

Synthèse et traduction Rapport du GIEC sur le climat du 9 août 2021 :

« *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis (AR6 – WG1)* »

A. Etat actuel du climat

A1. Il apparaît *sans équivoque*¹ que les activités humaines ont réchauffé l'atmosphère, l'océan et la terre. Des changements généralisés et rapides se sont produits dans l'atmosphère, dans l'océan, dans la cryosphère et dans la biosphère.

Il apparaît *sans équivoque* que l'augmentation observée des concentrations de gaz à effet de serre (GES) depuis environ 1750 est causée par les activités humaines.

Chacune des quatre dernières décennies a été successivement plus chaude que toute décennie qui l'a précédée depuis 1850. Au cours de la période 2011-2020, la température globale de surface était de 1,09°C supérieure à celle de 1850-1900, avec une augmentation plus importante sur la terre (1,59°C) que sur l'océan (0,88°C).

L'influence humaine est le principal facteur du recul global des glaciers depuis les années 1990 et de la diminution de la surface de banquise dans l'Arctique entre les années 1980 et les années 2010 (*très probable*).

La couche supérieure de l'océan s'est globalement réchauffée depuis les années 1970 et l'influence humaine en est le principal facteur (*quasi-certain*). Les émissions de CO₂ d'origine humaine sont le principal facteur de l'acidification globale de la surface des océans (*quasi-certain*).

Le niveau global moyen de la mer a augmenté de 0,20 mètre entre 1901 et 2018 (*confiance élevée*). L'influence humaine en a été le principal facteur depuis au moins 1971 (*très probable*).

Les changements survenus dans la biosphère terrestre depuis 1970 coïncident avec le réchauffement climatique : les zones climatiques ont bougé en direction des pôles dans les deux hémisphères et la période de végétation s'est allongée en moyenne de deux jours par décennie depuis les années 1950 dans l'hémisphère Nord (*confiance élevée*).

A2. 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 des siècles voire des milliers d'années.

En 2019, les concentrations atmosphériques de CO₂ étaient plus élevées qu'à tout autre moment depuis au moins 2 millions d'années (*confiance élevée*).

La température globale de surface a augmenté plus rapidement depuis 1970 qu'au cours de toute autre période de cinquante ans au cours des deux mille dernières années (*confiance élevée*).

En 2011-2020, la surface de banquise de l'Arctique (moyenne annuelle) a atteint son niveau le plus bas depuis au moins 1850 (*confiance élevée*).

Le niveau moyen de la mer a globalement augmenté plus rapidement depuis 1900 qu'au cours de n'importe quel autre siècle dans le courant des trois mille dernières années (*confiance élevée*).

A3. Le changement climatique d'origine anthropique affecte déjà de nombreux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes dans toutes les régions du globe. L'évidence des changements observés s'est renforcée depuis le AR5 (2013), tant pour les phénomènes extrêmes (tels que vagues de chaleur, fortes précipitations, sécheresses et cyclones tropicaux) que pour leur attribution à l'influence humaine.

¹ Le contenu du rapport s'appuie sur le langage standardisé du GIEC, permettant de mettre en évidence un niveau de confiance (*très élevée, élevée, moyenne, basse, très basse*) ou de vraisemblance (*quasi-certain, très probable, probable, moyennement probable, improbable, très improbable, improbabilité presque certaine*) des affirmations présentées.

Les extrêmes chauds (y compris les vagues de chaleur) sont devenus plus fréquents et plus intenses dans la plupart des régions terrestres depuis les années 1950, tandis que les extrêmes froids (y compris les vagues de froid) sont devenus moins fréquents et moins graves (*quasi-certain*). Le changement climatique d'origine anthropique est le principal facteur de ces changements (*confiance élevée*).

La fréquence et l'intensité des épisodes de fortes précipitations ont augmenté depuis les années 1950 sur la plupart des régions terrestres pour lesquelles des données d'observation sont suffisantes (*confiance élevée*).

La proportion mondiale de cyclones tropicaux majeurs (catégories 3 à 5) a augmenté au cours des quatre dernières décennies, et la latitude où les cyclones tropicaux du Pacifique Nord-ouest atteignent leur intensité maximale s'est déplacée vers le nord. Ces changements ne peuvent uniquement être expliqués par la variabilité interne (*confiance moyenne*).

L'influence humaine a augmenté le risque d'événements extrêmes combinés (ex. sécheresse et canicule) depuis les années 1950 (*probable*).

A4. Une meilleure connaissance des processus climatiques, des preuves paléoclimatiques et du comportement du système climatique à l'augmentation du forçage radiatif² permet de mieux estimer la sensibilité climatique.

Le forçage radiatif d'origine humaine de 2,72 [W/m²] en 2019 par rapport à 1750 a réchauffé le système climatique. Ce réchauffement est principalement attribuable à l'augmentation des concentrations de GES ainsi qu'au refroidissement induit par les aérosols (*confiance élevée*). Le forçage radiatif d'origine humaine induit une accumulation d'énergie supplémentaire (chaleur) dans le système climatique (*confiance élevée*).

Le réchauffement du système climatique a globalement provoqué une élévation moyenne du niveau de la mer par la perte de glace sur terre et par l'expansion thermique due au réchauffement des océans (*confiance élevée*).

B. Futurs climatiques possibles

Un ensemble de cinq nouveaux scénarios d'émissions est examiné afin d'explorer la réponse du système climatique³. Les scénarios sont nommés en fonction de la tendance socio-économique envisagée et du forçage radiatif à l'horizon 2100 (ex. SSP1-2.6). Les résultats sont présentés pour le court terme (2021-2040), le moyen terme (2041-2060) et le long terme (2081-2100) par rapport à la période 1850-1900.

B1. La température globale de surface continuera d'augmenter au moins jusqu'au milieu du siècle, selon tous les scénarios d'émissions envisagés. Le réchauffement global de 1,5°C et de 2°C sera dépassé au cours du 21^e siècle, à moins que des réductions importantes des émissions de CO₂ et des autres gaz à effet de serre ne se produisent au cours des prochaines décennies.

Scenario	Near term, 2021–2040		Mid-term, 2041–2060		Long term, 2081–2100	
	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)
SSP1-1.9	1.5	1.2 to 1.7	1.6	1.2 to 2.0	1.4	1.0 to 1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2 to 1.8	1.7	1.3 to 2.2	1.8	1.3 to 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 to 1.8	2.0	1.6 to 2.5	2.7	2.1 to 3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2 to 1.8	2.1	1.7 to 2.6	3.6	2.8 to 4.6
SSP5-8.5	1.6	1.3 to 1.9	2.4	1.9 to 3.0	4.4	3.3 to 5.7

Tableau 1 : Changement de température de surface moyenne globale estimée à court, moyen et long-terme (selon les cinq scénarios d'émissions), par rapport aux années 1850 à 1900.

² Changement du flux d'énergie dans l'atmosphère.

³ Pour la première fois dans un rapport du GIEC, on a évalué les changements futurs (température globale de surface, réchauffement des océans et niveau de la mer) en combinant les projections multimodèles avec des contraintes observationnelles (basées sur la simulation du réchauffement passé) et une meilleure estimation de la sensibilité climatique.

Par rapport aux années 1850 à 1900, la température de surface moyenne globale entre 2081 et 2100 est plus élevée de 1,0°C à 1,8°C dans le scénario à très faible émissions de GES (SSP1-1.9), de 2,1°C à 3,5°C dans le scénario intermédiaire (SSP2-4.5) et de 3,3°C à 5,7°C selon le scénario à très fortes émissions de GES (SSP5-8.5) (*très probable*). Dans le scénario à très faibles émissions de GES (SSP1-1.9), il est *extrêmement improbable* que le réchauffement planétaire de 2°C soit dépassé. Dans le scénario à faibles émissions de GES (SSP1-2.6), il est *improbable* que le réchauffement planétaire de 2°C soit dépassé. Le dépassement du seuil de 2°C de réchauffement global à moyen terme (2041-2060) est *probable* dans le scénario à fortes émissions de GES (SSP3-7.0) et *très probable* dans le scénario à très fortes émissions de GES (SSP5-8.5).

B2. De nombreux changements dans le système climatique deviennent plus importants du fait de l'augmentation du réchauffement global, tels que l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des extrêmes de chaleur, les vagues de chaleur marine et les fortes précipitations, les sécheresses agricoles et écologiques dans certaines régions et la proportion de cyclones tropicaux intenses, ainsi que la réduction de la banquise, de la couverture neigeuse et du pergélisol dans l'Arctique.

A chaque incrément de réchauffement global, les changements dans les extrêmes vont continuer de s'accroître. Par exemple, chaque 0,5°C supplémentaire de réchauffement global implique des augmentations significatives de l'intensité et de la fréquence des extrêmes de chaleur, y compris des vagues de chaleur (*très probable*) et des précipitations abondantes (*confiance élevée*), ainsi que des sécheresses agricoles et écologiques dans certaines régions (*confiance élevée*).

Avec un réchauffement global additionnel, les épisodes de fortes précipitations vont s'intensifier et devenir plus fréquents dans la plupart des régions. À l'échelle mondiale, les précipitations extrêmes journalières vont s'intensifier d'environ 7 % pour chaque 1°C de réchauffement global (*confiance élevée*). La proportion de cyclones tropicaux intenses (catégories 4 à 5) et la vitesse de pointe des vents des cyclones tropicaux les plus intenses vont augmenter à l'échelle globale avec l'augmentation du réchauffement global (*confiance élevée*). Un réchauffement supplémentaire va amplifier la fonte du pergélisol et la perte de la couverture neigeuse saisonnière, de la glace terrestre et de la banquise de l'Arctique (*confiance élevée*).

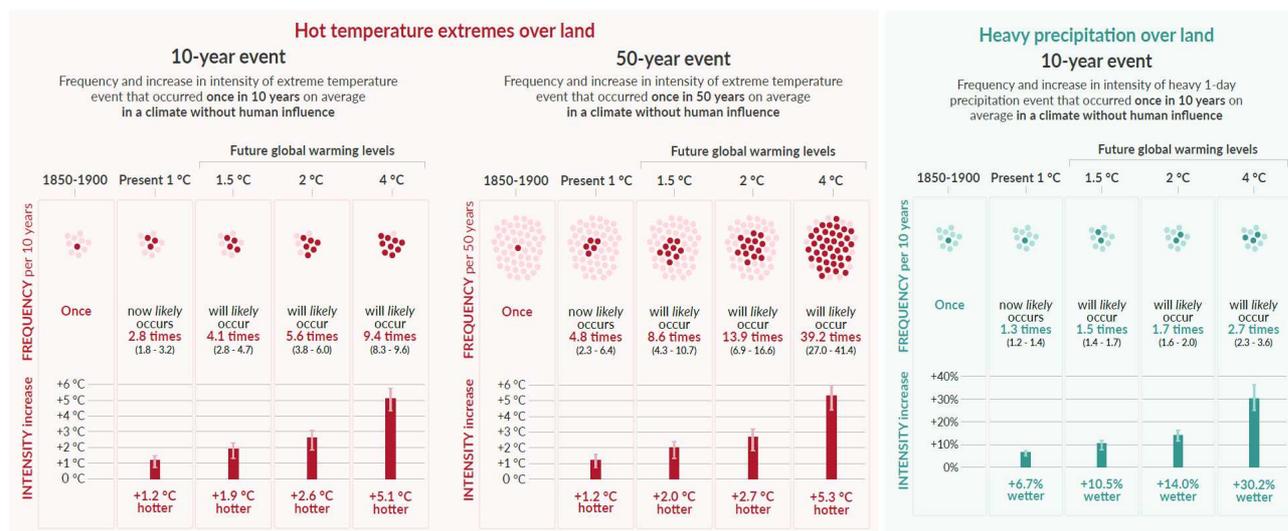


Figure 1 : Changements projetés de l'intensité et de la fréquence des extrêmes de température (chaud) et des extrêmes de précipitations sur les étendues terrestres.

B3. La poursuite du réchauffement global va davantage intensifier le cycle de l'eau à l'échelle globale, y compris sa variabilité, les précipitations de mousson et la gravité des épisodes humides et secs.

Le cycle de l'eau à l'échelle globale va continuer à s'intensifier avec l'augmentation globale de la température (*confiance élevée*), tandis que les précipitations et les flux de surface vont devenir plus variables sur la plupart des régions terrestres au cours des saisons (*confiance élevée*).

Un climat plus chaud va intensifier les conditions très humides et très sèches (météorologiques, climatiques, saisonnières), avec des conséquences sur les inondations et les sécheresses (*confiance élevée*). Néanmoins, l'emplacement et la fréquence de ces événements dépendent essentiellement des changements régionaux de la circulation atmosphérique.

B4. Dans les scénarios où les émissions de CO₂ augmentent, les puits de carbone océaniques et terrestres vont devenir moins efficaces dans leur contribution à ralentir l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère.

Alors que les puits de carbone naturels terrestres et océaniques devraient absorber une quantité de CO₂ globalement plus importante (en absolu) dans des scénarios d'émissions de CO₂ plus élevées, ces puits deviennent progressivement moins efficaces, c'est-à-dire que la proportion des émissions absorbées par les terres et les océans diminue avec l'augmentation cumulative des émissions de CO₂. On s'attend donc à ce qu'il reste dans l'atmosphère une plus grande proportion de CO₂ émis (*confiance élevée*).

L'ampleur des rétroactions entre le changement climatique et le cycle du carbone devient plus importante (ex. émissions de GES des zones humides) mais aussi plus incertaine dans les scénarios à fortes émissions de CO₂ (*confiance très élevée*).

B5. De nombreux changements dus aux émissions passées et futures de gaz à effet de serre sont irréversibles pour des siècles voire des millénaires, en particulier les changements dans les océans, les calottes glaciaires et le niveau global de la mer.

Les émissions de GES générées depuis 1750 impliquent un réchauffement global des océans qui va se prolonger dans le futur (*confiance élevée*). La stratification de la couche supérieure des océans va continuer à augmenter au 21^e siècle (*quasi-certain*), ainsi que l'acidification (*quasi-certain*) et la désoxygénation des océans (*confiance élevée*), à des taux qui vont dépendre des émissions futures. L'évolution de la température globale des océans est irréversible à l'échelle du siècle ou du millénaire (*confiance très élevée*), ce qui est également le cas pour l'acidification (*confiance très élevée*) et la désoxygénation (*confiance moyenne*) des couches profondes des océans. Le niveau moyen de la mer va continuer à augmenter au cours du 21^e siècle (*quasi-certain*). Les glaciers de montagne et polaires vont continuer à fondre pendant des décennies ou des siècles (*confiance très élevée*).

À long terme, le niveau de la mer va continuer à augmenter pendant des siècles voire des millénaires, en raison de la continuation du réchauffement des océans en profondeur et de la fonte des calottes glaciaires, et va rester élevé pendant des milliers d'années (*confiance élevée*). Au cours des deux mille prochaines années, le niveau global moyen de la mer va continuer d'augmenter d'environ 2 à 3 mètres si le réchauffement est limité à 1,5 °C, et d'environ 2 à 6 mètres si le réchauffement est limité à 2 °C (*confiance basse*).

C. Information climatique pour l'évaluation des risques et l'adaptation régionale

C1. Les facteurs naturels et la variabilité interne vont moduler les changements climatiques, surtout à l'échelle régionale et à court terme (peu d'effet à l'échelle globale et à long-terme). Ces modulations sont importantes pour la planification de la large gamme des changements possibles.

Les données historiques sur la température de surface à l'échelle globale montrent que la variabilité décennale a augmenté (ce qui masque les changements sous-jacents causés par les humains à long terme), mais également que cette variabilité se poursuivra à l'avenir (*confiance très élevée*).

La variabilité interne est en grande partie responsable de l'amplification et de l'atténuation des changements de précipitations moyennes induits par l'humain dans de nombreuses régions terrestres (*confiance élevée*).

C2. Avec le réchauffement global, chaque région va connaître de plus en plus de changements multiples et simultanés des facteurs d'impact climatique (CIDs)⁴. Les changements des facteurs d'impact climatique vont être

⁴ Les facteurs d'impact climatique (CIDs) sont les conditions physiques du système climatique (ex. moyennes, événements, extrêmes) qui affectent un élément de la société ou des écosystèmes. Les CIDs et leurs changements peuvent être préjudiciables,

plus répandus à 2°C comparativement à 1,5°C de réchauffement global, et encore plus répandus et/ou plus prononcés pour des niveaux de réchauffement plus élevés.

Toutes les régions vont connaître une augmentation des facteurs d'impact climatiques chauds et une diminution des CIDs froids (*confiance élevée*). Le pergélisol, la neige, les glaciers et calottes glaciaires, la banquise de l'Arctique vont également diminuer (*confiance moyenne à élevée*). Ces changements vont être plus importants avec un réchauffement de 2°C ou plus qu'avec un réchauffement de 1,5°C (*confiance élevée*).

Avec un réchauffement global de 1,5°C, les fortes précipitations et les inondations associées vont s'intensifier et être plus fréquentes dans la plupart des régions d'Afrique et d'Asie (*confiance élevée*), d'Amérique du Nord (*confiance moyenne à élevée*) et d'Europe (*confiance moyenne*).

Avec un réchauffement global de 2°C et plus, l'ampleur (et le niveau de confiance) de l'évolution des sécheresses et des précipitations moyennes et abondantes augmentent par rapport à ceux de 1,5°C. Un nombre plus important de CIDs dans un plus grand nombre de régions vont changer à 2°C et plus, comparativement au réchauffement global de 1,5°C (*confiance élevée*).

Les villes intensifient localement le réchauffement d'origine anthropique. A ce titre, l'extension de l'urbanisation avec les fréquents extrêmes de chaleur vont augmenter la sévérité des vagues de chaleur (*confiance très élevée*).

Avec un réchauffement global plus important, de nombreuses régions vont connaître une augmentation de la probabilité d'événements composés (*confiance élevée*). En particulier, les vagues de chaleur et les sécheresses concomitantes sont susceptibles de devenir plus fréquentes (*confiance élevée*).

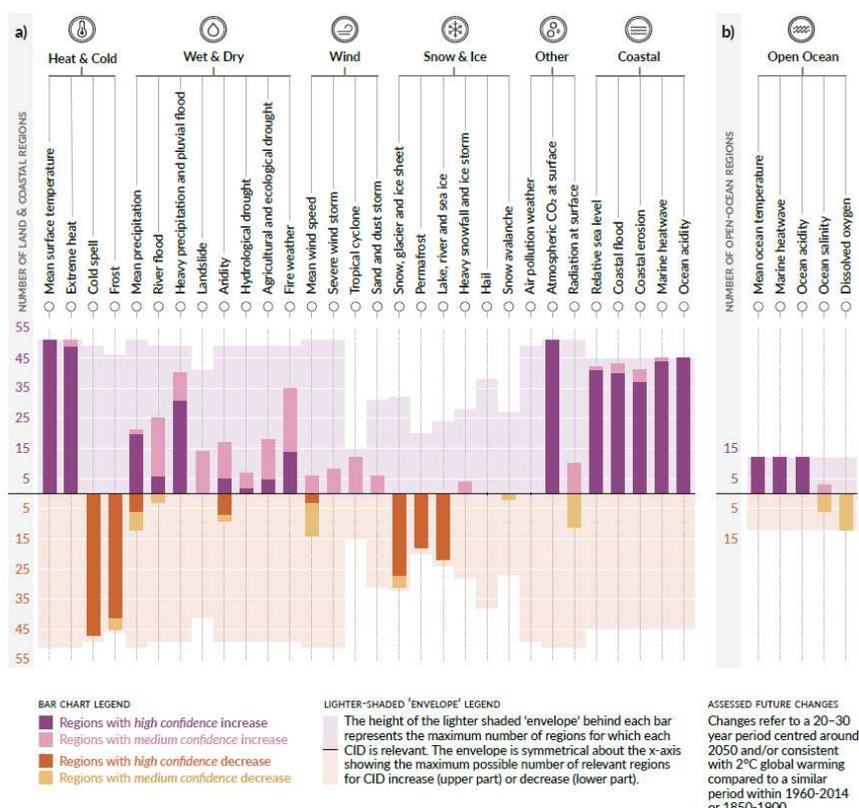


Figure 2 : Synthèse du nombre de régions de référence où les facteurs d'impact climatique devraient changer

bénéfiques, neutres, etc. Les types de CIDs comprennent la chaleur et le froid, l'humidité et la sécheresse, le vent, la neige et la glace, le littoral et l'océan. Toutes les régions vont connaître des changements dans au moins 5 CIDs. Presque toutes les régions (96%) vont connaître des changements dans au moins 10 CIDs.

C3. Les conséquences peu probables (effondrement de calotte glaciaire, changements brusques de la circulation océanique, etc.) ne peuvent être écartées et font partie de l'évaluation des risques.

Si le réchauffement global dépasse l'intervalle « très probable » d'un scénario d'émissions donné, les changements globaux et régionaux de nombreux aspects du système climatique (ex. précipitations régionales et autres CIDs) vont également dépasser les intervalles « très probable » donnés (*confiance élevée*).

La circulation méridienne de renversement de l'Atlantique (AMOC) est très susceptible de s'affaiblir au cours du 21^e siècle pour tous les scénarios d'émissions. Il n'y aura vraisemblablement pas d'effondrement brusque de ce phénomène d'ici 2100 (*confiance moyenne*). Si toutefois un tel effondrement devait se produire, il causerait des changements brusques dans les régimes météorologiques régionaux et dans le cycle de l'eau (ex. déplacement vers le sud de la ceinture des pluies tropicales, affaiblissement des moussons africaines et asiatiques, assèchement en Europe).

D. Limiter les futurs changements climatiques

Les estimations des budgets carbone⁵ résiduels ont été améliorées dans le cadre du SR1.5. Un développement nouveau permet de déterminer quand les réponses climatiques aux réductions d'émissions deviendraient perceptibles au-dessus de la variabilité naturelle du climat, y compris la variabilité interne.

D1. Du point de vue de la physique, la limitation du réchauffement global d'origine anthropique à un niveau donné implique de limiter les émissions cumulatives de CO₂, d'atteindre zéro émission nette de CO₂ et de réduire massivement les autres émissions de gaz à effet de serre.

Ce rapport réaffirme la conclusion du AR5 selon laquelle il existe une relation quasi linéaire entre les émissions cumulatives de CO₂ anthropique et le réchauffement global qu'elles causent (*confiance élevée*). Chaque tranche de 1'000 GtCO₂ d'émissions cumulatives cause une augmentation de température globale de surface d'environ 0,45°C. Cela signifie que l'objectif zéro émission anthropique nette de CO₂ constitue une exigence pour stabiliser la température globale (à n'importe quel niveau), et que la limitation de la température globale à un niveau donné exige de limiter les émissions cumulatives de CO₂ à l'intérieur d'un budget carbone.

Au cours de la période de 1850 à 2019, les activités humaines ont généré un total de **2'390 ± 240 GtCO₂** (intervalle *probable*). Le budget carbone résiduel a été estimé pour plusieurs limites de température globale et plusieurs niveaux de probabilité. Les estimations du budget carbone résiduel sont comparables à celles issues du SR1.5.

Approximate global warming relative to 1850–1900 until temperature limit (°C)* (1)	Additional global warming relative to 2010–2019 until temperature limit (°C)	Estimated remaining carbon budgets from the beginning of 2020 (GtCO ₂)				
		Likelihood of limiting global warming to temperature limit*(2)				
		17%	33%	50%	67%	83%
1.5	0.43	900	650	500	400	300
1.7	0.63	1450	1050	850	700	550
2.0	0.93	2300	1700	1350	1150	900

Tableau 2 : Estimation des budgets carbone résiduels (en fonction du seuil de température et du niveau de vraisemblance).

⁵ Le terme de « budget carbone » désigne la quantité maximale d'émissions cumulatives de CO₂ anthropiques qui coïnciderait avec la limitation du réchauffement planétaire à un niveau donné, en tenant compte de l'effet d'autres facteurs anthropiques de forçage climatique. Les émissions cumulatives de CO₂ qui ont été générées déterminent dans une large mesure le réchauffement à ce jour, tandis que les émissions futures provoquent un réchauffement supplémentaire futur. Le budget carbone résiduel correspond à la quantité de CO₂ qui pourrait encore être émise tout en contenant le réchauffement sous un seuil donné de température (ex. 1.5°C).

Les techniques d'élimination du CO₂ anthropique (CDR) permettent potentiellement d'éliminer le CO₂ de l'atmosphère et de le stocker durablement dans des réservoirs (*confiance élevée*). Cette approche vise à contrebalancer les émissions résiduelles pour atteindre zéro émission nette de CO₂ (ou de GES), voire au-delà (émissions négatives). Les méthodes de CDR peuvent néanmoins avoir des conséquences étendues sur les cycles biogéochimiques et sur le climat, mais également sur la disponibilité et la qualité de l'eau, la production alimentaire et la biodiversité (*confiance élevée*).

Les techniques d'élimination du CO₂ anthropique (CDR) permettent de générer des « émissions négatives nettes » à l'échelle globale, permettant de réduire la concentration de CO₂ atmosphérique et ainsi d'inverser l'acidification des océans (*confiance élevée*).

Si les émissions négatives nettes de CO₂ à l'échelle globale pouvaient être atteintes et maintenues, l'augmentation globale de la température de surface serait progressivement inversée. Néanmoins, certains changements climatiques se poursuivraient pendant des décennies voire des millénaires (*confiance élevée*). Par exemple, il faudrait plusieurs siècles voire des millénaires pour que le niveau global moyen de la mer diminue, même dans avec d'importantes émissions négatives nettes de CO₂ à l'échelle globale (*confiance élevée*).

L'atteinte de l'objectif global de zéro émission nette de CO₂ est une exigence pour stabiliser l'augmentation globale de la température de surface induite par le CO₂ (i.e. les émissions résiduelles de CO₂ anthropique sont équilibrées par des émissions négatives de CO₂).

D2. Les scénarios à faibles émissions de GES (SSP1-1.9 et SSP1-2.6) entraînent des effets discernables sur les concentrations de gaz à effet de serre, d'aérosols et sur la qualité de l'air par rapport aux scénarios à fortes émissions de GES (SSP3-7.0 ou SSP5-8.5). S'il faut environ 20 ans pour permettre d'observer l'évolution de la température globale de surface de ces différents scénarios (distinction faite de la variabilité naturelle), de nombreux autres facteurs d'impact climatique exigent des périodes plus longues pour être mis en évidence (*confiance élevée*).

Les réductions d'émissions en 2020 associées aux mesures visant à réduire la propagation du COVID-19 ont entraîné des effets temporaires, mais détectables, sur la pollution atmosphérique (*confiance élevée*) et une légère augmentation temporaire du forçage radiatif total en raison de la réduction des aérosols provenant des activités humaines (*confiance moyenne*). Les concentrations atmosphériques de CO₂ ont continué à augmenter en 2020, sans diminution détectable du taux de croissance observé du CO₂ (*confiance moyenne*).

Les scénarios à faibles émissions de GES (SSP1-1.9 et SSP1-2.6) présentent des effets rapides et durables pour limiter les changements climatiques d'origine anthropique, comparativement aux scénarios à fortes émissions de GES (SSP3-7.0 et SSP5-8.5). Néanmoins, les réactions à court terme du système climatique peuvent être masquées par la variabilité naturelle.

D'ici la fin du siècle, les scénarios à faibles émissions de GES limitent fortement le changement de plusieurs facteurs d'impact climatique (CIDs), tels que l'augmentation de la fréquence d'événements extrêmes relatifs au niveau de la mer, les fortes précipitations et les inondations pluviales, et le dépassement des seuils dangereux de chaleur (*confiance élevée*).

SOURCE :

<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

Attention : Dans la mesure où le contenu de ce document résulte d'un travail de traduction et/ou de simplification pour permettre une version vulgarisée, il importe de rappeler que les informations partagées dans ce cadre ne font aucunement autorité en la matière (en cas de doute, toujours se référer au document source).