

L'éclairage du cinquième rapport du Giec sur l'océan

Auteur : Michel Petit

Président du Conseil d'Administration de l'Institut océanographique, Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco

Le cinquième rapport du GIEC

Le Giec, groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, a été créé en 1988 sous l'impulsion du grand scientifique suédois Bert Bolin avec la mission de faire le point des connaissances sur le changement climatique. Depuis cette date, sous la double tutelle de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et du Programme des Nations Unies sur l'environnement (PNUE), les experts répartis en trois groupes rédigent régulièrement un rapport général, pour faire le point des connaissances sur chacun des trois volets : analyse scientifique du changement climatique, conséquences et adaptation, atténuation de ce changement.

La contribution du groupe I au 5^{ème} rapport a été approuvée fin septembre 2013. Comme les rapports précédents parus en 1990, 1995, 2001 et 2007, elle analyse tous les travaux publiés et présente tous les points de vues et toutes les incertitudes. Le rapport final a été précédé d'une large consultation de la communauté scientifique internationale sur deux versions successives. Il est résumé dans un sommaire pour décideurs approuvé mot à mot lors de l'assemblée plénière. Certes, le processus est lourd mais le sérieux de cette procédure d'examen mondial des textes est sans équivalent et les rapports peuvent être considérés comme des documents fiables, reflétant l'analyse objective des connaissances scientifiques à une époque donnée.

La compréhension du climat

La puissance du flux lumineux solaire qui éclaire la Terre est de 1,3 kW par m² de surface perpendiculaire aux rayons solaires. Un tiers environ de ce rayonnement est réfléchi dans l'espace par l'atmosphère et le sol et les deux tiers restants sont absorbés essentiellement par la surface du sol et de la mer. L'énergie reçue par m² dépend de l'angle des rayons solaires par rapport au sol. Elle est donc plus forte au voisinage de l'équateur qu'au voisinage des pôles. Il en résulte un mouvement des eaux océaniques et des gaz atmosphériques qui tend à réduire cet écart. Ce dernier constitue donc un moteur essentiel des courants d'ensemble qui affectent l'océan et l'atmosphère et redistribuent aux diverses latitudes l'énergie fournie par le soleil.

Considérée dans sa globalité, la surface de la Terre (océans et continents) absorbe jour après jour du rayonnement solaire et elle ne peut cesser de se réchauffer indéfiniment qu'en évacuant dans l'espace une quantité d'énergie égale à celle qu'elle reçoit. Elle le fait en envoyant elle-même dans l'espace des ondes de même nature que les ondes lumineuses du Soleil. Compte tenu de sa température, ces ondes sont d'une longueur d'onde l'infrarouge qui est invisible pour l'œil humain. Ce rayonnement commence par traverser l'atmosphère et plus cette dernière contient de gaz ayant la propriété de l'absorber, moins grande est l'énergie qui peut s'échapper dans l'espace. La présence de tels gaz tend donc à accroître la température de la Terre. On dit que ces gaz produisent un effet de serre, par analogie avec l'un des phénomènes qui surviennent dans les serres des jardiniers. Ce phénomène est bien présent dans les serres de jardinier mais

en outre, ces dernières éliminent les pertes de chaleur par conduction et convection qui n'existent pas pour la Terre isolée dans le milieu interplanétaire. Ce terme « effet de serre » peut introduire une ambiguïté, même si son emploi s'est généralisé. L'atmosphère de la Terre contient naturellement de la vapeur d'eau et du gaz carbonique (CO₂) qui sont des gaz à effet de serre (GES) et sans leur présence, la température au sol serait inférieure d'une trentaine de degrés à ce qu'elle est. L'effet de serre a permis l'apparition de la vie sous les formes qui nous sont familières.

L'effet de serre anthropique

Depuis le début de l'ère industrielle, les activités humaines ont ajouté aux causes naturelles (variations de l'orbite de la Terre, activité solaire, volcanisme, ...) de nouvelles causes de variation liées au changement de la composition de l'atmosphère qui résulte de leurs émissions de GES. Pour les besoins de l'industrie, du transport et de l'habitat, nous utilisons des combustibles fossiles, nous brûlons des forêts et rejetons dans l'atmosphère le gaz carbonique résultant. En outre, nous développons l'agriculture en employant des engrais azotés et l'élevage pour produire une alimentation de plus en plus carnée, l'appareil digestif des ruminants produisant du méthane libéré par les voies naturelles.

L'observation systématique de l'atmosphère montre de façon incontestable une augmentation, depuis un peu plus d'un siècle, de sa teneur en GES : gaz carbonique (CO₂), méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O). Pour se limiter au plus important d'entre eux, le nombre de molécules de CO₂ qu'on trouve dans un million de molécules d'air est passé de 280 en 1850, avant le début de l'ère industrielle à 400 aujourd'hui. On dit 280 ou 400 ppm (parties par million). On doit donc s'attendre à une augmentation généralisée de la température.

D'après le dernier rapport du Giec, on a observé, sans équivoque, une augmentation de la température moyenne du globe qui est estimée à 0,85° (à plus ou moins 0,2° près), de 1880 à 2012. La figure page suivante, tirée du rapport du Giec, montre la variation, depuis 1850, de la température moyenne mondiale (volet a) estimée par trois laboratoires différents, la différence faible entre leurs résultats provenant essentiellement de la manière de traiter statistiquement l'absence de données fiables en certains points du globe. Le volet (b) montre la variation géographique de ce réchauffement qui affecte les océans moins que les continents dont les régions les plus septentrionales sont les plus affectées.

Bien d'autres indicateurs que la température globale confirment le réchauffement mondial : mesures locales de la température, changements observés de systèmes physiques et biologiques cohérents avec les augmentations locales de température, fonte des calottes glaciaires et des glaciers sur tous les continents et à toutes les latitudes, diminution de l'enneigement dans l'hémisphère nord, fonte de la banquise, élévation du niveau de la mer (3 mm par an).

L'observation d'une augmentation de la température moyenne mondiale est qualitativement en accord avec le changement de composition observé de l'atmosphère. Grâce aux simulations numériques du climat, il est possible d'examiner si les réchauffements observés sont quantitativement cohérents avec les résultats théoriques. Lorsque les modèles sur ordinateur prennent en compte la totalité des phénomènes connus d'origine naturelle et humaine, leurs résultats sont en accord satisfaisant avec les observations, qu'il s'agisse de la température moyenne mondiale, de la température moyenne des continents, de la température moyenne des océans.

Bien que les sources d'erreur croissent lorsqu'on s'intéresse à des régions plus localisées, l'accord reste significatif pour chacun des continents pris individuellement. Par contre, le désaccord est flagrant entre les observations et les résultats des modélisations dans lesquelles on a délibérément ignoré les changements de transfert d'énergie induits par la présence accrue de GES entre les molécules de ces gaz et le rayonnement infrarouge. Autrement dit, les phénomènes naturels n'expliquent pas les observations récentes.

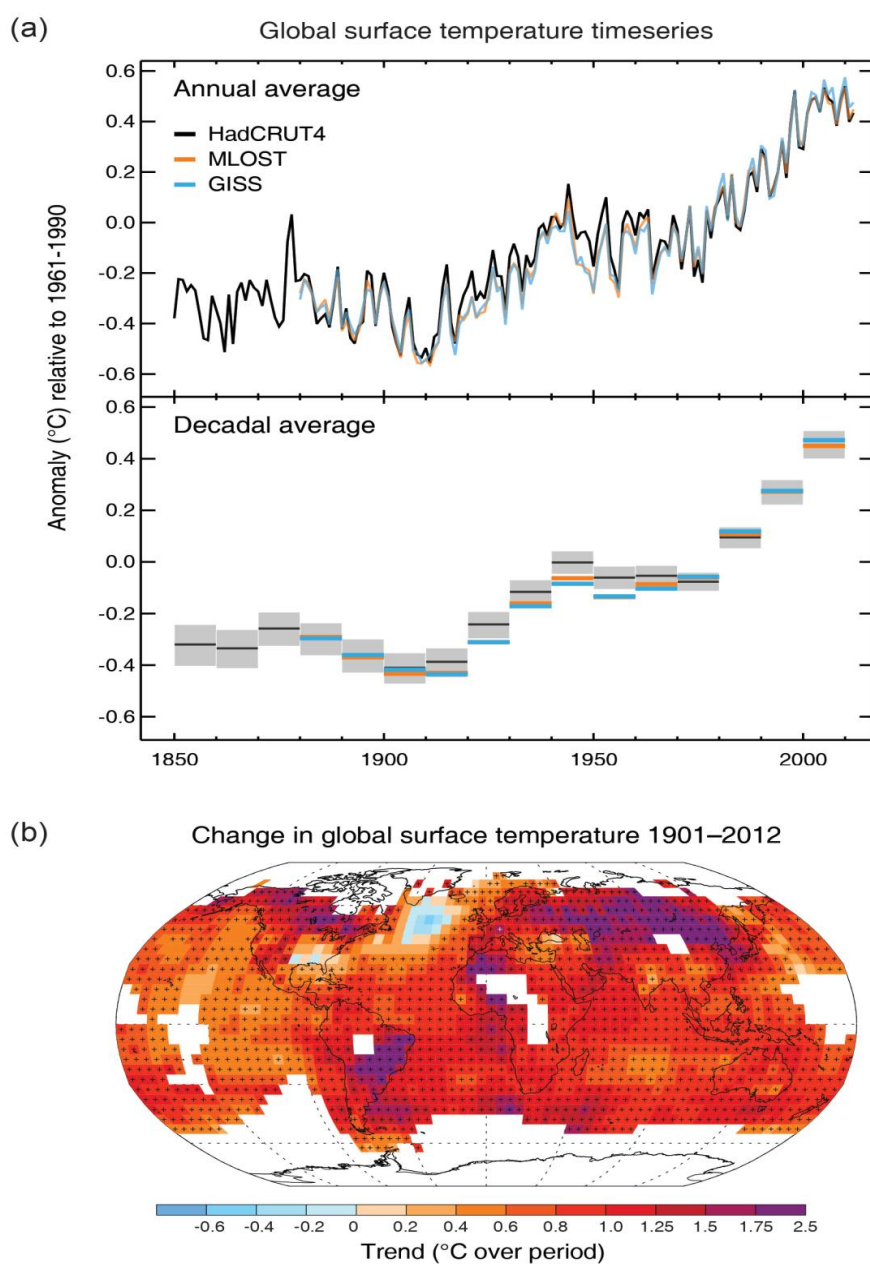


Figure : variation de la température, en moyenne mondiale (a) et sa répartition géographique (b)

L'océan, témoin du réchauffement

Pour la première fois, un chapitre entier du dernier rapport du Giec est consacré à l'élévation du niveau de la mer. Cette élévation qui atteint aujourd'hui 3 mm par an, a été observée grâce aux relevés des marégraphes et depuis plus de 20 ans, grâce la mesure directe par satellite de l'altitude de l'océan. La France, par l'intermédiaire de son agence spatiale, le CNES, a joué un rôle essentiel dans le développement de cette nouvelle technique qui requiert l'élimination de toutes les perturbations qui pourraient affecter la mesure de la distance de la surface au satellite et la connaissance parfaite de l'orbite de ce dernier. L'élévation du niveau de la mer est due pour partie à la dilatation de l'eau dont la température augmente et pour partie à la fonte des glaces continentales. Elle ne doit rien à la fonte de la banquise dont les glaces flottantes ne déplacent que l'eau nécessaire pour équilibrer leur poids. Par contre, la réduction de l'étendue et de l'épaisseur de la banquise en septembre est une preuve supplémentaire de la réalité du réchauffement, avec le record de diminution observé en 2012.

L'océan et les plateaux de température

On lit parfois l'assertion que « le réchauffement s'est arrêté au début du siècle ». Il est vrai que depuis une quinzaine d'années, on ne peut déceler aucune tendance à l'augmentation des températures. Mais, ce n'est pas la première fois : dans les observations du siècle dernier, on peut tracer des marches d'escalier (voir par exemple l'animation du site http://specularphoto.com/blog/2013/09/16/creationist-climate-science/escalator_2012_500/) et au cours de chaque marche, aucun accroissement significatif ne peut être mis en évidence, bien que l'augmentation à long terme soit indéniable. Cela signifie qu'aucune conclusion ne peut valablement être tirée sur une période de 10 ans d'observations, prise isolément. Par contre, la variation dans le temps de moyenne sur 10 ans est significative, comme l'illustre le panneau inférieur du volet (a) de la figure précédente.

La variabilité aléatoire du climat d'une année à l'autre est un fait d'expérience courante et n'a rien de surprenant en raison de la complexité et de la non-linéarité du système climatique. Des stagnations temporaires peuvent parfaitement être la conséquence de la dynamique des océans. Actuellement, la Terre ne s'est pas encore suffisamment réchauffée pour que cet accroissement de température la conduise à rayonner assez pour compenser l'absorption provoquée par l'augmentation de la concentration des GES dans son atmosphère. L'énergie qu'elle reçoit est donc supérieure à celle qu'elle émet et c'est cette différence qui conduit à l'augmentation de la température moyenne. Mais c'est bien elle qui est la quantité physique primordiale et, selon les estimations rapportées par le Giec, elle est stockée à plus de 90 % par les océans, plus de 60 % correspondant aux couches superficielles 0-700 m. On voit donc que si des mouvements des masses d'eau océaniques transportent de l'énergie vers les profondeurs en quantité variable d'une année à l'autre, les variations de la température de surface ne seront pas le reflet fidèle de la chaleur excédentaire.

L'océan protecteur et victime

Si cette absorption de chaleur par l'océan n'était pas aussi importante, le réchauffement serait beaucoup plus rapide. L'ensemble des écosystèmes dont fait partie l'humanité, aurait donc moins de temps pour s'adapter aux variations du climat provoquées par les activités humaines et en pâtirait d'autant plus.

Non seulement l'océan ralentit le réchauffement mondial, mais il en diminue l'ampleur, en absorbant environ un quart du dioxyde de carbone CO₂ relâché dans l'atmosphère. L'absorption par la biosphère est du même ordre de grandeur, si bien que l'augmentation constatée de la quantité de CO₂ présente dans l'atmosphère n'est que la moitié des émissions résultant des activités humaines. Le réchauffement serait donc pire si l'océan n'absorbait pas du CO₂. Malheureusement, il en résulte une diminution de son pH (mesure de l'acidité d'un liquide) et de la quantité d'ions carbonates (CO₃²⁻) qui sont nécessaires aux plantes et animaux marins pour fabriquer leurs squelettes, coquilles et autres structures calcaires. Le pH des océans a diminué de 8,2 à 8,1 depuis le début du développement industriel. Les modélisations numériques rappelées dans le dernier rapport du Giec simulent, pour les scénarios les plus pessimistes, un pH inférieur à 7,8 à la fin du siècle. Dans la mesure où ce pH reste supérieur à 7, l'océan ne deviendra pas un bain d'acide. Il n'en reste pas moins que les coraux, les huitres, les moules seront directement affectés par cette acidification, ainsi qu'indirectement les réseaux alimentaires et la biodiversité de certains écosystèmes.

L'océan mondial va continuer à se réchauffer au cours du 21^{ème} siècle et cette augmentation de sa température va s'ajouter aux méfaits de son acidification pour les écosystèmes marins. La chaleur va pénétrer de la surface vers l'océan profond et affecter la circulation océanique. Il est très probable que la banquise arctique continue à rétrécir et à s'amincir et que le volume des glaciers continue à décroître.

Le niveau global moyen de la mer va continuer, pour tous les scénarios, à s'élever à une vitesse dépassant celle observée pendant la période 1971-2010. Pour les scénarios les plus pessimistes, son élévation pourrait atteindre 1 mètre, en 2100. En seraient gravement affectées les zones urbaines côtières peu élevées, les petites îles, en particulier les atolls coralliens et les deltas. Faut-il rappeler qu'y vivent 300 millions d'habitants, en particulier dans les sept grands deltas asiatiques et dans celui du Nil ?

Pour de plus amples informations sur l'océan et le climat, veuillez suivre les liens suivants:

[Groupe d'experts Intergouvernementales sur l'Evolution du Climat \(GIEC\)](#)

[Retrouvez une traduction non-officielle en Français du résumé à l'attention des décideurs](#)