

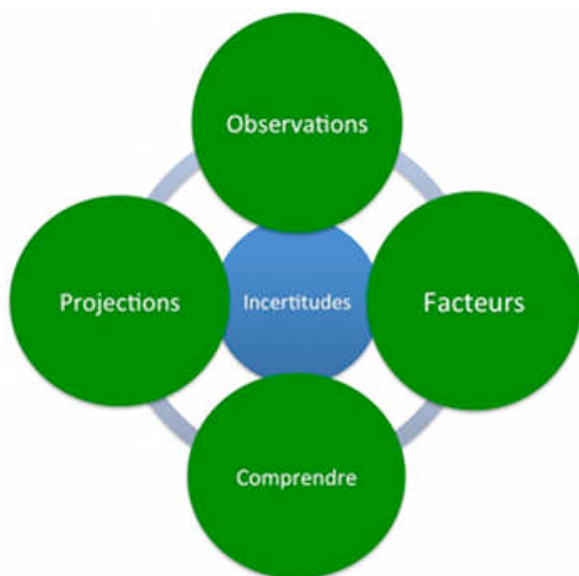
## Rapport 2013 du GIEC sur le changement climatique Résumé de niveau 1 de la partie 1 –Les bases scientifiques

### Contexte

"Changement climatique 2013: Les éléments scientifiques" (« Climate change 2013 : The Physical Basis ») est une évaluation exhaustive des aspects physiques du changement climatique, qui met l'accent sur les éléments pertinents permettant de comprendre le passé, d'analyser le présent, et de prévoir l'évolution future du climat .

Le rapport couvre les observations de l'évolution de toutes les composantes du système climatique et évalue l'état actuel des connaissances sur ses différents aspects. Des mesures directes à l'aide d'instruments du climat global ont commencé à être entreprises au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, et la reconstruction du climat utilisant des indicateurs indirects tels que les anneaux de croissance des arbres ou les analyses du contenu de couches sédimentaire permet d'étendre cette connaissance bien plus loin dans le passé.

La présente évaluation utilise un nouvel ensemble de nouvelles simulations des impacts futurs du changement climatique, à partir d'une gamme de différentes hypothèses de scénarios possibles d'évolution des émissions.



### 1. Comment le GIEC traite-t-il les incertitudes ?

Bien que l'ensemble des connaissances sur le système climatique augmente de plus en plus, et donc aussi la confiance dans les projections effectuées, la science du climat présente encore beaucoup d'incertitudes. Une partie intégrante du rapport d'évaluation du GIEC 5 (en anglais "AR5") est

### L'utilisation de formulations spécifiques de l'incertitude, propres à refléter avec précision la force de chaque énoncé.

Le cas échéant, les conclusions sont formulées comme des faits établis, mais lorsqu'une qualification d'un énoncé s'avère nécessaire, deux systèmes seront utilisés. Le premier évalue par un degré d'accord le **niveau de confiance** dans la validité de l'énoncé, sur la base du type, de la quantité, de la qualité et de la cohérence de l'énoncé (par exemple les données, la compréhension des mécanismes, la théorie, les modèles, des avis d'experts). Ce degré d'accord va de "accord faible" - preuves limitées, à "accord fort" - preuves robustes. Le second évalue le **niveau de vraisemblance** d'un énoncé en exprimant sous forme de probabilité les mesures quantifiées de l'incertitude.

Lorsque des évaluations de confiance ou de vraisemblance sont utilisées dans le présent résumé, elles sont indiquées en *italique*.

Termes utilisés pour parler de probabilité	
Terme*	Probabilité de l'événement
<i>Pratiquement certain</i>	Probable à 99–100%
<i>Très probable</i>	Probable à 90–100%
<i>Probable</i>	Probable à 66–100%
<i>Aussi probable que non</i>	Probable à 33–66%
<i>Peu probable</i>	Probable à 0–33%
<i>Très peu probable</i>	Probable à 0–10%
<i>Exceptionnellement peu probable</i>	Probable à 0–1%

\* Des termes additionnels (*Extrêmement probable*: probable à 95–100%, *plus probable que non*: probable à >50–100%, et *extrêmement peu probable*: probable à 0–5%) peuvent aussi être utilisés lorsque nécessaires.

### OBSERVATIONS

#### 2. Quels ont été les changements observés dans le climat dans les derniers siècles ?

2.1 Il est *certain* que la température de surface moyenne globale de la Terre a augmenté depuis qu'elle a commencé à être mesurée et enregistrée. Ce réchauffement a été d'environ 0,85 ° C de 1880 à 2012 avec une augmentation d'environ 0,72 ° C de 1951 à 2012. Chacune des trois dernières décennies ayant été successivement la plus chaude jamais enregistrée . Elles ont

**aussi très probablement été les plus chaudes des 800 dernières années et probablement les plus chaudes des 1400 dernières années, même si le taux de réchauffement au cours des 15 dernières années est plus faible que ce qu'il a été depuis les années 1950.**

Il est *pratiquement certain* que l'océan (au-dessus d'une profondeur de 700 m) s'est réchauffé au cours du 20<sup>ème</sup> siècle, *probable* que l'océan se soit réchauffé entre moins 700 et moins 2000 m, *probable* que l'océan se soit réchauffé de moins 3000 m jusqu'au fond, mais aucune tendance significative n'a été observée entre 2000 m et 3000 m de profondeur.

Depuis vers 1970 au moins, la planète est en déséquilibre énergétique, avec plus d'énergie provenant du soleil entrant dans l'atmosphère qu'en sortant (c'est ce qu'on appelle le « [forçage radiatif](#) »), le réchauffement des océans représentant la plus grande partie (93 %) de l'augmentation de la capture d'énergie.

2.2 A l'échelle mondiale, il n'est pas clair si on a eu des changements dans les précipitations et la couverture nuageuse, en partie parce que les données sont insuffisantes. L'humidité de la basse atmosphère a *très probablement* augmenté depuis les années 1970, mais il n'est *pas clair* quels changements dans les précipitations en auraient résulté

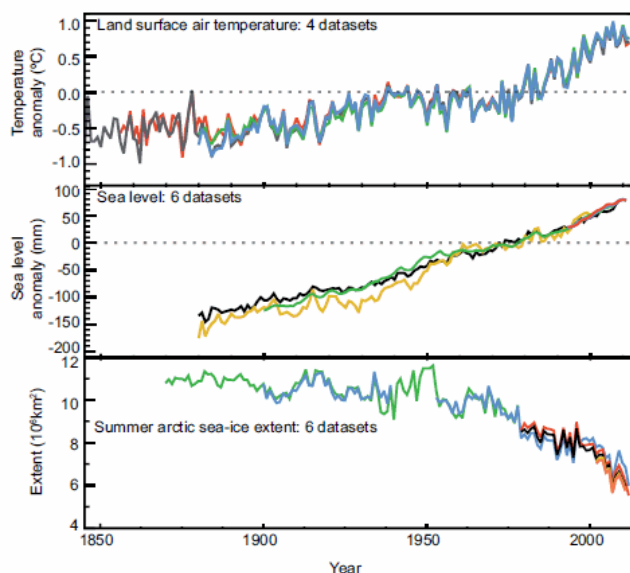


Figure TS.1 : Indicateurs du climat  
Source: IPCC WGI – Technical summary

2.3 Des changements ont été observés dans les propriétés de l'océan (son réchauffement, des changements dans sa salinité, une augmentation de sa teneur en carbone et de son acidité, une diminution de sa concentration en oxygène) au cours des quarante dernières années. Les tendances observées de ces changements sont en accord avec l'explication par une réponse au changement climatique.

2.4 Il y a un très haut niveau de confiance que la couverture de glace de l'Arctique a diminué au cours de la période 1979-2012. En revanche, il est très probable que la couverture de glace de l'Antarctique a augmenté entre 1979 et 2012, du fait d'une diminution du pourcentage d'eau libre dans la banquise. Il y a un haut niveau de confiance que certaines parties de la banquise antarctique subissent des changements importants.

Il y a un très haut niveau de confiance que les glaciers terrestres ont diminué dans le monde entier au cours des dernières décennies, et qu'ils vont continuer à fondre. Le pergélisol (en anglais : Permafrost) s'est également réchauffé partout dans le monde. Dans l'hémisphère Nord, la couverture neigeuse a diminué.

2.5 Il est *pratiquement certain* que le taux d'augmentation globale moyen du niveau de la mer s'est accéléré, des taux relativement faibles de l'ordre de quelques dixièmes de mm par an durant les millénaires passés aux taux actuels de l'ordre de plusieurs mm par an. Plus précisément, le niveau moyen de la mer a augmenté de 0,19 [0,17 à 0,21] m sur la période 1901-2010. Le taux actuel d'augmentation du niveau moyen de la mer est, avec un *niveau de confiance moyen*, anormalement élevé par comparaison avec les deux derniers millénaires.

2.6 Il est *très probable* que le nombre de jours et de nuits froids a diminué et que le nombre de jours et de nuits chauds a augmenté à l'échelle mondiale. Globalement, la durée et la fréquence des périodes et vagues de chaleur ont augmenté depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle. Il est *probable* que, depuis 1950, le nombre de fortes précipitations terrestres a augmenté dans plus de régions qu'il n'a diminué. Il est *pratiquement certain* que la fréquence et l'intensité des tempêtes dans l'Atlantique Nord a augmenté depuis les années 1970, bien que les raisons de cette augmentation soient débattues. Les changements dans la fréquence des épisodes de sécheresse et d'inondations sont plus variables d'une région à l'autre.

2.7 En 2011, les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre, dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>) et oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), s'écartent vers le haut de la gamme de concentrations mesurées dans les carottes de glace, et leur taux d'augmentation dépasse aussi ce qui est connu par les analyses des carottes de glace. La principale source de CO<sub>2</sub> est la combustion de combustibles fossiles et la production de ciment. Environ la moitié du CO<sub>2</sub> se retrouve dans l'atmosphère, le reste est absorbé par les plantes ou par les océans.

## FACTEURS

### 3. D'où provient le changement climatique ?

**3.1 Changes in climate are due to an imbalance between the energy from the sun received by the earth and the energy that is radiated back to space (this imbalance is called 'radiative forcing').**

3.2 Depuis le début de l'ère industrielle, c'est-à-dire depuis 1750, les forçages solaire et volcanique sont les deux contributeurs naturels dominants au changement climatique mondial. Il y a un *niveau de confiance élevé* que le forçage solaire soit beaucoup plus faible que le forçage causé par les gaz à effet de serre. L'impact des particules volcaniques est maintenant bien compris, et un important forçage négatif a lieu durant plusieurs années après les grandes éruptions volcaniques telles celle du Mont Pinatubo en 1991.

3.3 L'activité humaine conduit à une modification dans la composition de l'atmosphère, soit directement (via les émissions de gaz ou de particules), soit indirectement (par l'intermédiaire de la chimie atmosphérique). Les émissions anthropogéniques ont entraîné des changements dans les concentrations de gaz à effet de serre au cours de l'ère industrielle (depuis 1750). Au cours des 15 dernières années, le CO<sub>2</sub> a été le principal

contributeur à l'effet de serre, les principaux autres étant le méthane, l'oxyde nitreux et les hydrocarbures halogénés. La contribution de chaque gaz est généralement exprimée en termes de "potentiel de réchauffement global" (PRG) ou de "potentiel de changement de température global" (GTP). D'une part, le GWP compare le potentiel de réchauffement d'un gaz à effet de serre à celui du dioxyde de carbone, et est exprimé en une quantité équivalente de CO<sub>2</sub>. Le GTP, d'autre part, vise à estimer la variation de température provoquée par un gaz spécifique, et inclut la réaction du système climatique.

Les aérosols sont minuscules gouttelettes liquides ou des particules (comme la poussière de volcans) en suspension dans l'atmosphère. Dans l'ensemble, les aérosols provoquent un refroidissement de l'atmosphère, mais avec une grande marge d'incertitude. Il y a un haut niveau de confiance, cependant, que les aérosols ont compensé une partie substantielle du forçage dû aux gaz à effet de serre. Il existe des preuves robustes que des changements anthropogéniques d'utilisation des terres comme la déforestation, ont affecté l'albédo (la réflectivité du rayonnement solaire), différent dans une forêt verte et plus sombre que dans un champ plus pâle, par exemple, et par conséquent le bilan énergétique. Les traînées persistantes produites par les avions à haute altitude contribuent également au réchauffement.

3.4 Les mécanismes de rétroaction jouent également un rôle important dans la détermination du (futur) changement climatique. Par exemple :

- La rétroaction de la neige, de la glace et de l'albédo : plus il fait chaud, moins il y a de neige, et le sol est alors plus sombre et plus chaud.
- Il pourrait aussi y avoir des rétroactions de la couverture nuageuse, quoiqu'il y ait encore de grandes incertitudes quant à leur importance et leur influence.

## COMPRENDRE

### 4. Comment étudions-nous l'évolution du système climatique ?

**4.1 Pour comprendre les résultats du système climatique, nous combinons observations, études théoriques de mécanismes et de processus de rétroaction, et simulations à partir de modélisations. Par rapport au 4<sup>ème</sup> Rapport d'évaluation publié en 2007, des observations plus détaillées et des modèles climatiques améliorés permettent désormais l'attribution des changements climatiques observés à des influences humaines dans de plus nombreuses composantes du système climatique.**

Il est extrêmement probable que les activités humaines sont responsables de plus de la moitié de l'augmentation observée de la température de surface moyenne globale de 1951 à 2010, les gaz à effet de serre contribuant à un réchauffement compris entre 0,5 °C et 1,3 °C au cours de cette période.

4.2 La température de surface moyenne globale (GMST) observée a montré une augmentation beaucoup plus faible au cours des 15 dernières années qu'au cours des 30 à 60 dernières années. Les changements dans le forçage radiatif d'une décennie à l'autre montrent que pour la période 1998-2011 le forçage a représenté les deux tiers de ce qu'il avait été pour la période 1984-1998. Globalement, il est très probable qu'au cours de cette période, le système climatique a continué à accumuler de l'énergie, par exemple sous la forme d'une

augmentation de la chaleur de l'océan, bien que, certaines données faisant état d'un ralentissement tandis que d'autres pas, la conclusion reste incertaine.

4.3 La façon la plus convaincante d'établir la crédibilité des modèles utilisés dans la science du changement climatique est sans doute la vérification de leurs projections. Il apparaît que les résultats des projections quant à l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub>, de la température de surface moyenne globale et du niveau moyen de la mer prévues par les précédents rapports d'évaluation du GIEC sont en général en accord avec les tendances observées.

4.4 Différents paramètres océaniques ont été mesurés et modélisés en fonction de leur réponse au changement climatique. Il est très probable que l'influence humaine a apporté une contribution substantielle au réchauffement de la couche supérieure de l'océan (jusqu'à moins 700 m) qui a été observé depuis les années 1970. Ce réchauffement a à son tour contribué à une élévation du niveau global de la mer par dilatation thermique. Il est estimé que la plus grande partie de l'énergie ajoutée au système climatique a été absorbée par les océans. De même, les changements dans la salinité, la teneur en oxygène et l'acidité peuvent aussi être attribués à l'influence humaine.

4.5 Les réductions de la couverture de glace de l'Arctique et de la couverture de neige dans l'hémisphère Nord, et la réduction généralisée des glaciers (recul) - et l'augmentation de la fonte de surface au Groenland sont autant de preuves de changements globaux concernant la neige et la glace liés à l'augmentation du forçage radiatif d'origine anthropogénique.

4.6 En ce qui concerne la possibilité de changements irréversibles, le rythme et l'ampleur du changement climatique global sont déterminés par le forçage radiatif, les rétroactions climatiques et le stockage de l'énergie par le système climatique. Pour certains éléments du système climatique, il existe un point où un changement brusque pourrait se produire une fois un certain seuil atteint. Ces brusques changements peuvent être irréversibles - ce qui signifie qu'il faut beaucoup plus de temps au système pour revenir à son état initial qu'il n'en faut pour basculer vers un nouvel état - transitions vers différents états du système climatique.

Par exemple :

- Des changements dans la circulation méridienne océanique atlantique (en anglais, AMOC) pourraient produire de brusques changements climatiques à l'échelle mondiale et sur le climat de l'Europe et de l'Amérique du Nord.
- Avec un climat plus chaud, la fonte du pergélisol (en anglais : Permafrost) pourrait conduire à la libération de carbone accumulé dans les sols gelés, conduisant à une augmentation des concentrations du CO<sub>2</sub> atmosphérique et du méthane, provoquant un réchauffement supplémentaire.
- Comme la croissance des couches de glace est un processus très lent, toute augmentation de la perte de glace, par fusion ou suite à des coulées de glace, serait irréversible.

## PROJECTIONS

### 5. Quels changements dans le système climatique sont prévus pour l'avenir ?

5.1 Des projections des changements dans le système climatique sont effectuées en utilisant une gamme de modèles climatiques qui simulent des modifications fondées sur un ensemble de scénarios de forçages anthropogéniques. Un nouvel ensemble de scénarios, les Parcours de concentration représentatifs (en anglais, RCP), a été utilisé pour les simulations des modèles climatiques réalisées pour cette évaluation; ces scénarios comprennent généralement des composantes économiques, démographiques, d'énergie et des éléments simples du climat. Les scénarios utilisés dans cette évaluation afin d'explorer ce que ces émissions pourraient devenir ont différentes cibles en termes de forçage radiatif d'ici 2100, allant d'un scénario "forte atténuation" à un scénario de croissance continue des émissions.

5.2 Entre 2012 et 2100, en fonction du scénario choisi, les résultats de Modélisation du système terrestre (en anglais, ESM) conduisent à des émissions de combustibles fossiles cumulées allant de 270 à 1 685 gigatonnes de carbone.

5.3 En l'absence d'importantes éruptions volcaniques, qui causeraient un refroidissement significatif mais temporaire, et en supposant qu'il n'y ait aucun futur changement significatif à long terme de l'irradiance solaire, il est probable que la température de surface moyenne globale sera supérieure de 0,3 °C à 0,7 °C dans la période 2016-2035 à ce qu'elle a été dans la période 1986-2005 (niveau de confiance moyen). Les températures moyennes mondiales continuent à augmenter au cours du 21e siècle selon tous les scénarios. A partir d'environ le milieu du 21ème siècle, le taux de réchauffement de la planète commence à être plus fortement dépendant du scénario : l'augmentation moyenne globale probable de la température de surface va de 0,3 à 4,8 °C.

Les températures de l'océan vont très probablement continuer à augmenter au cours du 21e siècle. Dans certaines régions d'ici la fin du siècle le réchauffement projeté des océans pourrait dépasser 0,5 °C à 2,5 °C dans les 100 premiers mètres et 0,3 °C à 0,7 °C à une profondeur d'environ 1 km. Le niveau de la mer pourrait continuer à augmenter de 0,26 à 0,81 m d'ici la fin du 21ème siècle. Il est pratiquement certain que l'élévation du niveau de la mer continuera au-delà de 2100, et se poursuivre pendant des siècles, voire des millénaires.

Un océan Arctique pratiquement libre de glace (étendue de la banquise inférieure à 1.000.000 km<sup>2</sup>) au mois de septembre est probable avant le milieu du siècle, selon le scénario conduisant au niveau le plus élevé d'émissions, avec un niveau de confiance moyen. Il est très probable que la couverture de glace de l'Antarctique continuera à diminuer et à s'amincir, et que la couverture de neige au printemps aux hautes latitudes septentrionales et le pergélisol superficiel décroîtront, avec l'augmentation de la surface moyenne globale.

5.4 En ce qui concerne le potentiel pour stabiliser le climat, cette stabilisation peut signifier en pratique :

- Stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêcherait toute perturbation anthropogénique dangereuse du système climatique, ce qui est l'objectif ultime de la

Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) ;

- Limiter l'augmentation de la température mondiale, ce qui a fait l'objet de récentes discussions politiques, la plus largement discutée étant de 2 °C au-dessus des niveaux préindustriels ;
- Ramener le niveau de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère au-dessous de 350 ppm.

Une des approches pour atteindre la stabilisation du climat est la géo-ingénierie, définie comme l'intervention délibérée à grande échelle dans le système de la Terre dans le but de lutter contre les effets indésirables du changement climatique sur la planète, telles que la capture et le stockage du carbone à grande échelle, ou la gestion du rayonnement solaire par l'injection d'aérosols dans l'atmosphère.

5.5 Évaluer les changements dans les événements climatiques extrêmes pose des défis uniques, non seulement à cause de la rareté de ces événements, mais parce qu'ils se produisent toujours en conjonction avec des conditions de rupture. A court et à long terme, les projections résultant des divers scénarios confirment une très probable tendance à l'augmentation des épisodes de fortes précipitations, mais avec de grandes variations régionales. En ce qui concerne les événements extrêmes tels qu'inondations, sécheresses et cyclones, il subsiste encore beaucoup d'incertitudes lorsqu'il s'agit d'établir une tendance au changement ou d'établir des projections.

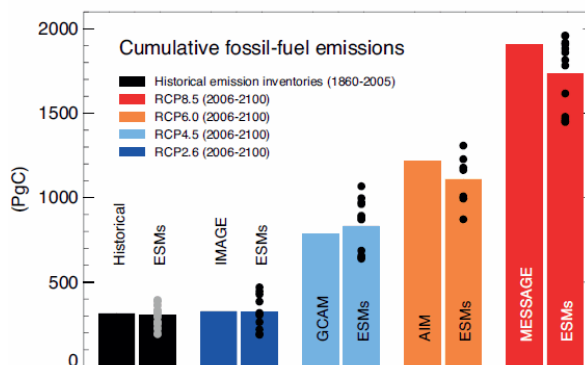
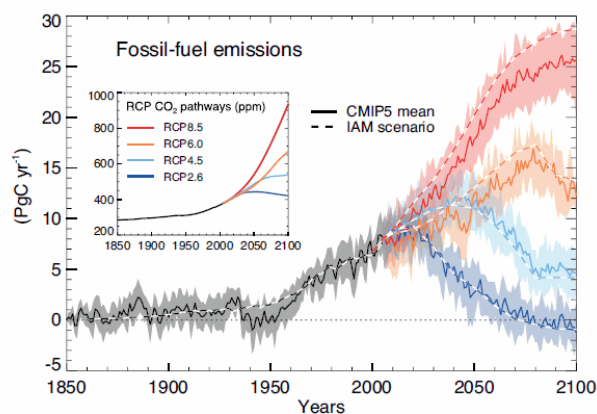


Figure TS.19 : Émissions simulées dans les différents scénarios

Source: IPCC WGI – Technical summary

## INCERTITUDES

### 6. Quelles sont les principales incertitudes concernant le changement climatique ?

L'influence humaine a été détectée dans presque toutes les grands composants évalués du système climatique. Pris dans leur ensemble, les résultats combinés augmentent le niveau global de confiance dans l'attribution des changements climatiques observés, et réduisent les incertitudes découlant d'une évaluation fondée sur une variable climatique unique. La cohérence des changements observés avec des simulations de forçage anthropogénique et naturel dans le système physique est remarquable. Toutefois, il reste une série d'incertitudes. La compréhension des causes et des moyens de caractérisation des incertitudes dans les projections à long terme de grande envergure du changement climatique n'a pas beaucoup changé depuis le rapport précédent, mais de nouvelles expériences et études ont continué à oeuvrer pour une caractérisation plus complète et rigoureuse.

6.1 La capacité des modèles climatiques à simuler la température de surface s'est améliorée à bien des égards, mais il reste un certain nombre d'incertitudes quand il s'agit de certains éléments spécifiques des changements observés dans le système climatique.

6.2 Les incertitudes quant au processus d'interaction des aérosols avec les nuages restent le principal contributeur à l'incertitude sur le changement climatique d'origine humaine.

6.3 Pour certains aspects du système climatique, notamment la sécheresse, l'activité cyclonique, le réchauffement de l'Antarctique, l'étendue de la banquise polaire, le bilan massique des glaciers, la confiance reste faible dans l'attribution des changements à l'influence humaine en raison des incertitudes liées à la modélisation et du faible accord entre les études scientifiques.

6.4 Il y a également plusieurs domaines dans lesquels les projections du changement climatique restent difficiles: les projections des changements climatiques mondiaux et régionaux et les précipitations, un déplacement vers les pôles de la position et de la force des trajectoires des tempêtes dans l'hémisphère Nord, les tendances en matière de fréquence des cyclones tropicaux et de leur intensité au 21<sup>e</sup> siècle, les changements dans l'humidité et le ruissellement de surface du sol, et l'ampleur des émissions de carbone dans l'atmosphère due à la décongélation des émissions de pergélisol et des émissions de méthane provenant de sources naturelles telles que les zones humides ou les hydrates de gaz.

- Il y a également un niveau de confiance moyen sur la façon dont les banquises polaires auront une incidence sur le niveau de la mer au cours du 21<sup>ème</sup> siècle, un faible niveau de confiance dans les projections des modèles d'élévation du niveau de la mer, et aucun consensus dans la communauté scientifique quant à leur fiabilité.
- Enfin, il y a un faible niveau de confiance envers de nombreux aspects de changements climatiques régionaux.

*Ce résumé a été revu par un expert académique sur le climat.*

*Vous pouvez trouver ce résumé, ainsi qu'un résumé plus détaillé, sur le site de GreenFacts, à:*

*<http://www.greenfacts.org/fr/changement-climatique-re5-bases-scientifiques/index.htm>*

*Le document source de ce résumé peut être trouvé sur le site du GIEC::*

*[www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/)*

