios<sup>22</sup> d'émissions de GES élevées et très élevées (SSP3-7.0 et SSP5-8.5), avec des émissions de CO<sub>2</sub> atteignant près du double des niveaux actuels d'ici à 2100 et 2050, respectivement, des scénarios d'émissions de GES intermédiaires (SSP2-4.5) avec des émissions de CO<sub>2</sub> qui restent proches des niveaux actuels jusqu'au milieu du siècle, et des scénarios d'émissions très basses et basses de GES, avec des émissions de CO<sub>2</sub> diminuant jusqu'à des émissions nettes égales à zéro vers ou après 2050, suivies de niveaux variables d'émissions nettes négatives de CO<sub>2</sub><sup>23</sup> (SSP1-1.9 et SSP1-2.6), comme l'illustre la figure RID 4. Les émissions varient d'un scénario à l'autre en fonction des hypothèses socio-économiques, du niveau d'atténuation du changement climatique et, s'agissant des aérosols, et des précurseurs non méthaniques d'ozone, des mesures de contrôle de la pollution atmosphérique. D'autres hypothèses peuvent aboutir à des émissions et des réponses climatiques similaires, mais les hypothèses socio-économiques et la faisabilité ou la probabilité des divers scénarios ne font pas partie de cette évaluation. {1.6, encadré thématique 1.4, RT.1.3} (figure RID.4)

**Encadré RID.1.2 :** Ce rapport évalue les résultats des modèles climatiques participant à la phase 6 du Project d'intercomparaison de modèles couplés (CMIP6) du Programme mondial de recherches sur le climat. Ces modèles bénéficient d'une représentation nouvelle et améliorée de processus physiques, chimiques et biologiques, ainsi qu'une résolution plus élevée, par rapport aux modèles climatiques examinés dans les précédents rapports d'évaluation du GIEC. Les simulations de l'état moyen récent de la plupart des indicateurs de grande échelle du changement climatique et de nombreux autres aspects au sein du système climatique s'en trouvent améliorées. Certaines différences persistent par rapport aux observations, par exemple vis-à-vis de la structure régionale des précipitations. Les simulations historiques CMIP6 évaluées dans ce rapport ont une moyenne d'ensemble du changement de la température à la surface du globe qui se situe à moins de 0,2 °C des observations sur la majeure partie de la période historique, et le réchauffement observé s'inscrit dans la fourchette *très probable* de l'ensemble CMIP6. Toutefois, certains modèles de CMIP6 simulent un réchauffement qui

21 La compréhension des processus climatiques, des enregistrements instrumentaux, des paléoclimats et des contraintes émergentes basées sur les modèles (voir le glossaire).

22 Dans le présent rapport, les cinq scénarios illustratifs sont désignés par l'abréviation SSPx-y, où "SSPx" renvoie à la trajectoire socio-économique partagée (SSP) décrivant les tendances socio-économiques à la base du scénario, et "y" renvoie au niveau approximatif du forçage radiatif (en watts par mètre carré, ou W m<sup>-2</sup>) résultant du scénario en 2100. Une comparaison détaillée avec les scénarios utilisés dans les précédents rapports du GIEC est fournie dans la section RT 1.3, et les sections 1.6 et 4.6. Les SSP qui sous-tendent les scénarios de forçage spécifiquement utilisés pour forcer les modèles climatiques ne sont pas évaluées par le GTI. Néanmoins, le label SSPx-y assure la traçabilité par rapport aux publications scientifiques où ces trajectoires de forçage spécifiques sont utilisées en entrée des modèles climatiques. Le GIEC est neutre en ce qui concerne les hypothèses sous-jacentes aux SSP, qui ne recouvrent pas tous les scénarios possibles. Des scénarios alternatifs peuvent être envisagés ou élaborés.

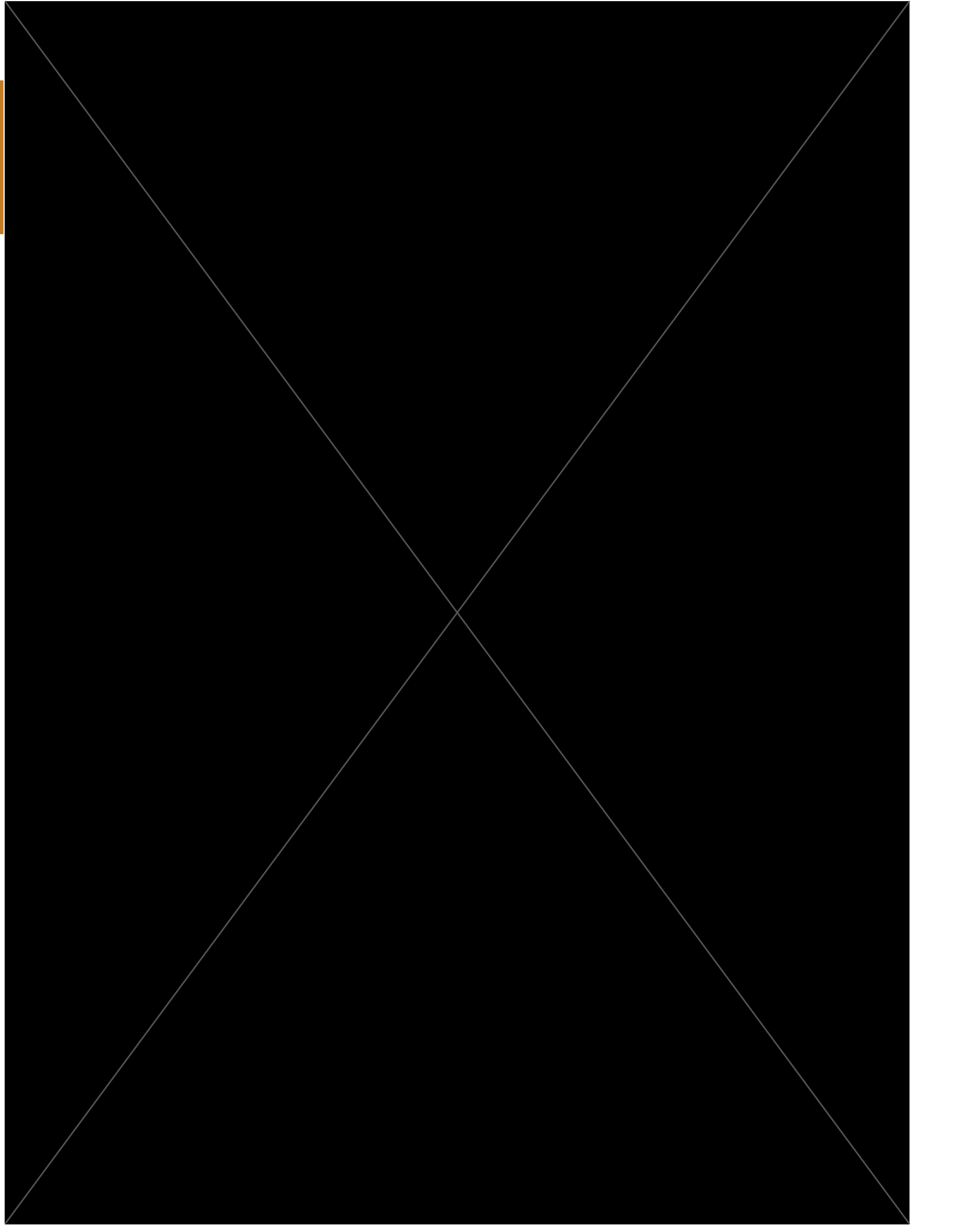
23 Des émissions nettes négatives de CO<sub>2</sub> sont atteintes lorsque les éliminations anthropiques de CO<sub>2</sub> dépassent les émissions anthropiques (voir le glossaire).



se situe soit au-dessus, soit au-dessous de la fourchette évaluée comme *très probable* du réchauffement observé. {1.5, encadré thématique 2.2, 3.3, 3.8, RT.1.2, encadré thématique RT.1} (figure RID.1b, figure RID.2)

**Encadré RID.1.3 :** Les modèles CMIP6 pris en compte dans le présent rapport présentent une fourchette de sensibilité climatique plus large que celle des modèles CMIP5 et que la fourchette *très probable* évaluée dans l'AR6, établie à partir de multiples éléments probants. Ces modèles CMIP6 présentent également une sensibilité climatique moyenne plus élevée que les modèles CMIP5 et que la meilleure estimation résultant de l'évaluation de l'AR6. Les valeurs plus élevées de la sensibilité climatique de CMIP6 par rapport à CMIP5 peuvent être imputées à l'effet amplificateur de la rétroaction des nuages qui est plus important d'environ 20 % dans CMIP6. {encadré 7.1, 7.3, 7.4, 7.5, RT.3.2}

**Encadré RID.1.4 :** Pour la première fois dans un rapport du GIEC, les évaluations des changements futurs de la température à la surface du globe, du réchauffement de l'océan et du niveau de la mer sont construites en combinant les projections multi-modèles avec des contraintes issues des observations s'appuyant sur le réchauffement passé simulé, ainsi que sur l'évaluation de la sensibilité climatique de l'AR6. Pour d'autres variables, il n'existe pas encore de méthodes aussi robustes permettant de contraindre les projections. Néanmoins, pour un niveau donné de réchauffement planétaire, il est possible d'identifier des structures géographiques robustes sont identifiées dans les projections de nombreuses variables, communes aux scénarios considérés, et indépendantes du moment où ce niveau de réchauffement planétaire est atteint. {1.6, 4.3, 4.6, encadré 4.1, 7.5, 9.2, 9.6, encadré thématique 11.1, encadré thématique RT.1}



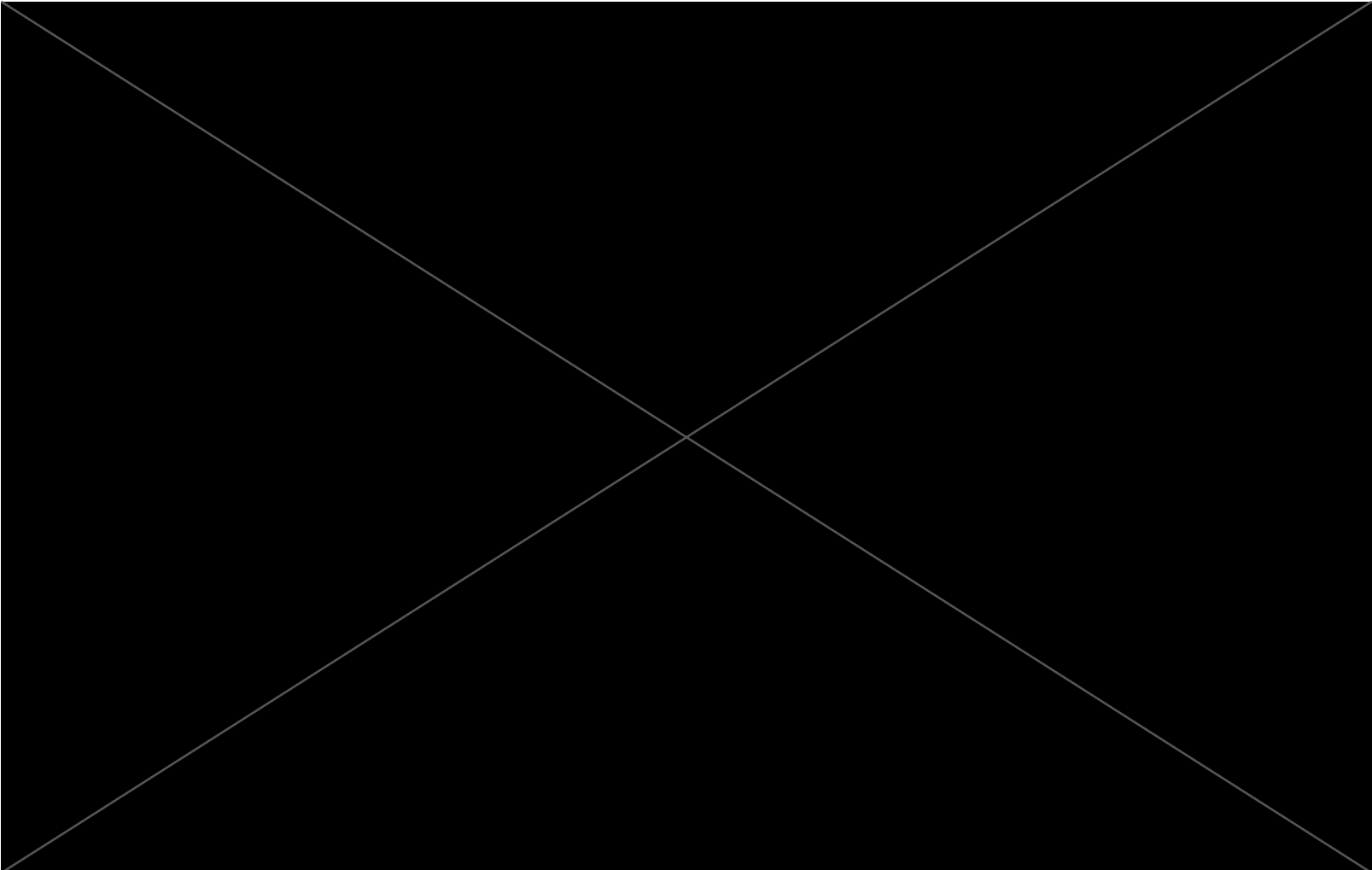


**B.1** La température à la surface du globe continuera à augmenter au moins jusqu'au milieu de ce siècle, dans tous les scénarios d'émissions considérés. Un réchauffement planétaire de 1,5 °C et 2 °C sera dépassé au cours du 21<sup>e</sup> siècle, sauf si des réductions importantes des émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz à effet de serre ont lieu au cours des prochaines décennies.

{2.3, encadré thématique 2.3, encadré thématique 2.4, 4.3, 4.4, 4.5} (figure RID.1, figure RID.4, figure RID.8, tableau RID.1, encadré RID.1)

**B.1.1** En moyenne sur la période 2081–2100, la température à la surface du globe sera *très probablement* supérieure de 1,0 °C à 1,8 °C à celle de 1850–1900 pour le scénario de très basses émissions de GES (SSP1-1.9), de 2,1 °C à 3,5 °C pour le scénario d'émissions de GES intermédiaires (SSP2-4.5) et de 3,3 °C à 5,7 °C pour le scénario d'émissions très élevées de GES (SSP5-8.5)<sup>24</sup>. La dernière fois que la température à la surface du globe s'est maintenue à 2,5 °C ou plus au-dessus du niveau de 1850–1900 s'est produite il y a plus de 3 millions d'années (*degré de confiance moyen*).

{2.3, encadré thématique 2.4, 4.3, 4.5, encadré RT.2, encadré RT.4, encadré thématique RT.1} (tableau RID.1)



- B.1.3 Un réchauffement planétaire de 1,5 °C par rapport à 1850–1900 serait dépassé au cours du 21<sup>e</sup> siècle dans le cas des scénarios d'émissions de GES intermédiaires, élevées et très élevées considérés dans ce rapport (SSP2-4.5, SSP3-7.0 et SSP5-8.5, respectivement). Pour les cinq scénarios illustratifs, à court terme (2021–2040), le fait de dépasser un niveau de réchauffement planétaire de 1,5 °C est *très probable* dans le cas du scénario d'émissions de GES très élevées (SSP5-8.5), *probable* dans le cas des scénarios d'émissions intermédiaires et élevées (SSP2-4.5 et SSP3-7.0), *plus probable qu'improbable* dans le cas du scénario d'émissions basses (SSP1-2.6) et le fait d'atteindre ce niveau de réchauffement est *plus probable qu'improbable* dans le cas du scénario avec des émissions de GES très basses (SSP1-1.9)<sup>27</sup>. De plus, pour ce scénario d'émissions très basses de GES (SSP1-1.9), il est *plus probable qu'improbable* que la température à la surface du globe redescende en-dessous de 1,5 °C vers la fin du 21<sup>e</sup> siècle, avec un dépassement temporaire de tout au plus 0,1 °C au-dessus d'un niveau de réchauffement de 1,5 °C. {4.3, encadré thématique RT.1} (tableau RID.1, figure RID.4)
- B.1.4 Pour une année donnée, la température à la surface du globe peut fluctuer au-dessus ou en-dessous de la tendance à long terme d'origine humaine du fait de l'importante variabilité naturelle<sup>28</sup>. L'occurrence d'années individuelles pour lesquelles la température à la surface du globe dépasse un certain niveau, par exemple 1,5 °C ou 2 °C, par rapport à 1850–1900, n'implique pas que ce niveau de réchauffement planétaire ait été atteint<sup>29</sup>. {4.3, encadré thématique RT.1} (tableau RID.1, figure RID.4)
- B.2 Il existe une relation directe entre l'amplification de nombreux changements au sein du système climatique et l'augmentation du réchauffement planétaire. Il s'agit notamment de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des extrêmes chauds, des vagues de chaleur marines, des précipitations extrêmes et, dans certaines régions, des sécheresses de type agricole et écologique ; de l'augmentation de la proportion de cyclones tropicaux intenses ; et de la diminution de la glace de mer de l'Arctique, du manteau neigeux et du pergélisol.** {4.3, 4.5, 4.6, 7.4, 8.2, 8.4, encadré 8.2, 9.3, 9.5, encadré 9.2, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.7, 11.9, encadré thématique 11.1, 12.4, 12.5, encadré thématique 12.1, Atlas.4, Atlas.5, Atlas.6, Atlas.7, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.10, Atlas.11} (figure RID.5, figure RID.6, figure RID.8)
- B.2.1 Il est *quasi-certain* que le réchauffement sera plus prononcé au-dessus des terres émergées qu'à la surface des océans (*probablement* 1,4 à 1,7 fois plus). Il est *quasi-certain* que le réchauffement de l'Arctique sera plus prononcé que le réchauffement à la surface du globe, avec un *degré de confiance élevé* que son rythme de réchauffement sera plus de deux fois supérieur au rythme de réchauffement planétaire. {2.3, 4.3, 4.5, 4.6, 7.4, 11.1, 11.3, 11.9, 12.4, 12.5, encadré thématique 12.1, Atlas.4, Atlas.5, Atlas.6, Atlas.7, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.10, Atlas.11, encadré thématique RT.1, RT.2.6} (figure RID.5)
- B.2.2 Chaque incrément supplémentaire de réchauffement planétaire entraîne la poursuite de l'amplification des changements dans les extrêmes. Par exemple, chaque demi-degré supplémentaire de réchauffement planétaire entraîne clairement une augmentation perceptible de l'intensité et de la fréquence des extrêmes chauds, y compris les vagues de chaleur (*très probable*), et des précipitations extrêmes (*degré de confiance élevé*), ainsi que des sécheresses de type agricole et écologique<sup>30</sup> dans certaines régions (*degré de confiance élevé*). Des changements perceptibles de l'intensité et de la fréquence des sécheresses météorologiques sont constatés dans certaines régions pour chaque demi-degré supplémentaire de réchauffement planétaire, avec davantage de régions présentant des augmentations que des diminutions (*degré de confiance moyen*). Dans certaines

régions, la hausse du réchauffement planétaire accentue l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des sécheresses hydrologiques (*degré de confiance moyen*). L'occurrence de certains extrêmes, sans précédent dans les séries d'observations, augmentera pour chaque hausse supplémentaire du réchauffement planétaire, même pour un niveau de réchauffement de 1,5 °C. Dans les projections, les changements de fréquence, exprimés en pourcentage d'occurrence, sont plus importants pour les événements les plus rares (*degré de confiance élevé*).

{8.2, 11.2, 11.3, 11.4, 11.6, 11.9, encadré thématique 11.1, encadré thématique 12.1, RT.2.6} (figure RID.5, figure RID.6)

- B.2.3 Il est projeté que certaines régions des latitudes moyennes, certaines régions semi-arides ainsi que la région de la mousson sud-américaine connaîtront l'augmentation la plus forte de la température des jours les plus chauds, à un rythme environ 1,5 à 2 fois plus important que celui du réchauffement planétaire (*degré de confiance élevé*). Il est projeté que l'Arctique connaîtra la plus forte augmentation de la température des jours les plus froids, à un rythme environ trois fois supérieur à celui du réchauffement planétaire (*degré de confiance élevé*). Pour chaque hausse supplémentaire du réchauffement planétaire, la fréquence des vagues de chaleur marines continuera à augmenter (*degré de confiance élevé*), en particulier dans l'océan tropical et l'Arctique (*degré de confiance moyen*).

{encadré 9.2, 11.1, 11.3, 11.9, encadré thématique 11.1, encadré thématique 12.1, 12.4, RT.2.4, RT.2.6} (figure RID.6)

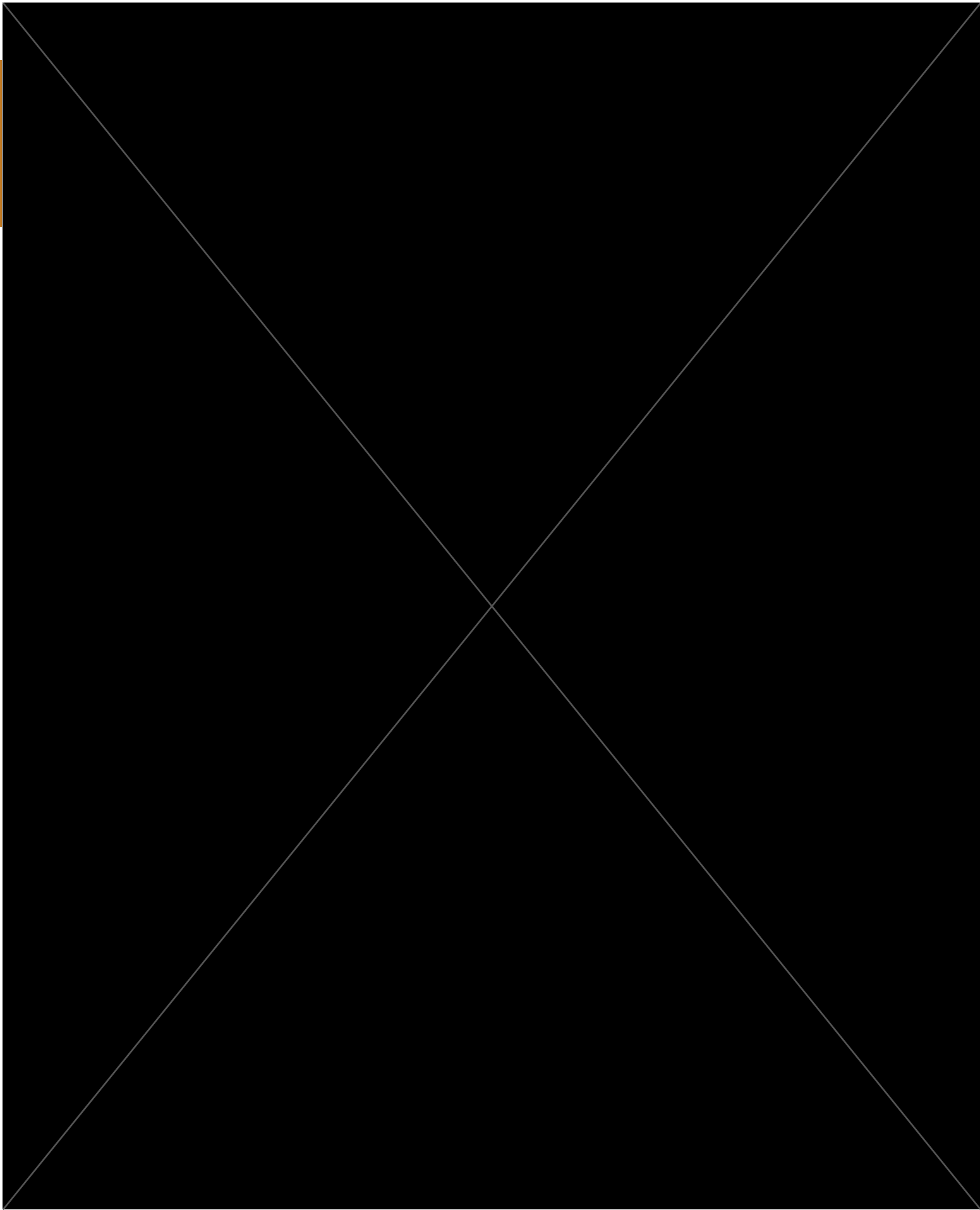
- B.2.4 Il est *très probable* que les précipitations extrêmes s'intensifieront et deviendront plus fréquents dans la plupart des régions pour chaque hausse supplémentaire du réchauffement planétaire. À l'échelle mondiale, il est projeté que les précipitations journalières extrêmes s'intensifieront d'environ 7 % pour chaque degré (°C) de réchauffement planétaire supplémentaire (*degré de confiance élevé*). Il est projeté que la proportion de cyclones tropicaux intenses (catégorie 4–5) et la vitesse maximale des vents des cyclones tropicaux les plus intenses augmenteront avec la hausse du réchauffement planétaire (*degré de confiance élevé*).

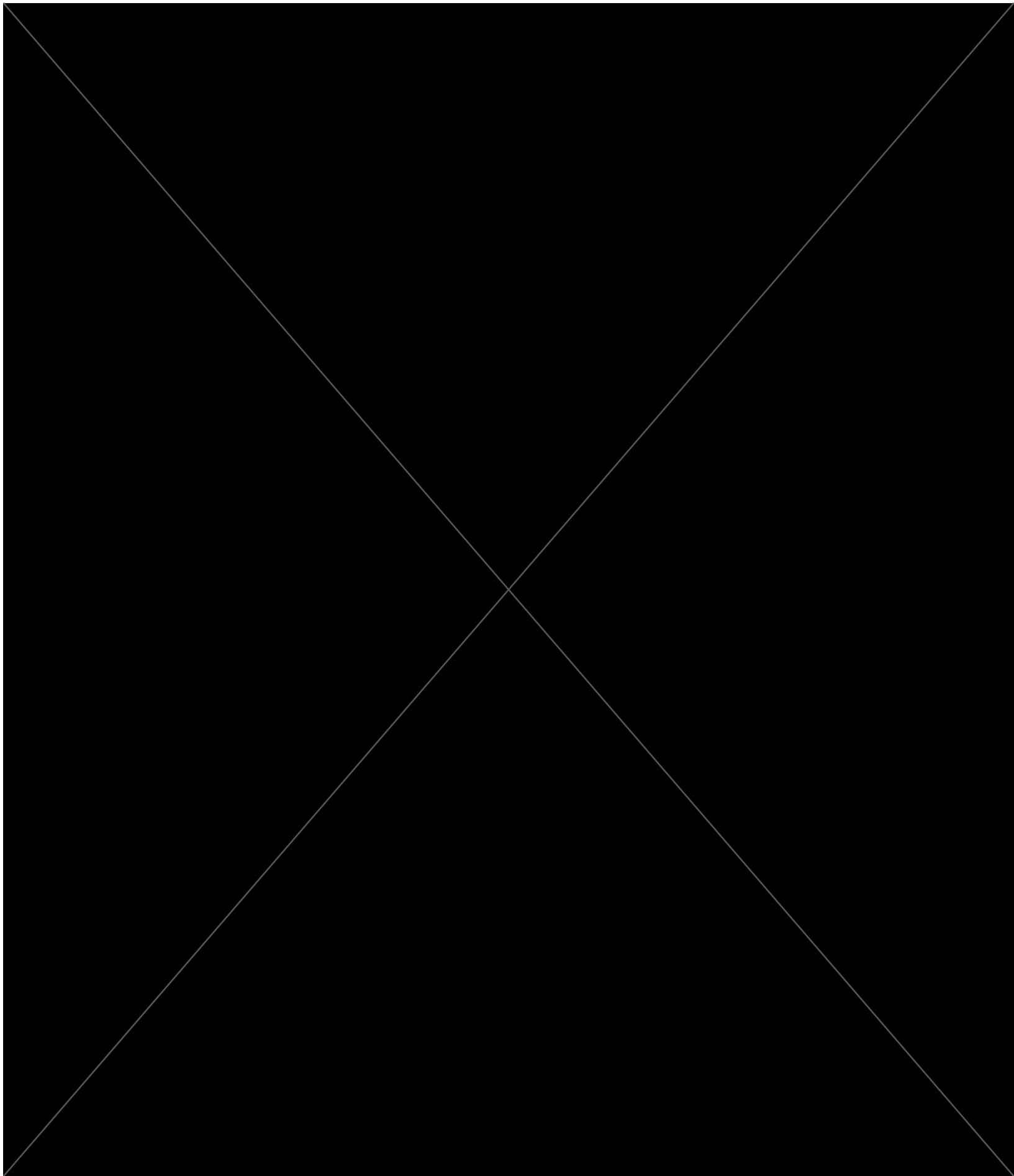
{8.2, 11.4, 11.7, 11.9, encadré thématique 11.1, encadré RT.6, RT.4.3.1} (figure RID.5, figure RID.6)

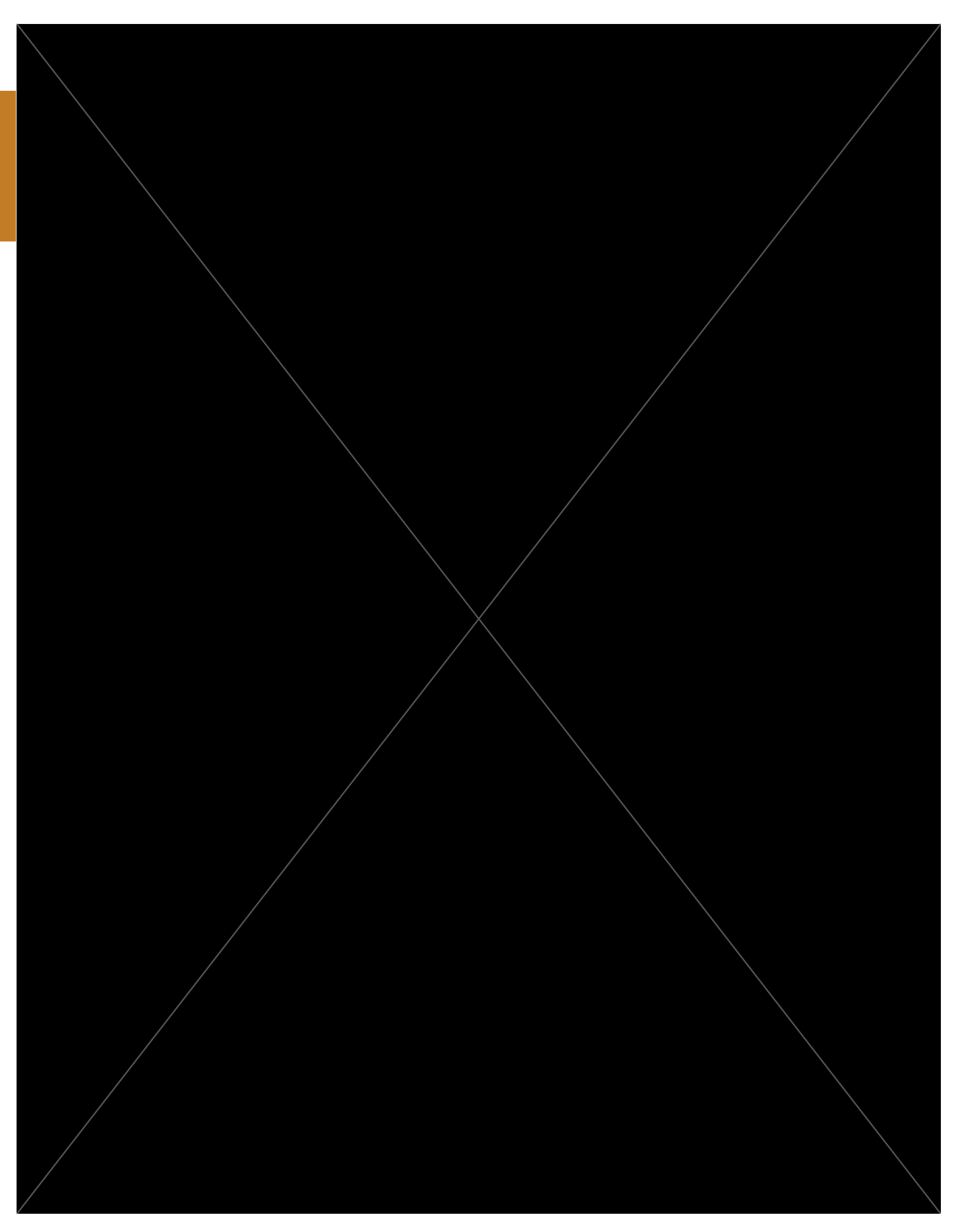
- B.2.5 Dans les projections, tout réchauffement supplémentaire amplifie le dégel du pergélisol et la perte du manteau neigeux saisonnier, des glaces continentales et de la glace de mer arctique (*degré de confiance élevé*). Il est *probable* que l'Arctique sera pratiquement libre de glace de mer<sup>31</sup> au mois de septembre au moins une fois avant 2050 pour les cinq scénarios illustratifs considérés dans ce rapport – avec des récurrences plus fréquentes pour des niveaux de réchauffement plus élevés. Le *degré de confiance est faible* concernant la diminution projetée de la glace de mer de l'Antarctique.

{4.3, 4.5, 7.4, 8.2, 8.4, encadré 8.2, 9.3, 9.5, 12.4, encadré thématique 12.1, Atlas.5, Atlas.6, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.11, RT.2.5} (figure RID.8)

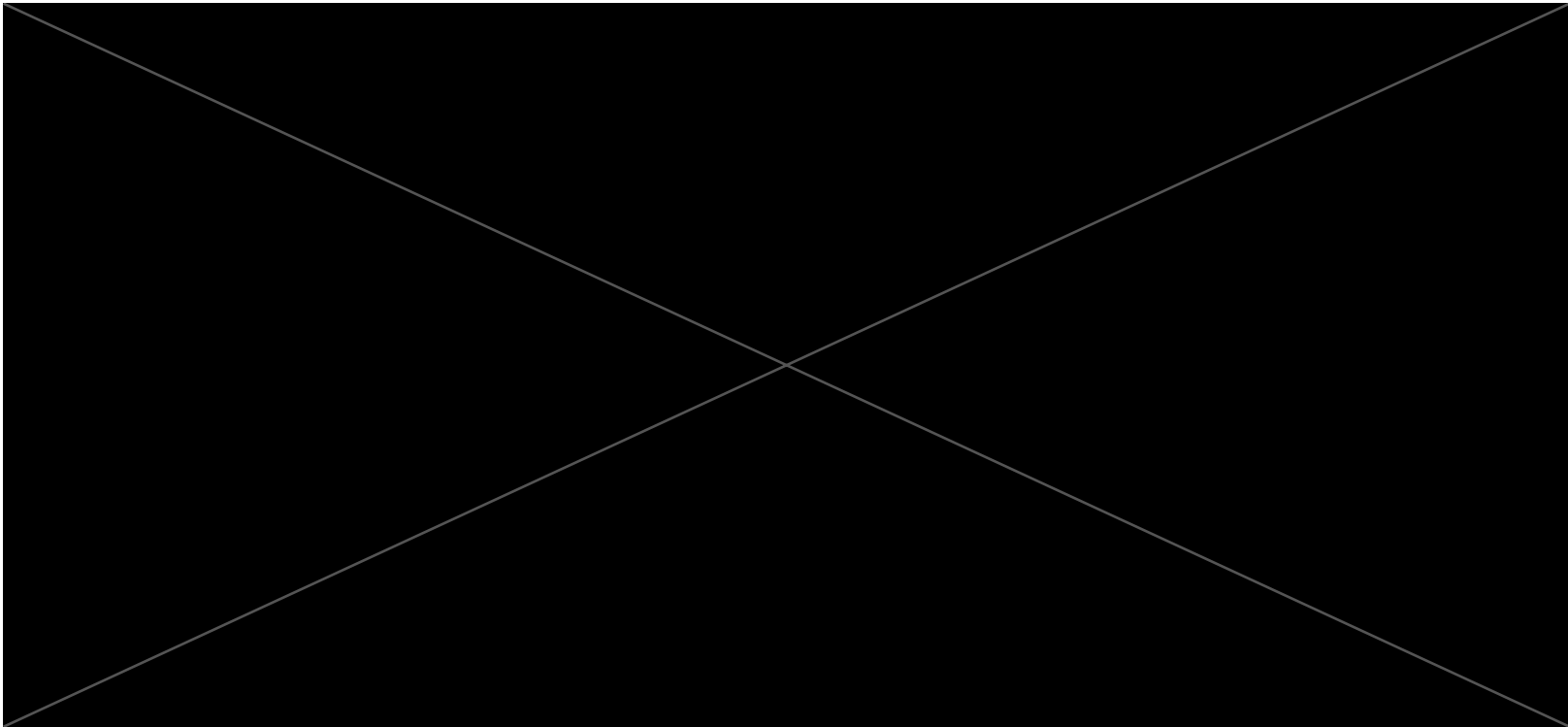
31 Une étendue moyenne mensuelle de glace de mer inférieure à 1 million de km<sup>2</sup>, ce qui représente environ 15 % de l'étendue moyenne de la glace de mer observée en septembre entre 1979 et 1988.











**B.3 Il est projeté que la poursuite du réchauffement planétaire intensifiera davantage le cycle global de l'eau, notamment sa variabilité, les précipitations de la mousson globale et la sévérité des épisodes humides et secs.**  
{4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, encadré 8.2, 11.4, 11.6, 11.9, 12.4, Atlas.3} (figure RID.5, figure RID.6)

B.3.1 Le renforcement des éléments probants depuis l'AR5 montre que le cycle global de l'eau continuera à s'intensifier à mesure de la hausse de la température planétaire (*degré de confiance élevé*), les projections indiquant une augmentation de la variabilité des précipitations et des écoulements d'eau de surface dans la plupart des régions continentales, au cours d'une même saison (*degré de confiance élevé*) et d'une année à l'autre (*degré de confiance moyen*). Il est projeté, d'ici à 2081–2011, par rapport à 1995–2014, que les précipitations annuelles moyennes sur les terres émergées à l'échelle mondiale augmenteront de 0 à 5 % dans le cas du scénario de très basses émissions de GES (SSP1-1.9), de 1,5 à 8 % dans le cas du scénario d'émissions de GES intermédiaires (SSP2-4.5) et de 1 à 13 % dans le cas du scénario d'émissions très élevées de GES (SSP5-8.5) (*fourchettes probables*). Il est projeté que les précipitations augmenteront aux hautes latitudes, dans le Pacifique équatorial et dans certaines parties des régions de mousson, mais diminueront dans certaines parties des régions subtropicales et dans des zones limitées des tropiques pour les scénarios SSP2-4.5, SSP3-7.0 et SSP5-8.5 (*très probable*). Dans les projections, la portion des terres émergées de la planète présentant une augmentation ou une diminution détectable des hauteurs moyennes de précipitations saisonnières augmentera (*degré de confiance moyen*). Dans les régions dominées par la neige, à l'échelle mondiale, il y a un *degré de confiance élevé* dans un début plus précoce de la fonte des neiges printanière, avec des débits de pointe plus élevés, au détriment des écoulements d'été.  
{4.3, 4.5, 4.6, 8.2, 8.4, Atlas.3, RT.2.6, RT.4.3, encadré RT.6} (figure RID.5)

B.3.2 Un climat plus chaud intensifiera les événements météorologiques et climatiques ainsi que les saisons très humides et très secs, avec des implications pour les inondations ou les sécheresses (*degré de confiance élevé*), mais l'emplacement et la fréquence de ces événements dépendent des projections de changements de la circulation atmosphérique à l'échelle régionale, notamment les moussons et les trajectoires des tempêtes aux latitudes moyennes. Il est *très probable* que la variabilité des précipitations liée à El Niño-oscillation australe sera amplifiée d'ici à la seconde moitié du 21<sup>e</sup> siècle, dans le cas des scénarios SSP2-4.5, SSP3-7.0 et SSP5-8.5.  
{4.3, 4.5, 4.6, 8.2, 8.4, 8.5, 11.4, 11.6, 11.9, 12.4, RT.2.6, RT.4.2, encadré RT.6} (figure RDI.5, figure RDI.6)

B.3.3 Dans les projections, les précipitations de mousson augmentent à moyen ou long terme à l'échelle mondiale, en particulier en Asie du Sud et du Sud-Est, en Asie de l'Est et en Afrique de l'Ouest, à l'exception de l'extrême ouest du Sahel (*degré de confiance élevé*). Il est projeté que le démarrage de la saison de mousson sera plus tardif en Amérique du Nord, en Amérique du Sud et en Afrique de l'Ouest (*degré de confiance élevé*) et son retrait plus tardif en Afrique de l'Ouest (*degré de confiance moyen*).  
{4.4, 4.5, 8.2, 8.3, 8.4, encadré 8.2, encadré RT.13}

B.3.4 Aux moyennes latitudes de l'hémisphère sud, le déplacement vers le sud et l'intensification des trajectoires des tempêtes estivales et des précipitations associées sont *probables* dans le cas des scénarios d'émissions élevées de GES (SSP3-7.0, SSP5-8.5), mais,

à court terme, l'effet de la reconstitution de la couche d'ozone stratosphérique contrebalance ces changements (*degré de confiance élevé*). Il y a un *degré de confiance moyen* quant à la poursuite du déplacement vers le pôle des tempêtes et des précipitations associées dans le Pacifique Nord, tandis qu'il y a un *degré de confiance faible* quant aux changements projetés de trajectoires des tempêtes dans l'Atlantique Nord.

{4.4, 4.5, 8.4, RT.2.3, RT.4.2}

**B.4 Pour les scénarios où les émissions de CO<sub>2</sub> augmentent, il est projeté que les puits de carbone océaniques et terrestres seront moins efficaces pour ralentir l'accumulation de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.**  
{4.3, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6} (Figure RID.7)

B.4.1 Alors qu'il est projeté que les puits de carbone naturels terrestres et océaniques absorbent, en termes absolus, une quantité de plus en plus grande de CO<sub>2</sub> dans les scénarios d'émissions plus élevées, que dans les scénarios d'émissions plus basses, ces puits de carbone deviennent moins efficaces, c'est-à-dire que la proportion des émissions absorbées par les terres émergées et l'océan diminue à mesure que le cumul des émissions de CO<sub>2</sub> augmente. Il en résulte, dans les projections, une fraction plus élevée du CO<sub>2</sub> émis restant dans l'atmosphère (*degré de confiance élevé*).

{5.2, 5.4, encadré RT.5} (figure RID.7)

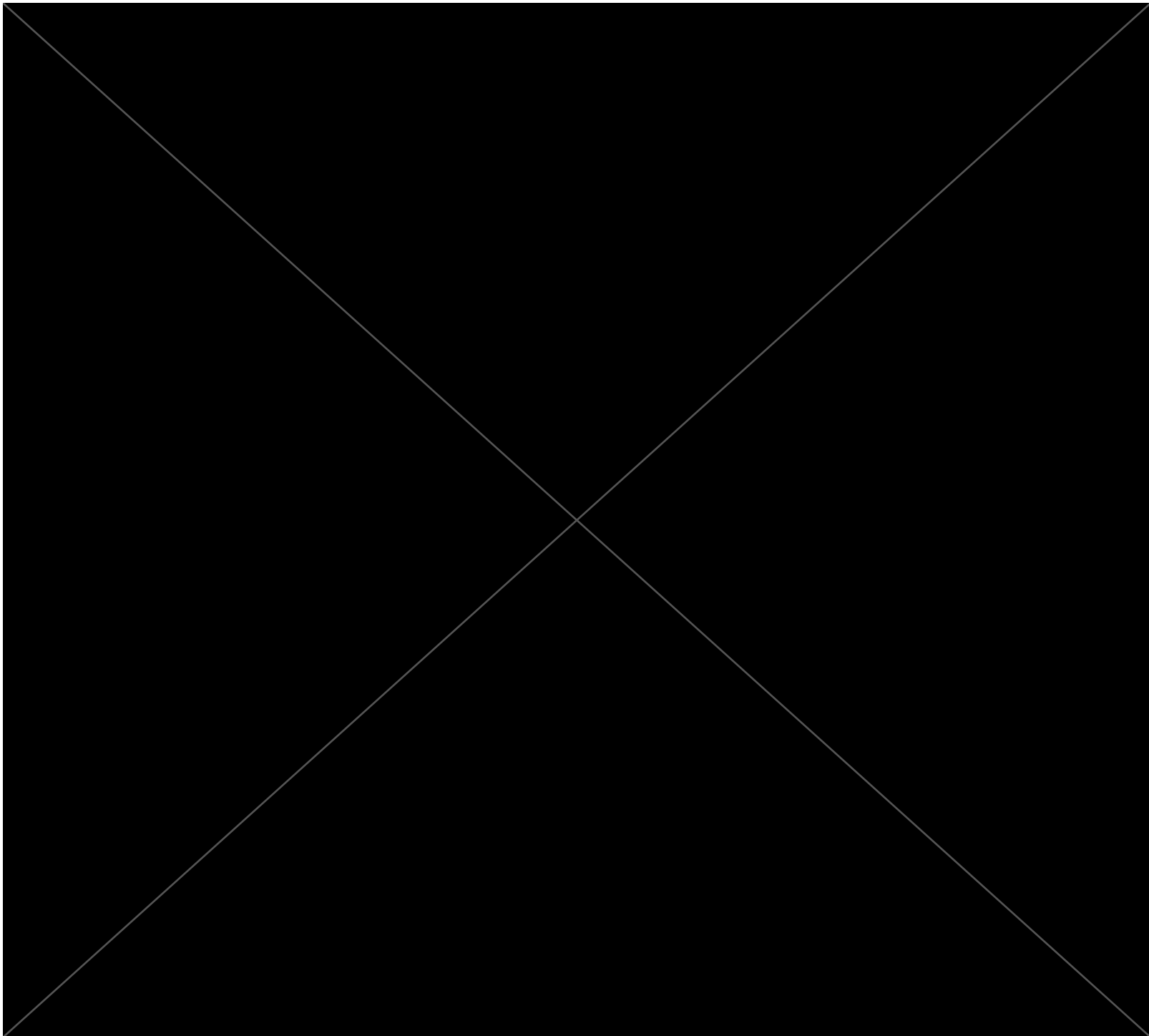
B.4.2 Dans le cas du scénario intermédiaire qui stabilise les concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère au cours de ce siècle (SSP2-4.5), les projections climatiques montrent une diminution des taux d'absorption du CO<sub>2</sub> par les terres émergées et l'océan au cours de la seconde moitié du 21<sup>e</sup> siècle (*degré de confiance élevé*). Dans le cas de scénarios d'émissions de GES très basses ou basses (SSP1-1.9, SSP1-2.6), qui entraînent un pic, puis une diminution des concentrations de CO<sub>2</sub> au cours du 21<sup>e</sup> siècle, les terres émergées et l'océan commenceraient à absorber moins de carbone en réponse à la baisse de concentrations du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (*degré de confiance élevé*) pour devenir une faible source nette d'ici à 2100 dans le cas du scénario SSP1-1.9 (*degré de confiance moyen*). Il est très *improbable* que l'ensemble des puits terrestre et océanique se transforme en source d'ici 2100 dans le cas de scénarios sans émissions nettes négatives (SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5)<sup>32</sup>.

{4.3, 5.4, 5.5, 5.6, encadré RT.5, RT.3.3}

B.4.3 L'ampleur des rétroactions entre le changement climatique et le cycle du carbone s'accroît, mais devient aussi plus incertaine, pour les scénarios d'émissions élevées de CO<sub>2</sub> (*degré de confiance très élevé*). Toutefois, les projections des modèles climatiques montrent que les incertitudes relatives aux concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> d'ici à 2100 sont dominées par les différences entre les scénarios d'émissions (*degré de confiance élevé*). D'autres réponses des écosystèmes au réchauffement qui ne sont pas encore entièrement prises en compte dans les modèles climatiques, comme les flux de CO<sub>2</sub> et de CH<sub>4</sub> provenant des zones humides, du dégel du pergélisol et des incendies de forêt, renforceraient encore l'augmentation des concentrations de ces gaz dans l'atmosphère (*degré de confiance élevé*).

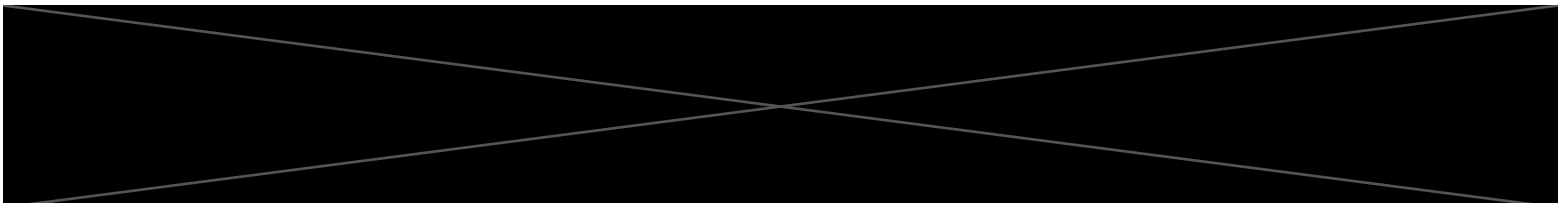
{5.4, encadré RT.5, RT.3.2}

<sup>32</sup> Ces projections d'ajustements des puits de carbone en réponse à la stabilisation ou à la diminution du CO<sub>2</sub> atmosphérique sont pris en compte dans le calcul des budgets carbone résiduels.



**B.5** De nombreux changements dus aux émissions de gaz à effet de serre passées et à venir sont irréversibles à l'échelle de siècles à millénaires, en particulier les changements concernant l'océan, les calottes glaciaires et le niveau de la mer à l'échelle du globe.  
{2.3, encadré thématique 2.4, 4.3, 4.5, 4.7, 5.3, 9.2, 9.4, 9.5, 9.6, encadré 9.4} (figure.RID.8)

B.5.1 Les émissions passées de GES depuis 1750 entraînent inexorablement un réchauffement de l'océan mondial qui va se poursuivre à l'avenir (*degré de confiance élevé*). L'ampleur du réchauffement *probable* de l'océan varie de 2 à 4 (SSP1-2.6) à 4 à 8 fois (SSP5-8.5) celui survenu entre 1971 et 2018. Sur la base de multiples éléments probants, la stratification des couches supérieures de l'océan (*quasi-certain*), l'acidification de l'océan (*quasi-certain*) et la désoxygénation de l'océan (*degré de confiance élevé*) continueront à augmenter au cours du 21<sup>e</sup> siècle, le rythme de ces changements dépendant des émissions futures. Les changements de température de l'océan mondial (*degré de confiance très élevé*), l'acidification de l'océan profond (*degré de*



*confiance très élevée*) et la désoxygénation de l'océan profond (*degré de confiance moyen*) sont irréversibles à l'échelle de siècles à millénaires.

{4.3, 4.5, 4.7, 5.3, 9.2, RT.2.4} (figure RID.8)

- B.5.2 Les glaciers de montagne et les glaciers polaires vont inexorablement continuer à fondre pendant des décennies ou des siècles (*degré de confiance très élevée*). La perte de carbone du pergélisol entraînée par son dégel est irréversible à l'échelle de siècles (*degré de confiance élevée*). Au cours du 21<sup>e</sup> siècle, il est *quasi-certain* que la perte de glace de la calotte glaciaire du Groenland se poursuivra, et cela est *probable* pour la calotte glaciaire Antarctique. Il y a un *degré de confiance élevé* sur le fait que le total de la perte de glace de la calotte glaciaire de l'Antarctique augmentera avec le cumul des émissions. Il existe des *éléments probants limités* concernant des éventualités de faible probabilité mais à fort impact (résultant de processus d'instabilité des calottes glaciaires, caractérisés par une incertitude profonde, et, dans certains cas, faisant intervenir des points de bascule) qui augmenteraient fortement la perte de glace de la calotte glaciaire antarctique durant des siècles dans le cas de scénarios d'émissions élevées de GES<sup>34</sup>.

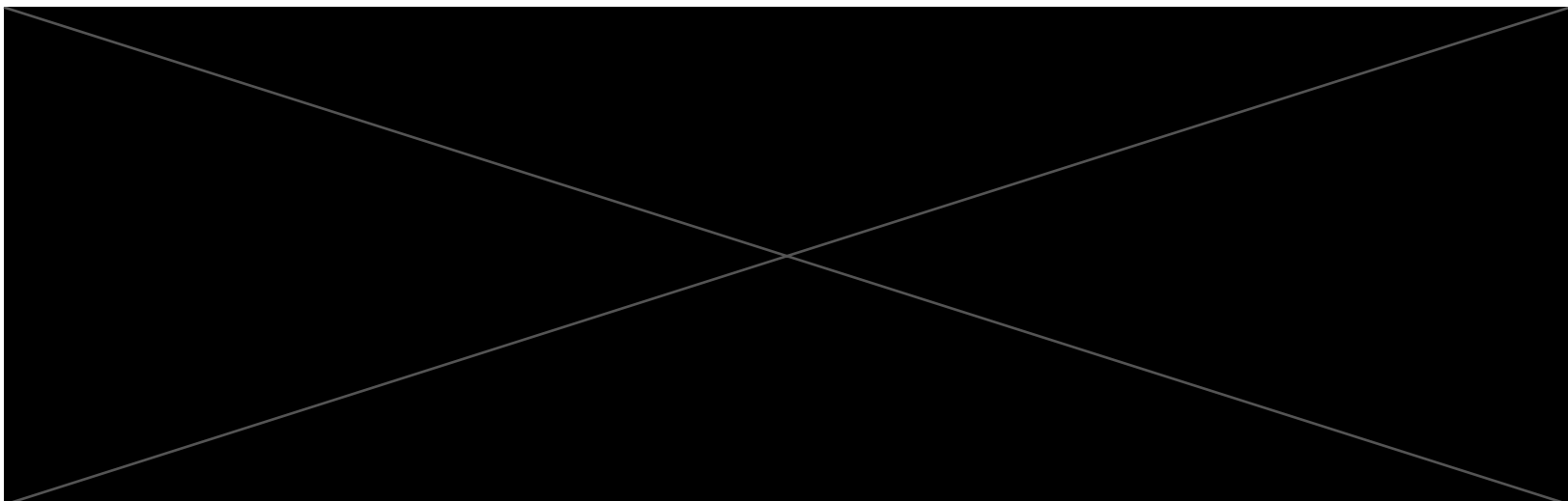
{4.3, 4.7, 5.4, 9.4, 9.5, encadré 9.4, encadré RT.1, RT.2.5}

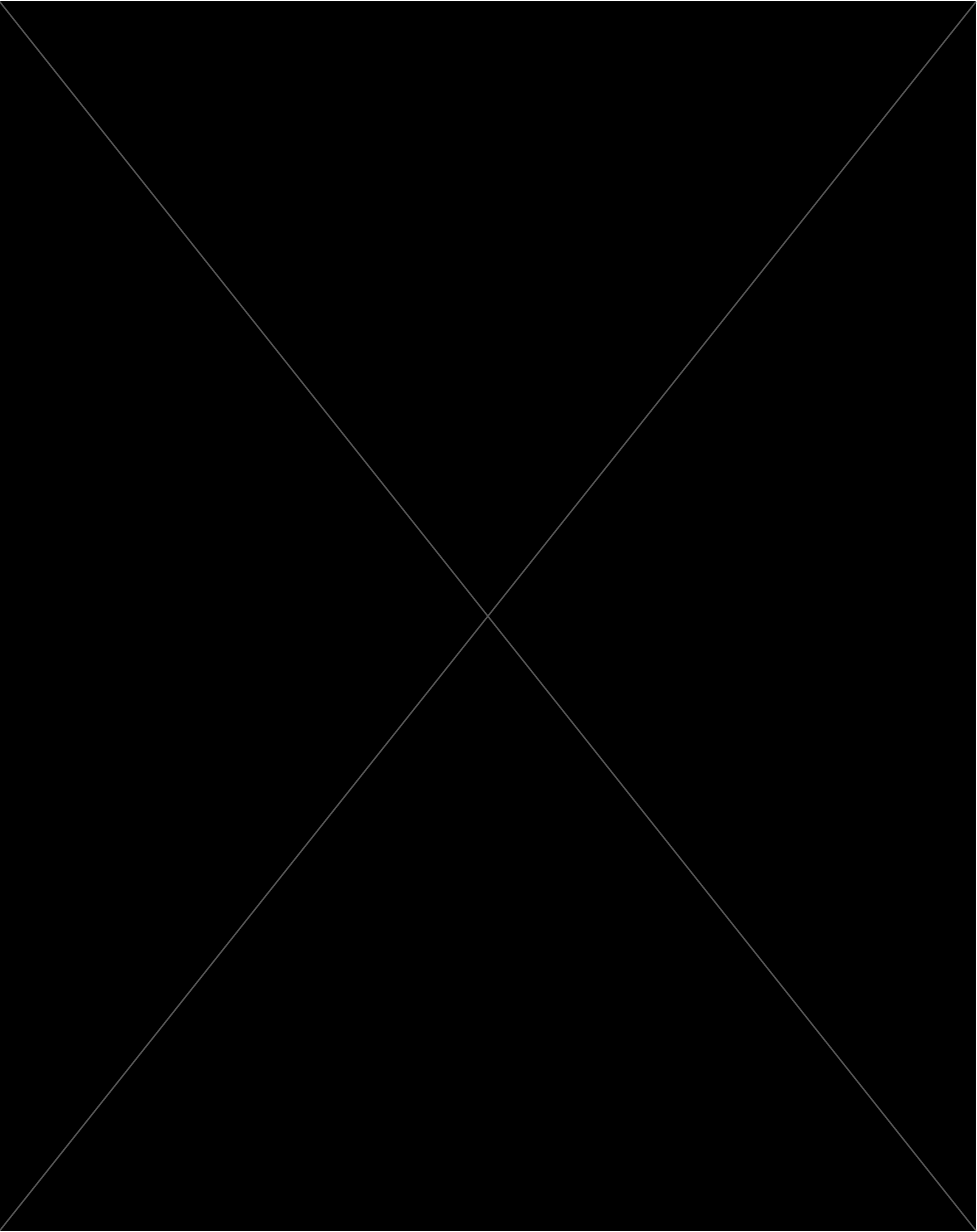
- B.5.3 Il est *quasi-certain* que l'élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe se poursuivra au cours du 21<sup>e</sup> siècle. Par rapport à 1995–2014, l'élévation *probable* du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe d'ici à 2100 est de 0,28 à 0,55 m dans le cas du scénario de très basses émissions de GES (SSP1-1.9) ; de 0,32 à 0,62 m dans le cas du scénario de basses émissions de GES (SSP1-2.6) ; de 0,44 à 0,76 m dans le cas du scénario d'émissions de GES intermédiaires (SSP2-4.5) ; et de 0,63 à 1,01 m dans le cas du scénario d'émissions de GES très élevées (SSP5-8.5). Par rapport à la même période de référence, l'élévation *probable* d'ici à 2150 est de 0,37 à 0,86 m dans le cas du scénario d'émissions très faibles (SSP1-1.9) ; de 0,46 à 0,99 m dans le cas du scénario d'émissions faibles (SSP1-2.6) ; de 0,66 à 1,33 m dans le cas du scénario intermédiaire (SSP2-4.5) ; et de 0,98 à 1,88 m dans le cas du scénario d'émissions très élevées (SSP5-8.5) (*degré de confiance moyen*)<sup>35</sup>. Une élévation du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe supérieure à la fourchette *probable* – approchant 2 m d'ici à 2100 et 5 m d'ici à 2150 dans le cas d'un scénario d'émissions de GES très élevées (SSP5-8.5) (*degré de confiance faible*) – ne peut être exclue en raison de l'incertitude profonde liée aux processus des calottes glaciaires.

{4.3, 9.6, encadré 9.4, encadré RT 4} (figure RID.8)

- B.5.4 À plus long terme, le niveau de la mer va inéluctablement continuer à s'élever pendant des siècles à des millénaires, du fait de la poursuite du réchauffement de l'océan profond et de la fonte des calottes glaciaires, et restera élevé pendant des milliers d'années (*degré de confiance élevée*). Au cours des 2000 prochaines années, le niveau moyen de la mer à l'échelle globale s'élèvera d'environ 2 à 3 m si le réchauffement est limité à 1,5 °C, de 2 à 6 m s'il est limité à 2 °C et de 19 à 22 m pour un réchauffement de 5 °C, et continuera à augmenter au cours des millénaires suivants (*degré de confiance faible*). Les projections de l'élévation plurimillénaire du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe moyen de la mer sont cohérentes avec les niveaux reconstruits pendant les périodes climatiques chaudes du passé : une élévation *probable* de 5 à 10 m de plus qu'aujourd'hui il y a environ 125 000 ans, lorsque les températures planétaires étaient supérieures de 0,5 °C à 1,5 °C (*très probable*) à celles de 1850–1900 ; et une élévation *très probable* de 5 à 25 m de plus qu'aujourd'hui il y a environ 3 millions d'années, lorsque les températures planétaires étaient de 2,5 à 4 °C plus élevées (*degré de confiance moyen*).

{2.3, encadré thématique 2.4, 9.6, encadré RT.2, encadré RT.4, encadré RT.9}





## C. Informations climatiques pour l'évaluation des risques et l'adaptation régionale

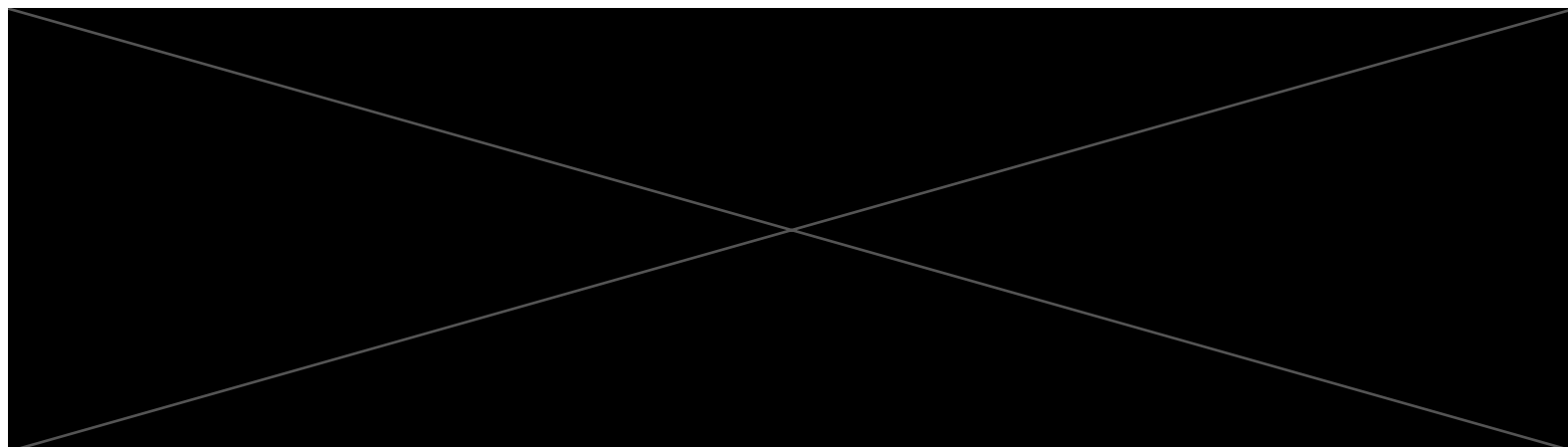
*Les informations climatiques physiques caractérisent la manière dont le système climatique répond aux interactions entre l'influence humaine, les facteurs naturels et la variabilité interne. Les connaissances portant sur la réponse du climat et l'éventail des éventualités, y compris celles à faible probabilité mais à fort impact, éclairent les services climatiques dans le cadre de l'évaluation des risques liés au climat et de la planification des mesures d'adaptation. Les informations climatiques physiques, que ce soit à l'échelle mondiale, régionale ou locale, sont élaborées sur la base de multiples éléments probants, notamment des produits d'observation, des résultats de modèles climatiques et des diagnostics sur mesure.*

**C.1 Les facteurs naturels et la variabilité interne moduleront les changements d'origine humaine, en particulier à l'échelle régionale et à court terme, mais auront peu d'effet sur le réchauffement planétaire à l'échelle du siècle. Il est important de tenir compte de ces modulations pour se préparer à tout l'éventail des changements possibles.**

**{1.4, 2.2, 3.3, encadré thématique 3.1, 4.4, 4.6, encadré thématique 4.1, encadré 7.2, 8.3, 8.5, 9.2, 10.3, 10.4, 10.6, 11.3, 12.5, Atlas.4, Atlas.5, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.10, Atlas.11, encadré thématique Atlas.2}**

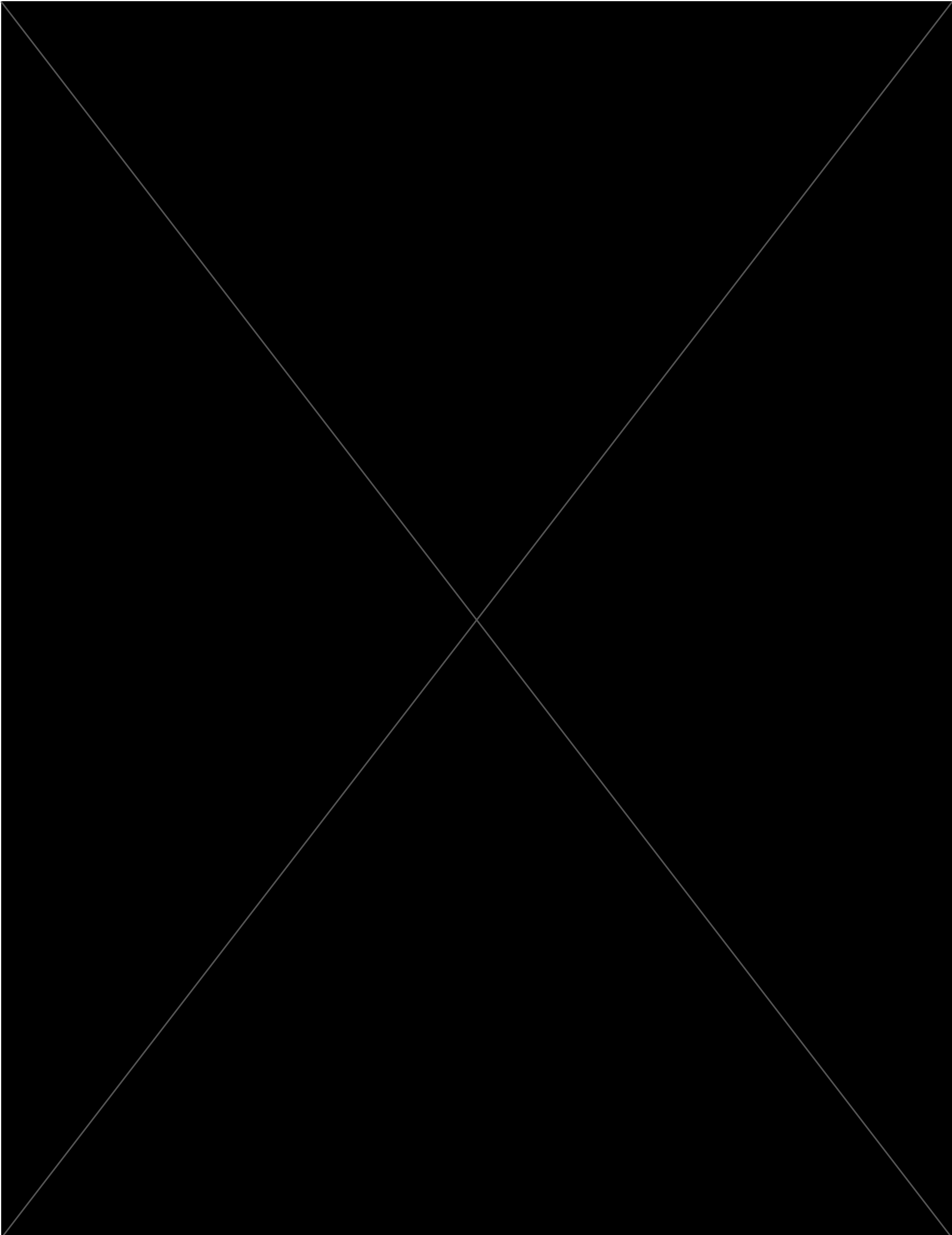
**C.1.1** L'enregistrement historique de la température à la surface du globe montre que la variabilité décennale a renforcé et masqué les changements sous-jacents à long terme d'origine humaine, et cette variabilité persistera à l'avenir (*degré de confiance très élevé*). Par exemple, la variabilité interne décennale et les variations des facteurs solaires et volcaniques ont partiellement masqué le réchauffement de surface d'origine humaine durant la période 1998–2012, avec des empreintes régionales et saisonnières prononcées (*degré de confiance élevé*). Néanmoins, l'accumulation de chaleur dans le système climatique s'est poursuivie au cours de cette période, comme en témoignent à la fois le réchauffement continu de l'océan mondial (*degré de confiance très élevé*) et l'accroissement continu des extrêmes chauds sur les terres émergées (*degré de confiance moyen*).  
{1.4, 3.3, encadré thématique 3.1, 4.4, encadré 7.2, 9.2, 11.3, encadré thématique RT.1} (figure RID.1)

- C.1.2 Les changements dus à l'influence humaine projetés pour le climat moyen et les facteurs climatiques générateurs d'impacts (CID, pour "climatic impact-drivers"<sup>36</sup>), seront soit amplifiés soit atténués par la variabilité interne (*degré de confiance élevé*)<sup>37</sup>. Un refroidissement à court terme par rapport au climat actuel pourrait se produire en tout lieu et serait cohérent avec l'augmentation de la température à la surface du globe due à l'influence humaine (*degré de confiance élevé*).  
{1.4, 4.4, 4.6, 10.4, 11.3, 12.5, Atlas.5, Atlas.10, Atlas.11, RT.4.2}
- C.1.3 Pour les précipitations moyennes de nombreuses régions terrestres, la variabilité interne est en grande partie responsable de l'amplification et l'amoindrissement des changements d'origine humaine à l'échelle décennale à multi décennale observés (*degré de confiance élevé*). Aux échelles globale et régionale, les variations à court terme des moussons seront dominées par les effets de la variabilité interne (*degré de confiance moyen*). En plus de l'influence de la variabilité interne, les projections des changements à court terme des précipitations à l'échelle mondiale comme régionale sont incertaines en raison de l'incertitude des modèles et de l'incertitude des forçages liés aux aérosols d'origine naturelle et anthropique (*degré de confiance moyen*).  
{1.4, 4.4, 8.3, 8.5, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, Atlas.4, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.10, Atlas.11, encadré thématique Atlas.2, RT.4.2, encadré RT.6, encadré RT.13}
- C.1.4 Sur la base des éléments probants paléoclimatiques et historiques, il est *probable* qu'au moins une grande éruption volcanique explosive se produira au cours du 21<sup>e</sup> siècle<sup>38</sup>. Une telle éruption entraînerait une diminution de la température à la surface du globe et des précipitations, en particulier sur les terres émergées, pendant un à trois ans, altérerait la circulation de la mousson globale, modifierait les précipitations extrêmes et affecterait de nombreux CID (*degré de confiance moyen*). Si une telle éruption se produisait, elle masquerait donc temporairement et partiellement le changement climatique d'origine humaine.  
{2.2, 4.4, encadré thématique 4.1, 8.5, RT.2.1}
- C.2 Avec la poursuite du réchauffement climatique, il est projeté que chaque région subira de plus en plus de changements multiples et simultanés de facteurs climatiques générateurs d'impacts. Les changements de plusieurs de ces facteurs seraient plus généralisés pour 2 °C que pour 1,5 °C de réchauffement planétaire et encore plus généralisés et/ou prononcés pour des niveaux de réchauffement planétaire plus élevés.**  
{8.2, 9.3, 9.5, 9.6, encadré 10.3, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.9, encadré 11.3, encadré 11.4, encadré thématique 11.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5, encadré thématique 12.1, Atlas.4, Atlas.5, Atlas.6, Atlas.7, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.10, Atlas.11} (tableau RID.1, figure RID.9)
- C.2.1 Il est projeté que toutes les régions<sup>39</sup> vont subir de nouvelles augmentations des CID chauds et de nouvelles diminutions des CID froids (*degré de confiance élevé*). De nouvelles réductions sont projetées pour le pergélisol, la neige, les glaciers et les calottes glaciaires, la glace de lac, et la glace de mer arctique (*degré de confiance moyen à élevé*)<sup>40</sup>. Ces changements seraient plus importants pour un réchauffement planétaire de 2 °C ou davantage que pour 1,5 °C (*degré de confiance élevé*). Par exemple, il est projeté que les seuils de chaleur extrême critiques pour l'agriculture et la santé seront dépassés plus fréquemment pour les niveaux de réchauffement planétaire les plus élevés (*degré de confiance élevé*).  
{9.3, 9.5, 11.3, 11.9, encadré thématique 11.1, 12.3, 12.4, 12.5, encadré thématique 12.1, Atlas.4, Atlas.5, Atlas.6, Atlas.7, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.10, Atlas.11, RT 4.3} (tableau RID.1, figure RID.9)
- C.2.2 Pour un réchauffement planétaire de 1,5 °C, il est projeté que les précipitations extrêmes et les inondations associées s'intensifieront et deviendront plus fréquentes dans la plupart des régions d'Afrique et d'Asie (*degré de confiance élevé*), d'Amérique du Nord (*degré de confiance moyen à élevé*)<sup>39</sup> et d'Europe (*degré de confiance moyen*). De plus, il est projeté que les sécheresses de type agricole et écologique deviendront plus fréquentes et/ou plus sévères que durant la période 1850–1900 dans quelques régions de tous les continents habités, à l'exception de l'Asie (*degré de confiance moyen*) ; il est projeté que les sécheresses météorologiques augmenteront également dans quelques régions (*degré de confiance moyen*). Il est projeté qu'un petit nombre de régions subira une augmentation ou une diminution des précipitations moyennes (*degré de confiance moyen*).  
{11.4, 11.5, 11.6, 11.9, Atlas.4, Atlas.5, Atlas.7, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.10, Atlas.11, RT.4.3} (tableau RID.1)



- C.2.3 Pour un réchauffement planétaire de 2 °C ou davantage, le niveau de confiance associé aux changements de sécheresses, de précipitations moyennes et extrêmes augmente, tout comme l'ampleur de ces changements, par rapport à leurs caractéristiques pour un réchauffement de 1,5 °C. Il est projeté que les précipitations extrêmes et les inondations associées deviendront plus intenses et plus fréquentes dans les îles du Pacifique et dans de nombreuses régions d'Amérique du Nord et d'Europe (*degré de confiance moyen à élevé*)<sup>39</sup>. Des tendances similaires sont également attendues dans certaines régions d'Australasie et d'Amérique centrale et du Sud (*degré de confiance moyen*). Pour plusieurs régions d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Europe, il est projeté que les sécheresses de type agricole et écologique deviendront plus fréquentes et/ou plus sévères (*degré de confiance moyen à élevé*)<sup>39</sup> ; des augmentations similaires sont également attendues en Australasie, en Amérique centrale et du Nord, et dans les Caraïbes (*degré de confiance moyen*). Il est projeté qu'un petit nombre de régions d'Afrique, d'Australasie, d'Europe et d'Amérique du Nord seront affectées par une augmentation des sécheresses hydrologiques, et il est projeté que plusieurs régions connaîtront une augmentation ou une diminution des sécheresses météorologiques, avec davantage de régions concernées par une augmentation (*degré de confiance moyen*). Il est projeté que les précipitations moyennes augmenteront dans toutes les régions polaires, de même que dans toutes les régions du nord de l'Europe et d'Amérique du Nord, dans la plupart des régions d'Asie et dans deux régions d'Amérique du Sud (*degré de confiance élevé*).  
{11.4, 11.6, 11.9, encadré thématique 11.1, 12.4, 12.5, encadré thématique 12.1, Atlas.5, Atlas.7, Atlas.8, Atlas.9, Atlas.11, RT 4.3} (tableau RID.1, figure RID.5, figure RID.6, figure RID.9)
- C.2.4 Il est projeté qu'un plus grand nombre de CID changeront dans un plus grand nombre de régions pour 2 °C par rapport à 1,5 °C de réchauffement planétaire (*degré de confiance élevé*). Les changements affectant spécifiquement certaines régions comprennent l'intensification des cyclones tropicaux et/ou des tempêtes extratropicales (*degré de confiance moyen*), l'augmentation des inondations fluviales (*degré de confiance moyen à élevé*)<sup>40</sup>, la diminution des précipitations moyennes et l'augmentation de l'aridité (*degré de confiance moyen à élevé*)<sup>40</sup>, et l'augmentation des conditions météorologiques propices aux incendies (*degré de confiance moyen à élevé*)<sup>40</sup>. Dans la plupart des régions, un degré de confiance faible est associé aux changements potentiels futurs d'autres CID, tels que la grêle, les pluies verglaçantes, les orages violents, les tempêtes de sable, les chutes de neige extrêmes et les glissements de terrain.  
{11.7, 11.9, encadré thématique 11.1, 12.4, 12.5, encadré thématique 12.1, Atlas.4, Atlas.6, Atlas.7, Atlas.8, Atlas.10, RT.4.3.1, TS.4.3.2, RT.5} (tableau RID.1, figure RID.9)
- C.2.5 Il est *très probable*, voire *quasi-certain*<sup>40</sup>, que l'élévation relative moyenne régionale du niveau de la mer se poursuivra tout au long du 21<sup>e</sup> siècle, sauf dans quelques régions où le taux de soulèvement géologique du sol est important. Pour environ deux tiers du littoral mondial, les projections de l'élévation relative régionale du niveau de la mer se situent à  $\pm 20$  % de l'élévation moyenne à l'échelle du globe (*degré de confiance moyen*). En raison de l'élévation relative du niveau de la mer, il est projeté que les événements de niveau marin extrême qui, dans un passé récent, se produisaient une fois par siècle, se produiront au minimum annuellement d'ici à 2100, pour plus de la moitié des sites où se trouvent des marégraphes (*degré de confiance élevé*). L'élévation relative du niveau de la mer contribue à l'accroissement de la fréquence et la sévérité des inondations côtières dans les zones de faible altitude et à l'érosion côtière le long de la plupart des littoraux sableux (*degré de confiance élevé*).  
{9.6, 12.4, 12.5, encadré thématique 12.1, encadré RT.4, RT.4.3} (figure RID.9)
- C.2.6 Les villes intensifient localement le réchauffement dû aux activités humaines. La poursuite de l'urbanisation, conjuguée à l'augmentation de la fréquence des extrêmes chauds, augmentera la sévérité des vagues de chaleur (*degré de confiance très élevé*). L'urbanisation entraîne également une augmentation des précipitations moyennes et extrêmes au-dessus et en aval des villes (*degré de confiance moyen*) ainsi qu'une intensification du ruissellement qui en résulte (*degré de confiance élevé*). Dans les villes côtières, la conjonction de l'augmentation de la fréquence des événements de niveau marin extrême (en raison de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête) et des événements de précipitations/écoulements fluviaux extrêmes augmentera la probabilité d'occurrence d'inondations (*degré de confiance élevé*).  
{8.2, encadré 10.3, 11.3, 12.4, encadré RT.14}
- C.2.7 Il est projeté que de nombreuses régions subiront une augmentation de la probabilité d'événements composites avec un réchauffement planétaire plus élevé (*degré de confiance élevé*). En particulier, il est probable que la concomitance de vagues de chaleur et de sécheresses sera plus fréquente. Les événements extrêmes se produisant simultanément en plusieurs lieux, y compris dans des zones de production agricole, deviennent plus fréquents pour 2 °C ou davantage que pour 1,5 °C de réchauffement planétaire (*degré de confiance élevé*).  
{11.8, encadré 11.3, encadré 11.4, 12.3, 12.4, encadré thématique 12.1, RT.4.3} (tableau RID.1)





- C.3 Des éventualités à faible probabilité, telles que des effondrements de calotte glaciaire, des changements abrupts de circulation océanique, certains événements extrêmes composites ainsi qu'un réchauffement nettement supérieur à la fourchette évaluée comme *très probable* du réchauffement futur, ne peuvent être exclues et font partie de l'évaluation des risques.**  
**{1.4, encadré thématique 1.3, 4.3, 4.4, 4.8, encadré thématique 4.1, 8.6, 9.2, encadré 9.4, 11.8, encadré 11.2, encadré thématique 12.1} (tableau RID.1)**
- C.3.1 Si le réchauffement planétaire est supérieur à la fourchette évaluée comme *très probable* pour un scénario d'émissions de GES donné, y compris pour les scénarios d'émissions de GES faibles, alors les changements à l'échelle mondiale comme régionale de nombreux aspects du système climatique, tels que les précipitations régionales et d'autres CID, dépasseront également leurs fourchettes évaluées comme *très probables (degré de confiance élevé)*. De telles éventualités de fort réchauffement, à faible probabilité, sont associées à des impacts potentiellement très importants, notamment du fait de vagues de chaleur et des précipitations extrêmes plus fréquentes et plus intenses, et des risques élevés pour les systèmes humains et écologiques, en particulier pour les scénarios d'émissions élevées de GES.  
 {encadré thématique 1.3, 4.3, 4.4, 4.8, encadré 9.4, encadré 11.2, encadré thématique 12.1, RT.1.4, encadré RT.3, encadré RT.4} (Tableau RID.1)
- C.3.2 Des éventualités à faible probabilité, mais à fort impact<sup>34</sup> pourraient se produire à l'échelle mondiale et régionale, même pour un réchauffement planétaire situé dans la fourchette *très probable* pour un scénario d'émissions de GES donné. La probabilité que surviennent des éventualités de faible probabilité mais à fort impact augmente avec le niveau de réchauffement planétaire (*degré de confiance élevé*). Des réponses abruptes et des points de bascule du système climatique, tels qu'une forte augmentation de la fonte de la calotte glaciaire de l'Antarctique et du déperissement des forêts, ne peuvent être exclus (*degré de confiance élevé*).  
 {1.4, 4.3, 4.4, 4.8, 5.4, 8.6, encadré 9.4, encadré thématique 12.1, RT.1.4, RT.2.5, encadré RT.3, encadré RT.4, encadré RT.9} (Tableau RID.1)
- C.3.3 Si le réchauffement planétaire s'accroît, certains événements extrêmes composites<sup>18</sup> à faible probabilité d'occurrence dans le contexte climatique passé ou actuel deviendront plus fréquents, et il y aura une plus forte probabilité que se produisent des événements d'une intensité, d'une durée, et/ou d'une étendue spatiale sans précédent dans les séries d'observations (*degré de confiance élevé*).  
 {11.8, encadré 11.2, encadré thématique 12.1, encadré RT.3, encadré RT.9}
- C.3.4 Pour l'ensemble des scénarios d'émissions, il est *très probable* que la circulation méridienne océanique de l'Atlantique s'affaiblira au cours du 21<sup>e</sup> siècle. Si cet affaiblissement au cours du 21<sup>e</sup> siècle est caractérisé par un *degré de confiance élevé*, il n'y a qu'un *degré de confiance faible* concernant l'amplitude de cette tendance. Il y a un *degré de confiance moyen* dans le fait qu'il n'y aura pas d'effondrement abrupt de cette circulation avant 2100. Un tel effondrement, s'il devait se produire, entraînerait *très probablement* des modifications abruptes de caractéristiques régionales du climat et du cycle de l'eau, tels qu'un déplacement vers le sud de la ceinture des précipitations tropicales, un affaiblissement des moussons africaines et asiatiques, un renforcement des moussons de l'hémisphère sud et un assèchement de l'Europe.  
 {4.3, 8.6, 9.2, RT.2.4, encadré RT.3}
- C.3.5 Des phénomènes naturels imprévisibles et rares qui ne sont pas liés à l'influence humaine sur le climat peuvent engendrer des éventualités de faible probabilité mais à fort impact. Par exemple, une succession de grandes éruptions volcaniques explosives en quelques décennies s'est produite dans le passé, provoquant d'importantes perturbations climatiques à l'échelle mondiale et régionale pendant plusieurs décennies. De tels événements ne peuvent être exclus à l'avenir, mais, en raison de leur imprévisibilité inhérente, ils ne sont pas inclus dans le jeu de scénarios illustratifs pris en compte dans ce rapport.  
 {2.2, encadré thématique 4.1, encadré RT.3} (encadré RID.1)

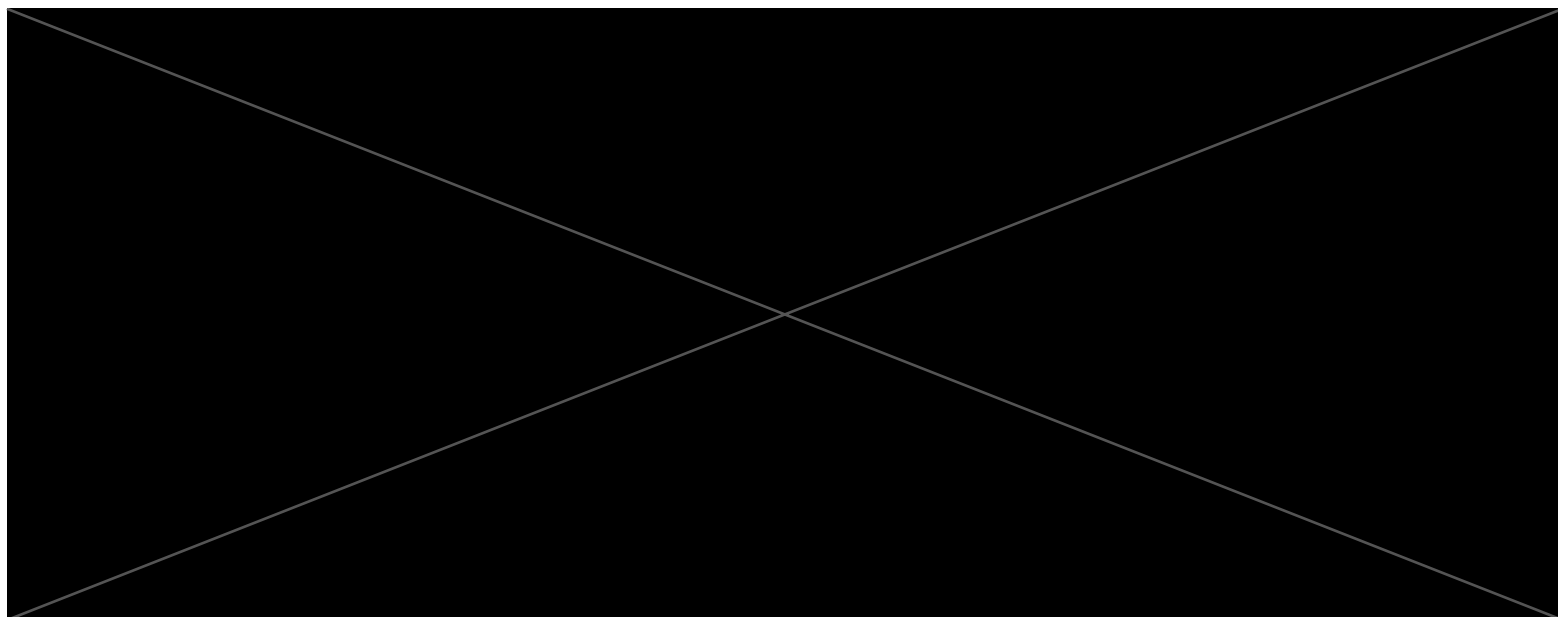
## D. Limiter le changement climatique à venir

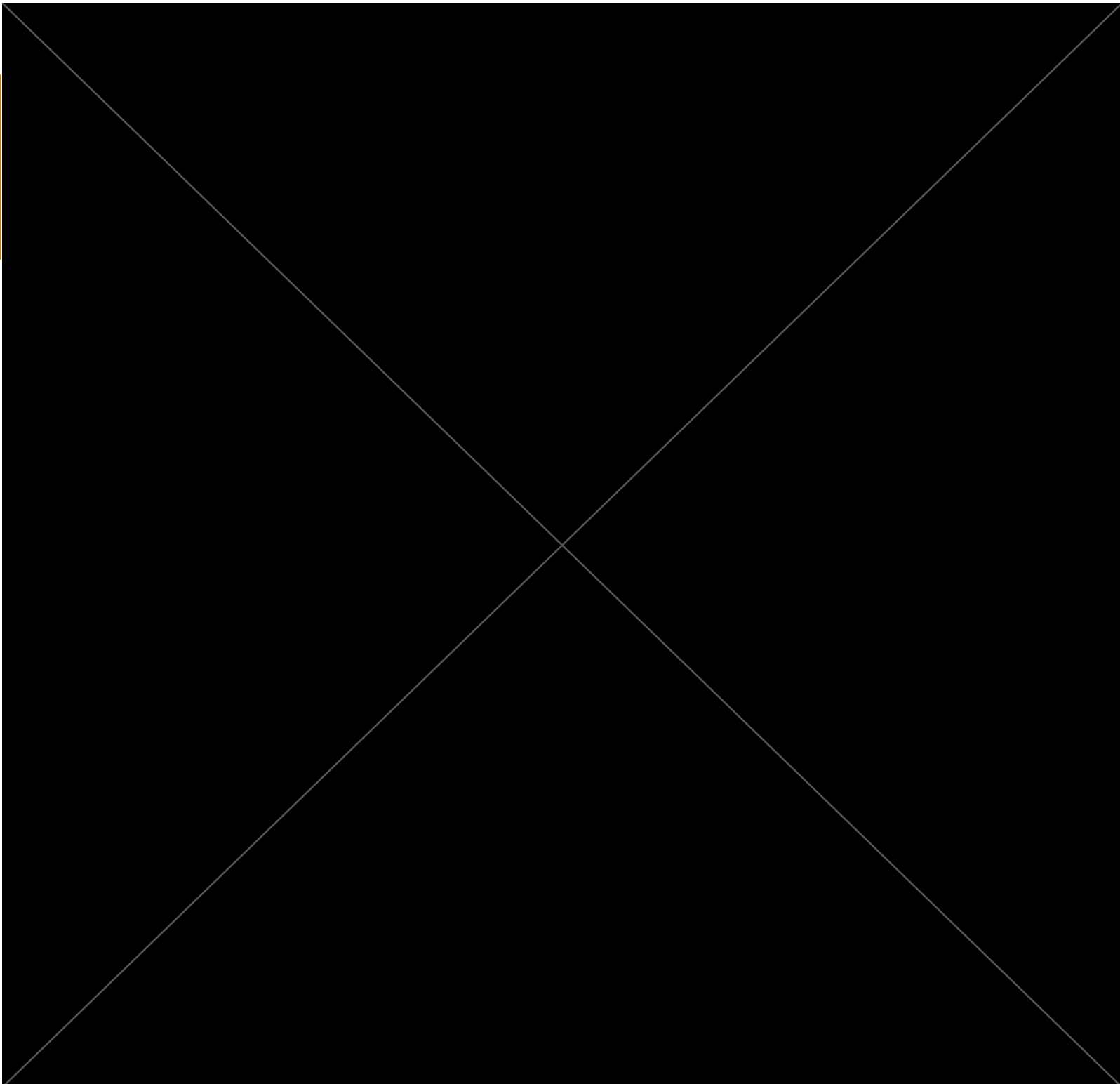
Depuis la publication de l'AR5, les estimations des budgets carbone résiduels ont été améliorées grâce à une nouvelle méthodologie, présentée pour la première fois dans le SR1.5, à des données actualisées et à l'intégration des résultats issus de multiples éléments probants. Un large éventail de niveaux possibles de contrôle de la pollution de l'air dans les scénarios est utilisé pour évaluer de manière cohérente les effets de diverses hypothèses sur les projections du climat et de la pollution atmosphérique. Un aspect novateur est la capacité à déterminer le moment où les réponses du climat à des réductions d'émissions deviendraient discernables vis-à-vis de la variabilité climatique naturelle, y compris la variabilité interne et les réponses aux facteurs naturels.

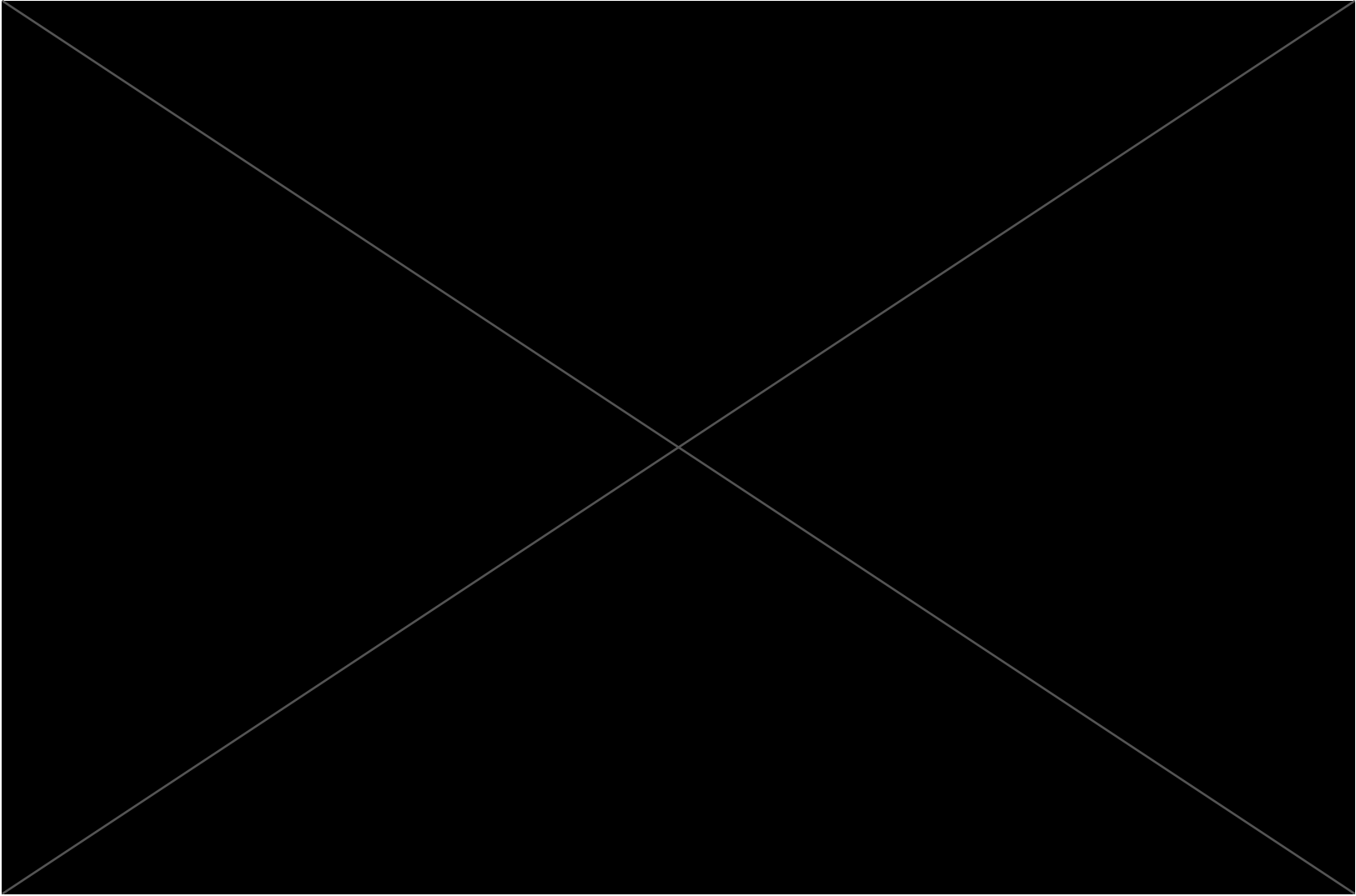
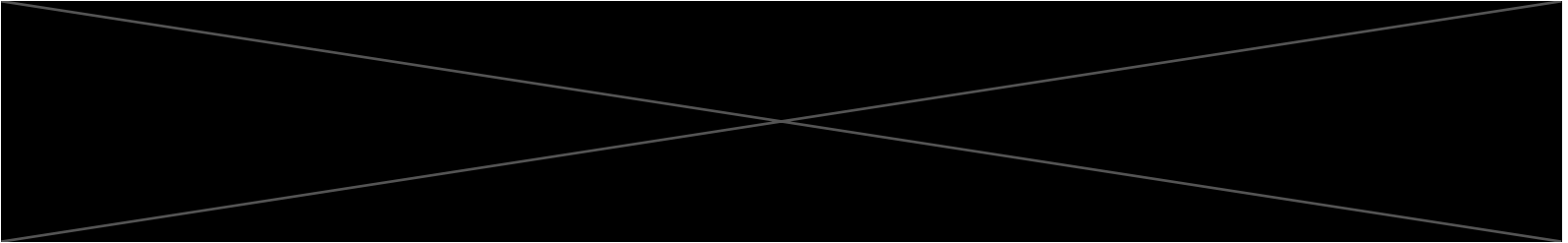
**D.1 Du point de vue des sciences physiques, limiter le réchauffement planétaire d'origine humaine à un niveau donné nécessite de limiter les émissions cumulées de CO<sub>2</sub>, en atteignant au minimum des émissions nettes de CO<sub>2</sub> égales à zéro, tout en réduisant fortement les émissions des autres gaz à effet de serre. Diminuer fortement, rapidement et de manière soutenue les émissions de CH<sub>4</sub> limiterait également l'effet de réchauffement induit par la baisse de la pollution due aux aérosols et améliorerait la qualité de l'air.**

**{3.3, 4.6, 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.6, encadré 5.2, encadré thématique 5.1, 6.7, 7.6, 9.6} (figure RID.10, tableau RID.2)**

**D.1.1** Ce rapport réaffirme avec un *degré de confiance élevé* la conclusion de l'AR5 selon laquelle il existe une relation quasi-linéaire entre les émissions anthropiques cumulées de CO<sub>2</sub> et le réchauffement planétaire qu'elles provoquent. Il est évalué que chaque tranche de 1000 GtCO<sub>2</sub> d'émissions cumulées de CO<sub>2</sub> provoque une élévation *probable* de 0,27 °C à 0,63 °C de la température à la surface du globe, la meilleure estimation étant de 0,45 °C<sup>41</sup>. Cette fourchette est plus étroite que dans l'AR5 et le SR1.5. Cette grandeur est désignée par le terme *réponse transitoire du climat aux émissions cumulées de CO<sub>2</sub>* (TCRE). Cette relation implique qu'il est nécessaire d'atteindre des émissions anthropiques<sup>42</sup> nettes de CO<sub>2</sub> égales à zéro pour stabiliser l'élévation de la température planétaire d'origine humaine à quelque niveau que ce soit, mais que limiter la hausse de la température planétaire à un niveau donné impliquerait de respecter un budget carbone correspondant à une limitation des émissions cumulées de CO<sub>2</sub><sup>43</sup>. {5.4, 5.5, RT.1.3, RT.3.3, encadré RT.5} (figure RID.10)



- 
- D.1.2 Au cours de la période 1850–2019, un total de  $2390 \pm 240$  (fourchette *probable*) GtCO<sub>2</sub> de CO<sub>2</sub> anthropique a été émis. Les budgets carbone résiduels ont été estimés pour plusieurs limites de température planétaire et divers niveaux de probabilité, à partir de la valeur estimée de la TCRE et de son incertitude, des estimations du réchauffement historique, des variations du réchauffement projeté dû aux émissions autres que le CO<sub>2</sub>, des rétroactions du système climatique (telles que les émissions dues au dégel du pergélisol) et du changement de la température à la surface du globe après l'atteinte d'émissions anthropiques mondiales de CO<sub>2</sub> nettes égales à zéro.  
{Sections 5.1, 5.5, encadré 5.2, RT.3.3} (Tableau RID.2)

- 
- D.1.3 Plusieurs facteurs qui déterminent les estimations du budget carbone résiduel ont été réévalués et leurs mises à jour sont minimales depuis le SR1.5. Une fois révisées pour tenir compte des émissions enregistrées depuis les rapports précédents, les estimations des budgets carbone résiduels sont donc semblables à celles du SR1.5, mais plus importantes que celles de l'AR5 en raison des améliorations méthodologiques<sup>44</sup>.  
{5.5, encadré 5.2, RT.3.3} (tableau RID.2)
- D.1.4 L'élimination anthropique de CO<sub>2</sub> (CDR) a le potentiel d'éliminer du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et de le stocker durablement dans des réservoirs (*degré de confiance élevé*). La CDR vise à compenser des émissions résiduelles pour atteindre des émissions nettes de CO<sub>2</sub> ou de GES égales à zéro ou, si elle est mise en œuvre à une échelle telle que les éliminations anthropiques dépassent les émissions anthropiques, pour abaisser la température de surface. Les méthodes de CDR peuvent avoir des effets potentiellement considérables sur les cycles biogéochimiques et le climat, ce qui peut soit affaiblir soit renforcer le potentiel de ces méthodes pour éliminer du CO<sub>2</sub> et amoindrir le réchauffement, et peut également affecter la disponibilité et la qualité de l'eau, la production alimentaire et la biodiversité<sup>45</sup> (*degré de confiance élevé*).  
{5.6, encadré thématique 5.1, RT.3.3}
- D.1.5 Une élimination anthropique de CO<sub>2</sub> (CDR, pour « *carbon dioxide removal* ») conduisant à des émissions mondiales nettes négatives abaisserait la concentration atmosphérique de CO<sub>2</sub> et inverserait l'acidification de l'océan de surface (*degré de confiance élevé*). Les éliminations et les émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> sont partiellement compensées par respectivement des relargages ou des absorptions de CO<sub>2</sub> depuis ou par les réservoirs de carbone terrestres et océaniques (*degré de confiance très élevé*). La CDR diminuerait le CO<sub>2</sub> atmosphérique d'une quantité approximativement égale à l'augmentation due à une émission anthropique de la même ampleur (*degré de confiance élevé*). La diminution du CO<sub>2</sub> atmosphérique résultant d'éliminations
- 

anthropiques de CO<sub>2</sub> pourrait être jusqu'à 10 % inférieure à l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique résultant d'une quantité équivalente d'émissions de CO<sub>2</sub>, selon la quantité totale de CDR (*degré de confiance moyen*).  
{5.3, 5.6, RT.3.3}

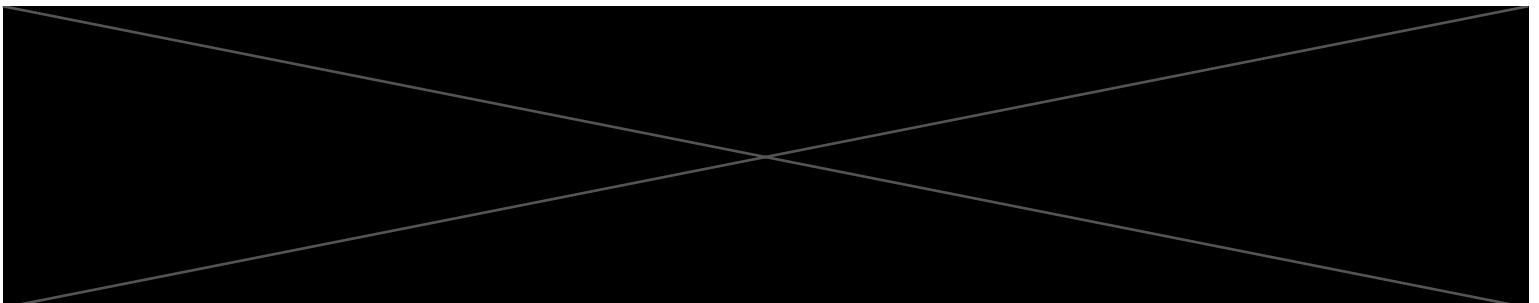
D.1.6 Si des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> nettes négatives étaient atteintes et maintenues, l'augmentation de la température de surface globale induite par le CO<sub>2</sub> s'inverserait progressivement, mais d'autres changements climatiques se poursuivraient selon leur tendance actuelle pendant des décennies à des millénaires (*degré de confiance élevé*). Par exemple, il faudrait plusieurs siècles à millénaires pour que l'évolution du niveau moyen de la mer à l'échelle globale s'inverse, même en cas d'émissions nettes négatives de CO<sub>2</sub> considérables (*degré de confiance élevé*).  
{4.6, 9.6, RT.3.3}

D.1.7 Dans les cinq scénarios illustratifs, les changements simultanés des émissions de CH<sub>4</sub> et de précurseurs d'aérosols et d'ozone, qui contribuent également à la pollution atmosphérique, entraînent un réchauffement planétaire net en surface à court et à long terme (*degré de confiance élevé*). À long terme, ce réchauffement net est moindre dans les scénarios intégrant des mesures de contrôles de la pollution de l'air combinées à une réduction forte et soutenue des émissions de CH<sub>4</sub> (*degré de confiance élevé*). Dans les scénarios d'émissions de GES basses ou très basses, les réductions présumées des émissions d'aérosols anthropiques entraînent un réchauffement net, tandis que les réductions des émissions de CH<sub>4</sub> et des autres précurseurs d'ozone induisent un refroidissement net. En raison de la courte durée de vie du CH<sub>4</sub> et des aérosols, leurs effets climatiques se compensent partiellement, et les réductions des émissions de CH<sub>4</sub> contribuent également à l'amélioration de la qualité de l'air par la baisse à l'échelle planétaire de l'ozone de surface (*degré de confiance élevé*).  
{6.7, encadré RT.7} (figure RID.2, encadré RID.1)

D.1.8 Atteindre des émissions mondiales nettes de CO<sub>2</sub> égales à zéro, de sorte que les émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> soient contrebalancées par des éliminations anthropiques de CO<sub>2</sub>, est indispensable pour stabiliser l'élévation de la température à la surface du globe induite par le CO<sub>2</sub>. Cela n'est pas la même chose que de ramener les émissions nettes de GES à zéro, lorsque les émissions anthropiques de GES, pondérées par une métrique, sont égales aux éliminations anthropiques de GES, pondérées par la même métrique. Pour une trajectoire d'émissions de GES donnée, les trajectoires de chaque GES déterminent la réponse du climat<sup>46</sup>, tandis que le choix de la métrique<sup>47</sup> d'émissions utilisée pour calculer les émissions et les éliminations agrégées des différents GES affecte le moment auquel ce calcul des émissions nettes agrégées des GES atteint zéro. Les trajectoires d'émissions de GES qui atteignent et maintiennent une valeur nette égale à zéro définie par le potentiel de réchauffement global sur 100 ans entraînent une baisse de la température de surface après un pic antérieur (*degré de confiance élevé*).  
{4.6, 7.6, encadré 7.3, RT.3.3}

**D.2 Les scénarios d'émissions de GES très basses ou basses (SSP1-1.9 et SSP1-2.6) aboutissent, en quelques années, à des effets discernables sur les concentrations de gaz à effet de serre et d'aérosols et sur la qualité de l'air, par rapport aux scénarios d'émissions de GES élevées et très élevées (SSP3-7.0 ou SSP5-8.5). Entre ces scénarios contrastés, des différences discernables commenceraient à émerger de la variabilité naturelle sur une vingtaine d'années pour les tendances de la température à la surface du globe, et sur des périodes plus longues pour de nombreux autres facteurs climatiques générateurs d'impact (*degré de confiance élevé*).**  
{4.6, 6.6, 6.7, encadré thématique 6.1, 9.6, 11.2, 11.4, 11.5, 11.6, encadré thématique 11.1, 12.4, 12.5} (figure RID.8, figure RID.10)

D.2.1 En 2020, les baisses d'émissions liées aux mesures visant à limiter la propagation du COVID-19 ont eu des effets temporaires mais détectables sur la pollution atmosphérique (*degré de confiance élevé*), associés à une légère augmentation transitoire du forçage radiatif total, principalement due à la diminution du refroidissement causé par les aérosols provenant des activités humaines (*degré de confiance moyen*). Les réponses du climat à l'échelle mondiale et régionale à ce forçage transitoire ne sont toutefois pas détectables au-dessus de la variabilité naturelle (*degré de confiance élevé*). Les concentrations de CO<sub>2</sub> atmosphérique ont continué à augmenter en 2020, sans diminution détectable du taux de croissance du CO<sub>2</sub> observé (*degré de confiance moyen*)<sup>48</sup>.  
{encadré thématique 6.1, RT.3.3}



- D.2.2 Réduire les émissions de GES entraîne également une amélioration de la qualité de l'air. Toutefois, à court terme<sup>49</sup>, même dans les scénarios avec une forte réduction des GES, tels que les scénarios d'émissions de GES basses et très basses (SSP1-2.6 et SSP1-1.9), ces améliorations ne sont pas suffisantes, dans de nombreuses régions polluées, pour respecter les lignes directrices sur la qualité de l'air définies par l'Organisation mondiale de la santé (*degré de confiance élevé*). Les scénarios comprenant des réductions ciblées d'émissions de polluants atmosphériques conduisent à des améliorations plus rapides de la qualité de l'air, en quelques années, que ceux qui ne visent que la réduction des émissions de GES. Toutefois, à partir de 2040, des améliorations supplémentaires sont projetées dans les scénarios combinant les efforts de réduction de la pollution atmosphérique et de des émissions de GES, l'ampleur des effets positifs variant selon les régions (*degré de confiance élevé*).  
{6.6, 6.7, encadré RT.7}
- D.2.3 Les scénarios avec des émissions très basses ou basses de GES (SSP1-1.9 et SSP1-2.6) auraient des effets rapides et soutenus pour limiter le changement climatique d'origine anthropique, par rapport aux scénarios avec des émissions de GES élevées ou très élevées (SSP3-7.0 ou SSP5-8.5), mais les réponses précoces du système climatique peuvent être masquées par la variabilité naturelle. En ce qui concerne la température à la surface du globe, il est *probable* que des différences pour ses tendances sur 20 ans émergeraient à court terme entre un scénario avec très basses émissions de GES (SSP1-1.9) et un scénario de fortes ou très fortes émissions de GES (SSP3-7.0 ou SSP5-8.5). La réponse de nombreuses autres variables climatiques émergerait de la variabilité naturelle ultérieurement à différents moments au cours du 21<sup>e</sup> siècle (*degré de confiance élevé*).  
{4.6, encadré thématique RT.1} (figure RID.8, figure RID.10)
- D.2.4 Les scénarios avec de très basses ou basses émissions de GES (SSP1-1.9 et SSP1-2.6) entraîneraient, au-delà de 2040 pour un ensemble de CID<sup>36</sup>, des changements bien moindres que les scénarios avec des émissions de GES élevées ou très élevées (SSP3-7.0 et SSP5-8.5). D'ici à la fin du siècle, les scénarios avec de très basses ou basses émissions de GES limiteraient fortement les changements de plusieurs CID, tels que l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes de niveau marin, des précipitations extrêmes et des inondations pluviales, et des dépassements de seuils de chaleur dangereux, tout en limitant le nombre de régions où ces dépassements surviennent, par rapport aux scénarios avec de fortes émissions de GES (*degré de confiance élevé*). Ces changements seraient également plus restreints dans le cas de scénarios de très basses émissions que dans le cas de scénarios de basses émissions, ainsi que dans le cas de scénarios d'émissions intermédiaires (SSP2-4.5) par rapport à des scénarios d'émissions élevées ou très élevées (*degré de confiance élevé*).  
{9.6, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.9, encadré thématique 11.1, 12.4, 12.5, RT.4.3}

49 Court terme : 2021–2040

