

Bilan 2013 des Changements climatiques: les éléments scientifiques
(5^{ème} rapport d'évaluation du GIEC – volume 1)
Principaux messages du « Résumé à l'intention des décideurs »

La contribution du Groupe de Travail I du GIEC au 5^{ème} rapport d'évaluation ("*Climate Change 2013 - The Physical Science Basis*"), publiée fin septembre 2013, constitue un état des lieux concernant les connaissances scientifiques relatives aux changements climatiques.

Cette première partie du 5^{ème} rapport d'évaluation porte sur les observations des changements du système climatique, les facteurs qui entrent en jeu, la compréhension du système climatique et des changements récents et les projections des changements climatiques futurs. Elle prend en compte les évaluations précédentes et les nouveaux résultats scientifiques et constitue la compilation la plus exhaustive et actualisée de la connaissance scientifique en la matière.

Le *Résumé à l'intention des décideurs* (« Summary for policymakers ») dont les principaux messages sont repris ci-dessous, confirme sans équivoque le phénomène de réchauffement global et le lien avec les émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine.

1. Observations des changements climatiques

Depuis 1950, des changements ont été observés sur l'ensemble du système climatique et dans toutes les régions du monde: l'atmosphère et les océans se sont réchauffés, l'étendue et le volume de neige et de glace ont diminué, le niveau de la mer s'est élevé et les concentrations de GES ont augmenté. Beaucoup de ces changements sont sans précédent.

- **Réchauffement de l'atmosphère**

Chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude que toutes les décennies précédentes depuis 1850. Dans l'hémisphère Nord, la période 1983-2012 a été probablement la période de 30 ans la plus chaude des 1400 dernières années. On observe une augmentation moyenne mondiale de la température à la surface de la terre et de l'océan de 0.85°C sur la période 1880-2012. Durant la période 1901-2012, presque l'ensemble du globe a connu un réchauffement. Des changements de nombreux événements météorologiques et climatiques extrêmes sont observés depuis les années 1950. Une augmentation de la fréquence ou de l'intensité des précipitations intenses est observée dans de nombreuses régions du monde.

- **Réchauffement des océans**

L'océan peu profond (jusqu'à 700m) s'est réchauffé au cours du 20^{ème} siècle. La surface de l'océan (jusqu'à 75m) s'est réchauffée de plus de 0,1 °C/décennie depuis 1971. Le réchauffement diminue avec la profondeur, mais s'étend jusqu'à 2000m (et probablement aussi au-delà de 3000m). L'océan constitue le réservoir qui a accumulé le plus d'énergie associée au réchauffement mondial (plus de 90% de l'énergie supplémentaire stockée dans le système climatique entre 1971 et 2010).

- **Cryosphère¹**

Les résultats récents confirment que les calottes glaciaires et les glaciers perdent de leur masse presque partout dans le monde. Il apparaît notamment que la calotte glaciaire du Groenland a perdu une masse considérable au cours des 2 dernières décennies (à un rythme de l'ordre de 215 milliards

¹ portions de la surface de la terre où l'eau est présente à l'état solide (banquises, lacs et rivières gelés, glaciers, etc.)

de tonnes par an au cours de la dernière décennie) ; la calotte glaciaire sur la péninsule antarctique est également en très net retrait.

La surface de la banquise arctique est également en retrait (diminution moyenne de 3,5 à 4,1% par décennie depuis 1979, et de 9,4 à 13,6% par décennie pour le minimum d'étendue en été), tandis qu'on observe au cours de la même période une légère augmentation (1,2 à 1,8% par décennie, en moyenne depuis 1979) de la banquise antarctique (avec de fortes disparités régionales).

Dans l'hémisphère nord la couverture neigeuse est en baisse. On observe également une réduction significative de la surface et l'épaisseur du pergélisol dans diverses régions boréales.

- **Augmentation du niveau de la mer**

Le niveau moyen de la mer a augmenté de 19 cm sur la période 1901-2010. Le taux d'élévation du niveau moyen de la mer a augmenté vers la fin du 19^{ème} siècle, et a probablement continué à augmenter au 20^e siècle. Le taux moyen d'élévation du niveau de la mer était très probablement d'environ 1,7 mm/an entre 1901 et 2010. Ce taux est passé à environ 3,2 mm/an entre 1993 et 2010.

- **Concentrations des gaz à effet de serre**

La concentration de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère a augmenté de 40% depuis la période préindustrielle, atteignant le niveau de 391 ppm² en 2011. Cette augmentation est le résultat de l'activité humaine (essentiellement des émissions dues à la combustion de carburants fossiles mais également des émissions nettes dues aux changements d'utilisation des terres). 30% des émissions anthropiques de CO₂ ont été absorbées par l'océan, ce qui cause son acidification.

Les concentrations actuelles de 3 gaz à effet de serre – CO₂, méthane (CH₄) et protoxyde d'azote (N₂O) - dépassent sensiblement les niveaux de concentrations enregistrés dans les carottes de glace au cours des 800.000 dernières années. L'élévation des taux moyens de ces 3 gaz au cours du dernier siècle est sans précédent par rapport aux 22.000 dernières années.

2. Facteurs des changements climatiques

L'augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂ depuis 1750 constitue de loin le principal facteur de réchauffement du climat. Les changements dans l'activité solaire et volcanique ne contribuent que pour une faible partie au réchauffement climatique au cours de l'ère industrielle.

Le forçage radiatif³ anthropique total depuis 1750 est positif (2,3 W/m²), et a mené à une accumulation nette d'énergie dans le système climatique. Le forçage radiatif associé à l'augmentation de concentration des gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O et halocarbures), depuis 1750, est de l'ordre de 2,83 W/m². Il a été partiellement compensé par l'effet radiatif des aérosols (de l'ordre de -0,9 W/m²). Les aérosols stratosphériques associés à l'activité volcanique et les variations de l'activité solaire n'ont que faiblement contribué au forçage radiatif net au cours du siècle dernier (à l'exception de quelques épisodes brefs après des éruptions volcaniques majeures).

² ppm : partie par million

³ Le forçage radiatif est un indice permettant de quantifier l'influence des différents facteurs sur les échanges d'énergie entre la terre et l'espace ; il représente la différence entre l'énergie radiative (chaleur) reçue par le système climatique et l'énergie radiative renvoyée dans l'espace qui résulte de l'introduction d'un ou plusieurs facteurs supplémentaires; un forçage radiatif positif indique une contribution nette au réchauffement (plus d'énergie reçue qu'émise), une valeur négative indique une contribution au refroidissement (plus d'énergie perdue que reçue)

3. Compréhension du système climatique et des changements récents

Par rapport au 4^{ème} rapport d'évaluation du GIEC, les observations sont plus détaillées et les modèles climatiques ont été améliorés, ce qui a permis de mieux caractériser la contribution humaine aux changements détectés dans les différentes composantes du système climatique.

Le GIEC en conclut que l'influence humaine sur le système climatique est clairement établie, sur base des données concernant l'augmentation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, le forçage radiatif positif, le réchauffement observé, et la compréhension du système climatique. L'amélioration des modèles depuis le 4^{ème} rapport a permis de mieux reproduire les températures observées à l'échelle continentale, et les tendances sur plusieurs décennies (ils reproduisent notamment l'accélération du réchauffement à partir de la moitié du 20^{ème} siècle, en accord avec les observations) et le refroidissement après les éruptions majeures.

A plus petite échelle de temps (10-15 ans), on constate certaines différences entre les résultats de modèle et les observations (par exemple sur la période 1998-2012). La réduction observée dans la tendance au réchauffement sur la période 1998-2012 par rapport à la période 1951-2012 peut être attribuée à des phénomènes de variabilité interne du système climatique (notamment une possible redistribution de la chaleur au sein de l'océan), ainsi qu'à la réduction naturelle de certains forçages radiatifs (éruptions volcaniques, phase descendante du cycle solaire).

De nouvelles observations et résultats de modèles démontrent l'influence humaine sur le réchauffement de l'atmosphère et l'océan, ainsi que sur une série d'autres phénomènes tels que : des perturbations du cycle hydrologique (précipitations, évaporation...); le retrait de la Banquise arctique; le retrait des glaciers; la réduction de la couverture de neige dans l'hémisphère nord; l'augmentation du niveau de la mer; les changements de certains événements climatiques extrêmes. L'influence humaine est établie avec plus de certitude que dans le 4^{ème} rapport. Le GIEC considère comme extrêmement probable (> 95%) que l'influence humaine a été la cause majeure du réchauffement observé depuis la moitié du 20^{ème} siècle.

4. Changements futurs

Un nouveau set de scénarios a été utilisé pour les simulations présentées dans le 5^{ème} rapport. Pour tous les scénarios, les concentrations atmosphériques de CO₂ en 2100 sont supérieures à celles observées de nos jours, en raison de l'augmentation future des émissions de CO₂ cumulées dans l'atmosphère. Ces simulations indiquent que des émissions égales ou supérieures aux taux actuels induiraient des changements dans toutes les composantes du système climatique. Les projections des changements climatiques présentés dans le 5^{ème} rapport sont semblables à celles du 4^{ème} rapport, compte tenu des changements de scénarios.

Elles indiquent que les changements devraient se produire dans toutes les régions du globe, au niveau terrestre, océanique, marin, de la cryosphère, du cycle de l'eau, des événements extrêmes et de l'acidification des océans. Beaucoup de ces changements persisteront pendant de nombreux siècles. La limitation des changements climatiques exigera de réaliser des réductions substantielles et durables des émissions de gaz à effet de serre.

- **Augmentation des températures**

Les estimations de l'augmentation moyenne de la température à l'horizon 2100 sont fortement dépendantes des scénarios d'émissions envisagés et varient de 0,3°C à 1,7°C⁴ jusqu'à 2,6°C à 4,8°C par rapport à la période 1986-2005 (NB: il faut ajouter 0.6°C pour se référer à la période 1850-1900). Le changement des températures de surface ne sera pas régionalement uniforme. Il est très probable que le réchauffement terrestre à long terme soit plus élevé que le réchauffement océanique. Les simulations indiquent avec un très haut niveau de confiance que la région arctique se réchauffera plus rapidement que la moyenne, et que le réchauffement moyen à la surface des continents sera supérieur au réchauffement à la surface de l'océan.

Il est pratiquement certain que, dans la plupart des régions, il y aura plus de températures extrêmes chaudes et moins de températures extrêmes froides. Il est très probable que les vagues de chaleur se produiront avec une fréquence et une durée plus élevées, toutefois des hivers particulièrement froids continueront de se produire de manière occasionnelle.

- **Cycle de l'eau**

Il est fort probable que le contraste des précipitations moyennes saisonnières entre les régions sèches et humides augmente dans la majeure partie du globe au 21^{ème} siècle, de même que le contraste entre les saisons sèches et humides (avec des exceptions régionales). Les hautes-latitudes (régions plus proches des pôles) et l'océan Pacifique équatorial sont très susceptibles de rencontrer plus de précipitations.

Les précipitations extrêmes sur la plupart des terres aux moyennes latitudes et dans les régions tropicales humides deviendront très probablement plus intenses et plus fréquentes à la fin du siècle. Il est également probable que la superficie affectée par les systèmes de mousson s'étendra au cours du 21^{ème} siècle. Les précipitations associées aux moussons verront probablement leur intensité augmenter, du fait de l'augmentation de l'humidité atmosphérique. La durée de la mousson devrait également s'allonger dans de nombreuses régions.

- **Océans**

L'océan continuera à se réchauffer au 21^{ème} siècle ; la chaleur pénétrera dans l'océan profond, affectant le système de circulation océanique à grande échelle. Il est très probable que la circulation thermohaline dans l'atlantique (*Atlantic Meridional Overturning Circulation - AMOC*) s'affaiblira au cours du 21^{ème} siècle, avec un déclin dès la moitié du siècle. Il est cependant très peu probable que cette circulation connaisse une interruption brutale au cours du 21^{ème} siècle. Les résultats sont plus incertains au-delà du 21^{ème} siècle, mais un effondrement de cette circulation associée à un réchauffement ample et durable ne peut être exclu.

- **Cryosphère**

Il est très probable que la couverture de glace de l'Arctique continue à diminuer (pouvant mener à un océan Arctique pratiquement libre de glaces en septembre avant la moitié du siècle) et que la couverture neigeuse de l'hémisphère Nord diminue au cours du 21^{ème} siècle. Il est pratiquement certain que l'étendue du pergélisol (sol gelé en permanence) se réduise aux hautes latitudes nord (diminution de 37 à 81% en 2100). Le volume des glaciers devrait diminuer dans tous les scénarios (réduction de volume variant entre 15 à 55% et 35 à 85% d'ici 2100 selon les scénarios).

⁴ La gamme de projections de température analysée dans l'AR5 inclut un scénario correspondant à des émissions nettement plus faibles que celles considérées dans l'AR4, c'est à dire que la possibilité d'une politique conduisant à une forte réduction d'émissions est maintenant envisagée dans les projections climatiques.

- **Niveau de la mer**

Le niveau moyen de la mer va continuer à augmenter au cours du 21^{ème} siècle. La confiance dans les projections relatives à l'élévation du niveau moyen de la mer a augmenté depuis l'AR4. Il est très probable que l'élévation du niveau de la mer au cours du 21^{ème} siècle sera supérieure au taux observé entre 1971 et 2010, en raison de l'augmentation du réchauffement de l'océan (dilatation thermique), et de l'augmentation de perte de masse des glaciers et calottes glaciaires. L'augmentation projetée du niveau de la mer pour 2081- 2100 relativement à la période 1986-2005 varie (en fonction des scénarios) entre 26 à 55 cm et 52 à 98 cm. Cette augmentation ne sera pas uniforme, mais touchera environ 95% de la surface océanique d'ici 2100.

- **Concentrations des gaz à effet de serre et stabilisation du climat**

Dans tous les scénarios, les concentrations atmosphériques de CO₂ sont plus élevés en 2100 par rapport à aujourd'hui, et ce en raison d'une nouvelle augmentation des émissions cumulées de CO₂ dans l'atmosphère au cours du 21^{ème} siècle. Une partie du CO₂ émis dans l'atmosphère par l'activité humaine continuera d'être absorbée par l'océan, accentuant son acidification (le pH océanique serait réduit de 0,065 à 0,30 unités d'ici la fin du 21^{ème} siècle). En raison des rétroactions entre réchauffement climatique et cycle du carbone, la capacité d'absorption du carbone par les écosystèmes terrestres et l'océan va diminuer, exacerbant l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère.

- **Réchauffement "engagé", stabilisation et irréversibilité**

Les émissions de CO₂ cumulées détermineront largement l'ampleur du réchauffement mondial à l'horizon 2100 et au-delà. Maintenir ce réchauffement en-deçà d'un seuil donné nécessitera de réduire de manière substantielle les émissions au cours du 21^{ème} siècle.

De nombreux aspects du changement climatique anthropique sont irréversibles et vont persister pendant de nombreux siècles, voire millénaires, et ce même si les émissions de gaz à effet de serre sont arrêtées (sauf dans le cas d'un enlèvement net, maintenu dans la durée, et, de grande ampleur du CO₂ présent dans l'atmosphère). Il en résulte un changement climatique inévitable (le réchauffement dit « engagé ») résultant des émissions passées et présentes de gaz à effet de serre.

Selon les scénarios, 15 à 40% du CO₂ émis restera dans l'atmosphère plus de 1000 ans après que les émissions anthropiques aient cessé. Une partie des changements climatiques est donc irréversible à l'échelle humaine, à moins de trouver des techniques qui permettent de capturer les émissions anthropiques de CO₂ pendant plus de 1000 ans.

En raison des longues échelles de temps associées aux transferts de chaleur entre la surface de l'océan et l'océan profond, le réchauffement de l'océan continuera également pendant des siècles, ainsi que la dilatation thermique, menant à une élévation du niveau de la mer de l'ordre de 1 à 3m. La perte de masse des glaciers et calottes glaciaires, en partie irréversible, est susceptible de provoquer une hausse accrue du niveau de la mer. Au-delà d'un certain seuil de réchauffement (situé entre 1 et 4°C par rapport au niveau préindustriel), la fonte quasi-complète de la calotte glaciaire du Groenland à l'échelle d'un millénaire ou plus causerait une hausse du niveau de la mer jusqu'à 7m supplémentaires. La fonte abrupte et irréversible associée à l'instabilité de secteurs marins de la calotte glaciaire antarctique en réponse au réchauffement global est possible, mais le phénomène est insuffisamment compris à ce stade pour pouvoir estimer sa contribution potentielle à la hausse du niveau de la mer.

Plus d'informations : <http://www.climatechange2013.org/>