

Climate change: a summary of the science

September 2010



THE ROYAL SOCIETY

Le changement climatique, un résumé de la science

Septembre 2010 et le monde glacé

Introduction

1 Les changements climatiques ont des conséquences importantes pour la vie présente, pour les générations futures et pour les écosystèmes dont dépend l'humanité. Par conséquent, le changement climatique a été et continue d'être l'objet de recherches scientifiques et de débats intenses publics.

2 Il existe des preuves solides que le réchauffement de la Terre au cours du dernier demi-siècle a été causé en grande partie par l'activité humaine, telles que la combustion de combustibles fossiles et les changements d'utilisation des terres, y compris l'agriculture et la déforestation. Le niveau des futures augmentations de la température et d'autres aspects du changement climatique, en particulier à l'échelle régionale, sont toujours incertains. Néanmoins, les risques associés à certains de ces changements sont importants. Il est important que les décideurs aient accès à la science du climat de la plus haute qualité, et qu'ils puissent tenir compte de ses conclusions à formuler des réponses appropriées.

3 Compte tenu des débats publics et politiques en cours sur le changement climatique, l'objectif de ce document est de résumer les données scientifiques actuelles sur le changement climatique et ses impacts. Il énonce clairement où la science est bien établie, où il y a un large consensus, mais où le débat continue, et où il subsiste une incertitude considérable. Les impacts du changement climatique, à la différence des causes, ne sont pas considérés ici. Ce document s'appuie sur des données récentes et s'appuie sur le quatrième rapport d'évaluation du Groupe de travail I du Groupe d'experts

intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), publié en 2007, qui est la source la plus complète de la science du climat et de ses incertitudes.

L'effet de serre

4 Le soleil est la source principale d'énergie pour le climat de la Terre. Les observations par satellite montrent que près de 30% de l'énergie solaire qui atteint la Terre est réfléchi vers l'espace par les nuages, les gaz et les petites particules dans l'atmosphère, et par la surface de la Terre. Le reste, environ 240 watts par mètre carré (Wm^{-2}) en moyenne sur la planète, est absorbé par l'atmosphère et la surface.

5 Pour équilibrer l'absorption de $240 Wm^{-2}$ du Soleil, la surface de la Terre et l'atmosphère doivent émettre la même quantité d'énergie dans l'espace; elles le font sous forme de rayonnement infrarouge. En moyenne, la surface émet sensiblement plus de $240 Wm^{-2}$, mais l'effet net de l'absorption et l'émission de rayonnement infrarouge par les gaz atmosphériques et des nuages est de réduire la quantité rejoignant l'espace jusqu'à ce qu'on atteigne un à peu près l'équilibre avec l'énergie entrante du Soleil. La surface est ainsi maintenue à une température plus élevée qu'elle ne le serait autrement, car, en plus de l'énergie qu'elle reçoit du Soleil, elle reçoit aussi de l'énergie infrarouge émise par l'atmosphère. Le réchauffement qui résulte de cette énergie infrarouge est connu comme l'effet de serre.

6 Les mesures en surface, les avions de recherche et les satellites, ainsi que les observations de laboratoire et les calculs montrent que, en plus de nuages, les deux gaz qui contribuent le plus à l'effet de serre sont la vapeur d'eau suivie par le dioxyde de carbone (CO_2). Il y a de petites contributions de nombreux autres gaz comme l'ozone, le méthane, l'oxyde nitreux et des gaz de fabrication humaine tels que les CFC (chlorofluorocarbones).

Le changement climatique

7 Le changement climatique à l'échelle mondiale, qu'il soit naturel ou dû à l'activité humaine, peut être initié par des processus qui modifient soit la quantité d'énergie absorbée par le soleil, soit la quantité d'énergie infrarouge émise vers l'espace.

8 Le changement climatique peut donc être initié par des changements dans l'énergie reçue du soleil, des changements dans les quantités ou les caractéristiques des gaz à effet de serre, des particules et les nuages, ou des changements de la réflectivité de la surface de la Terre. Le déséquilibre entre le rayonnement absorbé et émis qui résulte de ces changements sera appelé ici "forçage climatique" (parfois appelé «forçage radiatif»), exprimé en unités de Wm^{-2} . Un forçage climatique positif tend à provoquer un réchauffement et un forçage négatif d'un refroidissement. Les changements climatiques agissent pour rétablir l'équilibre entre l'énergie absorbée à partir du soleil et l'énergie infrarouge émise dans l'espace.

9 En principe, les changements climatiques sur une large gamme d'échelles de temps peuvent également résulter de variations dans le système climatique en raison, par exemple, des interactions entre les océans et l'atmosphère; dans le présent document, on parle de «climat interne

Variabilité ».

Une telle variabilité interne peut se produire parce que le climat est un exemple de système chaotique: lequel qui peut présenter des variations imprévisibles complexes internes, même en l'absence des forçages climatiques évoquées dans le paragraphe précédent.

10 Il existe de fortes preuves pour indiquer que le changement climatique a eu lieu sur un large éventail de différentes échelles de temps de quelques décennies à plusieurs millions d'années ; l'activité humaine est un ajout relativement récent à la liste des causes potentielles du changement climatique.

11 Les variations entre les périodes glaciaires et interglaciaires au cours de quelques millions d'années sont considérés comme ayant été une réponse à des changements dans les caractéristiques de l'orbite de la Terre autour du Soleil. Bien que ces variations n'aient entraîné que de faibles changements dans l'énergie totale reçue du Soleil, elles ont conduit à des changements importants dans la répartition géographique et saisonnière.

Les grands changements climatiques, en se déplaçant dans et hors des périodes glaciaires, fournissent la preuve de la sensibilité du climat à des changements dans l'équilibre énergétique de la Terre, qu'ils soient attribuables à des causes naturelles ou à l'activité humaine.

Les mécanismes du changement climatique mondial

12 Une fois qu'un mécanisme de forçage climatique a lancé une réponse du climat, ce changement climatique peut conduire à d'autres changements, par exemple, en réponse à un réchauffement, la quantité de vapeur d'eau devrait augmenter, dans la mesure où de la neige et de la glace devraient diminuer, de même que la quantité et les propriétés des nuages pourrait aussi changer. De tels changements peuvent encore modifier la quantité d'énergie absorbée à partir du soleil, ou la quantité d'énergie émise par la Terre et son atmosphère, et conduire à une réduction ou une amplification du changement climatique.

13 L'effet global des changements résultant du forçage climatique détermine une caractéristique clé du système climatique, connu sous le nom «sensibilité climatique» - c'est le montant du changement climatique (tel que mesuré par la variation de l'équilibre de la température mondiale à la surface moyennée) provoqué par une quantité donnée de forçage climatique. Il est souvent cité (comme ce sera le cas ici) que le changement de température qui résulte finalement d'un doublement des concentrations de CO₂ depuis l'époque préindustrielle, et est calculé pour provoquer un forçage climatique d'environ 3,6 Wm⁻².

14 La nature du système climatique est déterminée par les interactions entre l'atmosphère et les océans en mouvement, la surface de la terre, le monde du vivants et le monde glacé. La vitesse à laquelle la chaleur se déplace de la surface vers les profondeurs de l'océan est un facteur important dans la détermination de la vitesse à laquelle le climat peut changer en réponse au forçage climatique.

15 Du fait que les variations climatiques peuvent résulter à la fois du forçage climatique et de la variabilité interne du climat, la détection du changement climatique à partir d'observations n'est pas toujours simple. De plus, la détection du changement climatique dans les observations, au-delà de la variabilité interne du climat attendu, n'est pas la même que l'attribution de ce changement à une cause particulière ou des causes. L'attribution nécessite une preuve supplémentaire pour fournir un lien quantitatif entre la cause et le changement climatique observé.

Modélisation du système climatique

16 La compréhension actuelle de la physique (et de plus en plus de la chimie et la biologie) du système climatique est représentée sous une forme mathématique dans les modèles climatiques, qui sont utilisés pour simuler le climat passé et des projections du changement climatique possible.

Les modèles climatiques sont également utilisés pour fournir des estimations quantitatives pour l'attribution du changement climatique observé à une cause particulière ou des causes.

17 Les modèles climatiques varient considérablement en complexité. Le plus simple peut être décrit par quelques équations, et peut représenter le climat par la température moyenne globale à la surface seulement.

Les modèles les plus complexes et à forte intensité informatique représentent de nombreux détails sur les interactions entre les composantes du système climatique. Ces modèles plus complexes représentent les variations des paramètres tels que la température, le vent et l'humidité avec la latitude, la longitude et l'altitude dans l'atmosphère, et représentent également des variations similaires dans l'océan. Dans les modèles complexes du climat, la sensibilité du climat apparaît comme une sortie; dans les calculs simples, elle est spécifiée comme entrée ou elle apparaît comme une conséquence de la simplification (mais plausible) des hypothèses.

18 Par l'application des lois établies de la dynamique des fluides et de la thermodynamique, les modèles climatiques plus complexes simulent de nombreux phénomènes météorologiques importants qui déterminent le climat. Cependant, les limites de la puissance des ordinateurs signifient que ces modèles ne peuvent pas représenter directement les phénomènes qui se produisent à petite échelle. Par exemple, les nuages isolés sont représentés par des méthodes plus approximatives. Comme il existe plusieurs façons de faire ces approximations, la représentation peut varier dans les modèles climatiques développés par des instituts climatologiques différents. L'utilisation de ces différentes approximations conduit à une fourchette d'estimations de la sensibilité du climat, notamment en raison des différences entre les modèles de la réponse des nuages au changement climatique. Il y a des efforts intensifs pour comparer les modèles avec les observations et les uns avec les autres. La diffusion des résultats de ces modèles donne des informations utiles sur le degré de confiance dans la fiabilité des projections du changement climatique.

19 Contrairement aux modèles de prévision des intempéries, les modèles climatiques ne cherchent pas à prédire le temps qu'il fait sur un jour particulier et à un emplacement particulier. Les modèles plus complexes simulent cependant des phénomènes météorologiques particuliers, tels que dépressions et anticyclones des latitudes moyennes, et visent à donner des simulations de séquences météorologiques possibles beaucoup plus loin dans l'avenir que les modèles de prévisions météorologiques. De telles simulations, on peut déduire les caractéristiques du climat susceptibles de se produire dans les prochaines décennies, dont la température moyenne et les températures extrêmes.

Les changements de température globale moyenne de surface

20 Les mesures appropriées pour montrer comment la température de surface a changé avec le temps à travers le monde sont devenues disponibles autour de 1850. L'analyse de ces données, dans un certain nombre d'instituts, essaie de prendre en compte l'évolution des distributions de mesures, l'évolution des techniques d'observation, et les changements autour des stations d'observation (par

exemple, certaines stations devenues plus urbaines avec le temps, ce qui peut rendre leurs mesures moins représentatives que des zones plus dégagées).

21 Les mesures montrent qu'en moyenne sur le globe, la surface s'est réchauffée d'environ 0.80C (avec une incertitude de $\pm 0,2$ oC environ) depuis 1850. Ce réchauffement n'a pas été progressif, mais a été en grande partie concentré sur deux périodes, qui s'étendent d'environ 1910 à environ 1940 et d'environ 1975 à environ 2000. Les périodes de réchauffement se trouvent dans trois enregistrements indépendants de températures sur terre, sur mer et dans les eaux de surface des océans. Même au sein de ces périodes de réchauffement, il y a eu beaucoup de variabilité d'année en année. Le réchauffement a pas été non plus géographiquement uniforme - certaines régions, plus nettement les hautes latitudes des continents du nord, ont connu un réchauffement plus important; quelques régions ont connu un réchauffement peu important, voire un léger refroidissement.

22 Lorsque ces températures de surface sont moyennées sur des périodes de dix ans, pour enlever une partie de la variabilité d'année en année, chaque décennie depuis les années 1970 a été nettement plus chaude (compte tenu des incertitudes connues) que celle qui la précède immédiatement. La décennie 2000-2009 a été, globalement, autour 0.150C plus chaude que la décennie 1990-1999.

23 Les températures locales sont généralement un mauvais indicateur de la conjoncture mondiale. Par exemple, un hiver plus froid que la moyenne au Royaume-Uni ne veut pas dire que des conditions plus froides que la moyenne sont expérimentés dans le monde. De même, observer les variations de température de la planète sur une période de quelques années pourrait être un guide trompeur des tendances sous-jacentes à long terme de la température mondiale.

D'autres changements climatiques

24 Les aspects du système climatique n'ont pas tous été observés sur une période aussi longue que les températures de surface - par exemple, celles qui sont fondées sur des observations satellitaires datent, au mieux, des années 1970. Pas plus que les mesures d'autres aspects des mesures du système climatique ne sont toujours de la même qualité. Globalement, cependant, elles fournissent beaucoup de preuves du changement climatique en accord avec les changements de température de surface. Cela inclut l'augmentation de la température moyenne à la fois des 700m supérieurs de l'océan et de la troposphère (l'atmosphère jusqu'à 10-18km), la diminution très générale (quoique non universelle) de la longueur des glaciers de montagne et l'augmentation du niveau moyen de la mer. Il y a eu une baisse globale de la zone couverte par la glace de mer flottant sur l'océan Arctique au cours des 30 dernières années (même s'il y a eu une légère augmentation de la surface couverte par la glace de mer autour de l'Antarctique).

Aspects du changement climatique sur lesquels il y a un large consensus

Les changements dans la composition atmosphérique

25 On observe l'augmentation de la moyenne globale des concentrations de CO₂ de niveaux de l'ordre de 280 parties par million (ppm) dans le milieu du 19e siècle à environ 388 ppm à la fin de l'année 2009. Les concentrations de CO₂ peuvent être mesurées dans le «vieil air" piégé dans les bulles dans la glace, profondément sous la surface de l'Antarctique et du Groenland; cela montre que les concentrations actuelles sont plus élevées que celles qui ont été observées dans les 800.000 dernières années, lorsque le CO₂ a varié entre environ 180 et 300 ppm.

Différentes lignes d'évidence désignent fortement l'activité humaine comme la principale raison de l'augmentation récente, due principalement à la combustion de combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz) avec de petites contributions de l'utilisation des sols et de la fabrication de ciment. La preuve inclue la cohérence entre les calculs du CO₂ émis et qui devrait être accumulé dans l'atmosphère, l'analyse des proportions des différents isotopes de CO₂ et la quantité d'oxygène dans l'air.

26 Ces observations montrent que près de la moitié du CO₂ émis par les activités humaines depuis la révolution industrielle est restée dans l'atmosphère. Le reste a été absorbé par les océans, les sols et les plantes, bien que le montant exact de chacun d'eux est individuellement moins bien connu.

27 Les concentrations de nombreux autres gaz à effet de serre ont augmenté. La concentration de méthane a plus que doublé au cours des 150 dernières années; cette augmentation récente et rapide est sans précédent dans l'enregistrement de 800.000 années et suggère fortement qu'il qu'elle est apparue principalement en raison de l'activité humaine.

Le forçage climatique par les gaz à effet de serre

28

Les changements dans la composition atmosphérique résultant de l'activité humaine ont accentué l'effet de serre naturel, ce qui provoque un climat forçage positif. Les calculs, qui sont pris en compte par les laboratoires et les mesures atmosphériques, indiquent que ces gaz supplémentaires ont provoqué un forçage climatique au cours de l'ère industrielle de l'ordre de 2,9 Wm⁻², avec une incertitude de l'ordre de ± 0,2 Wm⁻². D'autres mécanismes du changement climatique résultant de l'activité humaine sont plus incertaines (voir plus loin); les calculs qui tiennent compte de ces autres forçages positifs et négatifs (y compris le rôle des particules atmosphériques) indiquent que l'effet net de toute l'activité humaine a provoqué un climat forçage positif d'environ 1,6 Wm⁻² avec une incertitude estimée à environ ± 0,8 Wm⁻².

29

L'application des principes physiques établis montre que, même en l'absence de processus qui amplifient ou réduisent le changement climatique (voir les paragraphes 12 et 13), la sensibilité du climat se situerait autour de 1 ° C, pour un doublement des concentrations de CO₂. Un forçage climatique de 1,6 Wm⁻² (voir paragraphe précédent) serait, dans ce cas hypothétique, conduire à un réchauffement de la surface en moyenne globale d'environ 0.40C. Cependant, comme nous le verrons dans le paragraphe 36, il est prévu que le changement réel, après prise en compte des processus supplémentaires, sera plus grand que cela.

Le dioxyde de carbone et le climat

30

Les témoignages des carottes de glace indiquent un rôle actif pour le CO₂ dans le système climatique. C'est parce que la quantité de carbone contenue dans les océans, les sols et les plantes dépend de la température et d'autres conditions. En d'autres termes, l'évolution du CO₂ peut conduire au changement climatique et le changement climatique peut également modifier les concentrations de CO₂.

Aspects du changement climatique, où il y a un large consensus, mais poursuite du débat et de la discussion

Le cycle du carbone et le climat

31 Une fois que les concentrations atmosphériques de CO₂ ont augmenté, les modèles du cycle du carbone (qui simulent les échanges de carbone entre l'atmosphère, les océans, les sols et les plantes) indiquent que cela prendrait un temps très long pour que l'augmentation de CO₂ disparaisse, ce qui est principalement dû à des réactions chimiques bien connues dans l'océan. Les connaissances actuelles indiquent que même s'il y avait une cessation complète des émissions de CO₂ d'aujourd'hui de l'activité humaine, il faudrait plusieurs millénaires pour que les concentrations de CO₂ reviennent à des concentrations préindustrielles.

Les autres acteurs du changement climatique

32 En plus des changements dans les concentrations de gaz à effet de serre, il y a un grand nombre de contributions moins bien caractérisées au forçage climatique, à la fois naturel et anthropogéniques.

33 Les éruptions volcaniques sont des exemples d'un mécanisme de forçage naturel. Une éruption volcanique isolée a ses effets les plus importants sur le climat pour quelques années seulement après l'éruption, ces effets dépendent de la localisation, la taille et du type de l'éruption.

34 Le forçage naturel en raison des variations durables de l'énergie émise par le Soleil au cours des 150 dernières années est estimé petit (environ 0,12 Wm⁻²), mais des observations directes de l'énergie émise par le Soleil ne sont devenues disponibles que dans les années 1970 et les estimations sur de longues périodes reposent sur des observations d'autres changements dans les caractéristiques du Soleil. Un certain nombre de mécanismes ont été proposés qui pourraient réduire ou amplifier l'effet des variations solaires; ceux-ci restent domaines de recherche active.

35 L'activité de l'homme se traduit par de nombreuses émissions de gaz à courte durée de vie (comme le monoxyde de carbone et dioxyde de soufre) et de particules dans l'atmosphère. Celles-ci affectent les concentrations atmosphériques d'autres gaz climatiquement importants tels que l'ozone, et d'autres particules qui conduisent à un forçage climatique. Les calculs couplés à une variété d'observations atmosphériques, indiquent que les particules ont causé un forçage climatique négatif d'environ 0,5 Wm⁻² avec une incertitude de $\pm 0,2$ Wm⁻². Les particules ont également une influence directe sur les propriétés des nuages, cet effet plus incertain est indiqué au paragraphe 47.

La sensibilité du climat

36 Les modèles climatiques plus complexes, soutenus par des observations, la sensibilité du climat permettent de calculer la sensibilité climatique en présence de processus qui amplifient ou réduisent la taille de la réponse climatique. On estime que l'augmentation de la vapeur d'eau à elle seule, en réponse au réchauffement, double environ la sensibilité du climat à partir

de sa valeur en l'absence des processus d'amplification. Il reste toutefois des incertitudes sur de quelle quantité la vapeur d'eau va changer, et comment ces changements seront distribués dans l'atmosphère, en réponse à un réchauffement. Les modèles climatiques indiquent que la sensibilité du climat global (pour un doublement hypothétique de CO₂ dans l'atmosphère) est susceptible de se trouver dans la plage de 2 °C à 4.50C; cette gamme est principalement due aux difficultés à simuler l'effet global de la réponse des nuages au changement climatique mentionné plus tôt.

Attribution du changement climatique

37 La nature et l'importance du réchauffement moyen global continu sur l'échelle décennale et des périodes plus longues dépasse largement la variabilité interne du climat simulée par les modèles climatiques complexes. À moins que cette variabilité ait été largement sous-estimée, le changement climatique observé doit résulter d'un forçage climatique naturel et / ou anthropique.

38 Lorsque les seuls forçages climatiques naturels sont mis dans les modèles climatiques, les modèles sont incapables de reproduire l'ampleur de l'augmentation globale observée des températures moyennes de surface au cours des 50 dernières années. Toutefois, lorsque les modèles incluent des estimations des forçages dus à l'activité humaine, ils peuvent reproduire la hausse. Le même résultat est trouvé, mais avec un plus grand écart entre les différents modèles, pour la simulation des changements de température de surface observées pour chacun des continents habitables séparément.

39 Lorsque des incertitudes connues dans les deux tendances observées et les modèles climatiques sont pris en compte, les variations observées des changements de température par longitude et latitude sont aussi généralement conformes à ceux attendus d'un rôle dominant de l'activité humaine. Il existe une controverse quant à savoir si oui ou non le réchauffement augmente avec la hauteur dans les régions tropicales données par les modèles climatiques est confortée par des mesures satellitaires.

Le changement climatique futur

40 Comme avec presque toutes les tentatives de prévision des conditions futures, les projections de changements climatiques futurs dépendent d'un certain nombre de facteurs. Les futures émissions dues à l'activité humaine dépendront des changements sociaux, technologiques et de la population qui ne peuvent être connus avec certitude. Les incertitudes sous-jacentes dans la science du climat et l'impossibilité de prévoir avec précision l'ampleur des futurs mécanismes de forçage climatique signifie que les projections doivent être faites en tenant compte de l'éventail des incertitudes dans ces différents domaines.

41 L'évaluation de 2007 par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) qui fait des projections des changements futurs en utilisant un certain nombre de scénarios possibles de futures émissions repose sur un large éventail d'hypothèses. La meilleure estimation du GIEC est que les températures de surface en moyenne globale devrait se situer entre 2,5 - 4.70C plus chaud d'ici à 2100 par rapport aux niveaux pré-industriels. La gamme complète des augmentations de température prévues en 2100 s'est avéré être de 1,8 - 7.10C sur la base des différents scénarios et des incertitudes dans la sensibilité du climat.

42 Même dans le cas très improbable qu'il n'y a pas de nouvelle augmentation du forçage climatique, il faudrait s'attendre à un réchauffement supplémentaire du fait que les océans répondent lentement au forçage actuel, pour un montant de quelques dixièmes degrés centigrades de plus pour l'année 2100 .

43 L'incertitude sur le réchauffement prévu en raison de l'activité humaine au cours des deux prochaines décennies est plus petite, la plage étant de 0,2 à 0.4°C par décennie. Sur ces échelles de temps plus courtes, le changement réel pourrait cependant être réduit ou augmenté de manière significative par la variabilité interne du climat et les forçages climatiques naturels.

44 On prévoit des augmentations de température plus grande sur la terre ferme, en particulier sur les continents du Nord en hiver. Un réchauffement moindre est prévu, par exemple, sur l'océan Atlantique Nord. Les modèles climatiques prédisent généralement que les précipitations augmentent principalement dans des zones avec des quantités déjà élevés de précipitations et diminuent généralement dans des zones avec de faibles quantités de précipitations.

45 En raison de la dilatation thermique de l'océan, il est très probable que pendant de nombreux siècles le taux global d'augmentation du niveau de la mer sera au moins aussi grand que le taux de 20 centimètres par siècle qui a été observée au cours du siècle passé. Le paragraphe 49 traite de l'élévation supplémentaire, mais plus incertaine, par la contribution de la fonte des glaces terrestres.

46 Les observations ne sont pas encore assez bonnes pour quantifier, avec confiance, certains aspects de l'évolution du forçage climatique ou du changement climatique, ou pour aider à placer des limites étroites sur la sensibilité du climat. Les observations des changements de température de surface avant 1850 sont également rares.

47 Comme indiqué ci-dessus, les projections du changement climatique sont sensibles aux détails de la représentation des nuages dans les modèles. Les particules provenant des activités humaines et des sources naturelles ont la capacité d'influencer fortement les propriétés des nuages, avec des conséquences pour les estimations du forçage climatique. La compréhension scientifique actuelle de cet égard est faible.

48 D'autres mécanismes qui influent sur la sensibilité du climat ont été identifiés, y compris la réponse du cycle du carbone au changement climatique, par exemple la perte de carbone organique actuellement stocké dans les sols. L'effet net des changements dans le cycle du carbone dans tous les modèles actuels est d'augmenter le réchauffement, d'un montant qui varie considérablement d'un modèle à l'autre en raison des incertitudes sur la façon de représenter les processus pertinents.

La future force d'absorption de CO₂ par les terres et les océans (qui, ensemble, sont actuellement chargés de prendre jusqu'à environ la moitié des émissions provenant de l'activité humaine - voir paragraphe 26) est très mal compris, en particulier en raison de lacunes dans notre compréhension de la réponse des processus biologiques à des changements dans les concentrations de CO₂ et le climat.

49 La compréhension actuelle de la fonte accrue et le retrait des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique occidental est insuffisante pour prédire exactement quel si le taux d'élévation du niveau de la mer augmentera plus que celui observé au cours du siècle passé (voir paragraphe 45) pour une augmentation de température donnée. De même, la possibilité de grands changements dans la circulation de l'océan Atlantique Nord ne peut être évaluée avec confiance. Ceci limite la capacité de prévoir avec certitude quels sont les changements dans le climat qui auront lieu en Europe de l'Ouest.

50 La capacité de la génération actuelle de modèles pour simuler certains aspects du changement climatique régional est limité, à en juger par la dispersion des résultats des différents modèles, il y a peu de confiance dans les projections spécifiques des futurs changements climatiques régionaux, à l'exception à l'échelle continentale.

Aspects qui ne sont pas bien compris et développements dans la science du climat

51 La science du changement climatique a progressé considérablement au cours des 20 dernières années, en raison de nombreux facteurs. Il s'agit notamment de l'amélioration des méthodes pour le traitement à long terme d'ensembles de données climatiques, l'enregistrement sans cesse prolongé des observations climatiques, l'amélioration des techniques de mesure, y compris celles des satellites, une meilleure compréhension du système climatique, des procédés améliorés pour simuler le système climatique, et l'augmentation de la puissance des ordinateurs

52 Une indication de ces avancées est l'augmentation du degré de confiance dans l'attribution des changements climatiques à l'activité humaine, telle qu'elle est exprimée dans les conclusions clés du GIEC Groupe de travail 1 (GT1) dans ses évaluations

53 Dans sa première évaluation publiée en 1990, le GIEC GT1 a conclu que l'ampleur [sur la surface observée] pour le réchauffement est globalement conforme aux prévisions des modèles climatiques [qui simulent l'impact de l'activité humaine], mais il est aussi de la même ampleur que variabilité naturelle du climat ". Sa deuxième évaluation, publié en 1995, a conclu que «la prépondérance de la preuve suggère qu'il y a une influence perceptible de l'homme sur le changement climatique". Son quatrième et plus récent, l'évaluation, publié en 2007, a conclu que «la plus grande part de l'augmentation observée dans le monde en moyenne des températures de surface depuis le milieu du 20e siècle est très probablement dû à l'augmentation observée des concentrations de gaz à effet de serre d'origine anthropique"

54 Les incertitudes résiduelles font l'objet de recherches en cours dans le monde entier. Certaines incertitudes sont peu susceptibles d'être considérablement réduite, en raison, par exemple, de l'absence d'observations des changements passés pertinents pour certains aspects à la fois de forçage du climat et le changement climatique

55 D'autres incertitudes peuvent commencer à être résolues. Par exemple, les satellites intègrent désormais des techniques améliorées pour mesurer les caractéristiques des nuages à travers le monde. L'utilisation des modèles climatiques pour les prévisions météorologiques au jour le jour permet, par exemple, l'identification des erreurs dans la représentation des nuages dans les modèles; ces erreurs mèneront à des erreurs dans les prévisions de températures maximales et minimales (qui sont facilement observables). Les nouveaux ordinateurs à haute performance permettront aux modèles climatiques de représenter certains phénomènes à plus petite échelle (y compris les systèmes nuageux et les détails des tempêtes tropicales) directement, et on s'attend à améliorer la confiance dans les prédictions régionales 56 Il reste la possibilité que des aspects jusqu'ici inconnus du climat et du changement climatique puissent émerger et conduire à des modifications importantes dans notre compréhension.

Il existe des preuves solides que les changements dans les concentrations de gaz à effet de serre dues à l'activité humaine sont la cause principale du réchauffement climatique qui a eu lieu au cours du demi-siècle dernier. Cette tendance au réchauffement devrait se poursuivre tout comme les changements

dans les précipitations à long terme dans de nombreuses régions. L'augmentation à venir et plus rapide du niveau de la mer est probablement ce qui aura de profondes implications pour les communautés côtières et des écosystèmes.

58 Il n'est pas possible de déterminer exactement de combien la Terre se réchauffe ou exactement comment le climat va changer dans l'avenir, mais des estimations précises de changements potentiels et les incertitudes associées ont été réalisées. Les scientifiques continuent de travailler à réduire ces zones d'incertitude. L'incertitude peut fonctionner dans les deux sens, puisque les changements et leurs impacts peuvent être soit petit ou plus grand que ceux prévus

59 Comme beaucoup de décisions importantes, les choix politiques concernant le changement climatique doivent être prises en l'absence d'une connaissance parfaite. Même si des incertitudes qui subsistent ont été sensiblement résolues, la grande variété des intérêts, des cultures et des croyances dans la société rendront difficile d'atteindre le consensus sur ces choix. Toutefois, les impacts potentiels du changement climatique sont suffisamment graves pour que des décisions importantes soient prises.

La science du climat - y compris le corps substantiel de connaissances qui est déjà bien établi, et les résultats de recherches futures - est la base essentielle pour les futures projections climatiques et la planification, et doit être un élément essentiel du raisonnement public dans ce domaine complexe et difficile

Remarques finales

Contexte

Des références approfondies des antécédents dans la littérature scientifique et des résumés de ceux-ci, peuvent être trouvés dans les deux documents suivants

Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, KB Averyt, M. Tignor et HL Miller (éd.), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, USA

ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html progresser la science du changement climatique, Conseil national de recherches, 2010

[americasclimatechoices.org / panelscience.shtml](http://americasclimatechoices.org/panelscience.shtml)

Remerciements

Le professeur John Pethica FRS (président) Secrétaire physique de la Royal Society Mme Fiona Fox Réalisateur, Science Media Centre, Royaume-Uni, Sir Brian Hoskins FRS Directeur Grantham Institute for Climate Change, Imperial College, Royaume-Uni Professeur Michael Kelly FRS Professeur de Technologie de l'Université de Cambridge, Royaume-Uni Le professeur John Mitchell FRS Directeur de la science du climat, du Met Office, Royaume-Uni Professeur Susan Owens professeur de l'Environnement et de la politique, de l'Université de Cambridge, Royaume-Uni Professeur Tim Palmer FRS Royal Society Research Professor, Université d'Oxford, Royaume-Uni professeur John

Shepherd FRS chercheur professoral de la Terre System Science, Université de Southampton, Royaume-Uni Professeur Keith FRS éclat professeur de météorologie physique, Université de Reading, Royaume-Uni Professeur David FRS Spiegelhalter professeur de compréhension publique des risques, Université de Cambridge, UK Royal Society Science Policy Centre Rachel Garthwaite Conseiller principal en politiques Stuart Leckie Politique conseiller Tony McBride Chef de Groupe travail sur la stratégie de la Société royale tiens à remercier les membres du groupe de travail qui a produit ce document: Le changement climatique royal Society: un résumé de la science I Septembre 2010 I 15 FRS-Dame Jean Thomas (président Secrétaire) biologique de la Royal Society le professeur Alastair Fitter FRS Pro-Vice-Chancelier de la recherche, Université de York, Royaume-Uni Dame Louise Johnson membre FRS principal Sources de Lumière Diamant, Royaume-Uni Professeur Brian Launder FRS Professeur-chercheur, Université de Manchester, Royaume-Uni Professeur John Pyle FRS Co Directeur, Centre for Atmospheric Science, University of Cambridge, Royaume-Uni professeur Chris Rapley Directeur, Musée des sciences, Royaume-Uni Sir Alan Wilson FRS Professeur d'urbanisme et les systèmes régionaux, University College London, Royaume-Uni Professeur David FRS Fowler Centre for Ecology and Hydrology, Edimbourg, Royaume-Uni Professeur Joanna Haigh professeur de physique de l'atmosphère, Imperial College, Londres, Royaume-Uni Professeur Cyril Hilsum FRS Corporate Research Conseiller / Professeur de Physique, University College London, Royaume-Uni Professeur Anthony Kelly FRS chercheur émérite au département de science des matériaux et de la métallurgie , Université de Cambridge, Royaume-Uni Professeur John McWhirter FRS Le professeur de recherche émérite à l'École d'ingénierie, Université de Cardiff, Royaume-Uni Sir John Pendry FRS Le Laboratoire Blackett, Imperial College, Londres, Royaume-Uni Sir Alan FRS Rudge Président, ERA Foundation Limited, société britannique Sir William Stewart FRS ancien conseiller scientifique en chef (du gouvernement britannique) le professeur Andrew Watson FRS Société royale 2010 Professeur de recherche anniversaire de l'Université d'East Anglia, Royaume-Uni Sir Arnold Wolfendale FRS professeur émérite de physique à l'Université de Durham, Royaume-Uni Professeur Carl Wunsch ForMemRS Cecil et Ida Green professeur d'océanographie physique au Massachusetts Institute of Technology, USA commission d'examen de la Royal Society tient à remercier la contribution du groupe indépendant d'examineurs. Les membres de la commission n'ont pas été invité à approuver les conclusions du document final de

Contributeurs

La Société royale reconnaît avec gratitude la contribution des individus qui ont commenté le document à des stades antérieurs de sa préparation. Ces personnes n'ont pas été invitées à approuver le document.

Pour de plus amples informations La Société royale des sciences politiques Centre 9.6 Carlton House Terrace Londres SW1Y 5AG T +44 (0) 20 7451 2500 F +44 (0) 20 7451 2692 E science.policy@royalsociety.org W royalsociety.org

La Société royale de la Royal Society est une communauté de plus de 1400 personnes exceptionnelles dans tous les domaines de la science, des mathématiques, de l'ingénierie et de la médecine, qui forment un réseau scientifique mondial de la plus haute valeur. Le gestion est assurée par plus de 130 membres du personnel permanent chargé de la gestion au jour le jour de la Société et de ses activités. La Société encourage le débat public sur des questions clés concernant la science, l'ingénierie et la médecine, et l'utilisation des conseils de haute qualité scientifique dans l'élaboration des politiques. Nous nous engageons à fournir la meilleure expertise indépendante, en nous appuyant sur l'expérience

des Amis de la Société et des membres étrangers, la communauté scientifique et les parties prenantes concernées.

En cette année du 350e anniversaire et au-delà, nous travaillons à la réalisation de cinq priorités stratégiques: • Investir dans de futurs leaders scientifiques et politiques en matière d'innovation • Influencer les meilleurs conseils scientifiques • Dynamiser la science et de l'enseignement des mathématiques • Accroître l'accès à la meilleure science au niveau international • Inspirer un intérêt dans la joie, l'émerveillement et l'excitation de la découverte scientifique Publié: Septembre 2010 DES1929 Fondée en 1660, la Royal Society est l'académie scientifique indépendante du Royaume-Uni, qui se consacre à la promotion de l'excellence en sciences Inscrit Char ty No Cover 207043: image Artistes de CryoSat- 2, ESA, C. Vijoux

L'objectif de la mission CryoSat est de déterminer les variations de l'épaisseur de la couverture de la Terre de glace marine et comprendre la mesure dans laquelle l'Antarctique et du Groenland calottes glaciaires contribuent à l'élévation du niveau des mers. Le satellite CryoSat-2 a été lancé le 8 Avril 2010 et contribuera à une meilleure compréhension de la façon dont le climat est en mutation. © ESA - C. Vijoux