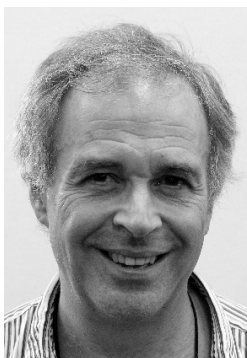


Qu'est-ce que le climat ?

Un regard sceptique sur les climato-sceptiques

Compte-rendu de Louis Dubé

À l'occasion d'une allocution prononcée chez les Sceptiques du Québec le 13 février 2013, Shaun Lovejoy, physicien, nous fait part de ses réflexions sur la réalité du réchauffement planétaire. Il estime qu'il n'est plus raisonnable de douter d'un lien fort entre l'augmentation des gaz à effet de serre et l'accroissement de la température. Pour nous en convaincre, il propose un modèle simplifié de ces interactions, tenant compte des variabilités naturelles de température. Il rejoint ainsi le consensus scientifique presque parfait sur la nature anthropique du réchauffement climatique.



Professeur de physique à l'Université McGill depuis 1985, **Shaun Lovejoy** a travaillé dans les domaines de la physique et de la géophysique non linéaire, notamment sur les fractales et multifractales appliquées à la turbulence, la météorologie et le climat. Il est coauteur du livre *The weather and climate : emergent laws and multifractal cascades* (Cambridge U. Press, 2013).

L'évolution du climat dépend de nombreux facteurs atmosphériques qui varient de façon non linéaire. Cela veut dire, explique le conférencier, qu'un petit changement dans l'intensité d'une cause pourra avoir en proportion des effets beaucoup plus grands. La variabilité atmosphérique se prête à ce type d'analyse, qui fait d'ailleurs l'objet d'un livre récent du conférencier sur le climat. Avant d'apporter son point de vue sur la polémique du réchauffement climatique, le conférencier propose un bref historique de la notion de controverse en physique.

Lente acceptation des nouvelles théories

Le modèle héliocentrique de Copernic s'est progressivement imposé, particulièrement à la suite des observations télescopiques de Galilée au XVI^e siècle. Toutefois, la nouvelle perspective d'une Terre qui tourne autour du Soleil n'a pas été acceptée, comme on le sait, sans susciter une vive controverse. Au début du XX^e siècle, la théorie de la relativité d'Einstein a aussi causé beaucoup de remous

puisqu'elle remettait en cause notre conception du temps et de l'espace. Aujourd'hui, on se rend compte que l'activité humaine menace l'environnement dont elle a elle-même besoin pour prospérer.

Ces trois exemples démontrent que nous entretenons souvent des conceptions erronées de la réalité, dont il faut se défaire pour pouvoir progresser. Les théories dérangementantes en physique, comme dans bien d'autres domaines, prennent beaucoup de temps avant de s'imposer. Les idées de Galilée furent bannies par l'Église en 1633 et ce n'est qu'en 1835 que ses écrits furent retirés de l'Index. L'excuse papale officielle n'est venue qu'en 1992 dans un discours de « repentance » de Jean-Paul II.

L'acceptation des nouvelles idées en science suit un processus relativement lent. Les critiques initiales viennent d'abord des scientifiques eux-mêmes qui mettent en doute le nouveau paradigme. Lorsque les corroborations expérimentales s'accumulent, les scientifiques se rallient. Vient ensuite l'acceptation générale dans la population, à moins que des intérêts

économiques, politiques ou religieux ne s'y opposent et alimentent un débat plutôt idéologique que scientifique.

La reconnaissance populaire du réchauffement climatique suit aujourd'hui un processus similaire d'acceptation progressive. Presque unanimement admise par la communauté scientifique pertinente, cette théorie tarde à être reconnue véridique par une bonne partie du public.

Climat et météo

Avant d'aller plus loin, le conférencier entend distinguer le climat de la météo. On s'attend au premier dans le futur, alors qu'on subit la deuxième au jour le jour. Pour la journée d'aujourd'hui, par exemple, on prévoyait avoir la température moyenne des vingt dernières années. D'autre part, on constate qu'il fait maintenant plus chaud ou plus froid que prévu.

L'analyse peut rendre compte de trois types de comportements climatiques : la météorologie sur une période de 10 jours ou moins, la macrométéorologie sur une période de 10 jours à 30 ans ou même un siècle et le climat, qui s'étend sur des siècles. Les variations météorologiques de température sont erratiques et montrent d'importantes fluctuations. Les variations macrométéorologiques sont sensiblement différentes : les fluctuations à la hausse sont suivies de variations à la baisse qui annulent les premières presque complètement. Plus la période pendant laquelle les moyennes sont établies est longue, moins les variations sont importantes. Les variations climatiques établies sont caractérisées par une variabilité importante semblable à celle de la courbe météorologique.¹

La figure ci-contre montre des exemples de météorologie (résolution d'une heure, graphique du bas), de macrométéorologie (20 jours, graphique du centre) et de climat (un siècle, graphique du haut). Les cycles journaliers et annuels ont été exclus, et les graphiques montrent 720 points consécutifs pour chaque résolution afin de faire ressortir les différences entre les caractères de chaque régime.

Le macrométéorologie – et non pas le climat – représente donc une moyenne statistique des conditions atmosphériques sur une période d'environ 30 ans en des lieux donnés. Le climat correspond donc aux échelles encore plus longues où on peut constater que la moyenne sur la macrométéorologie commence à changer (voir la courbe du haut). Cette définition du climat diffère

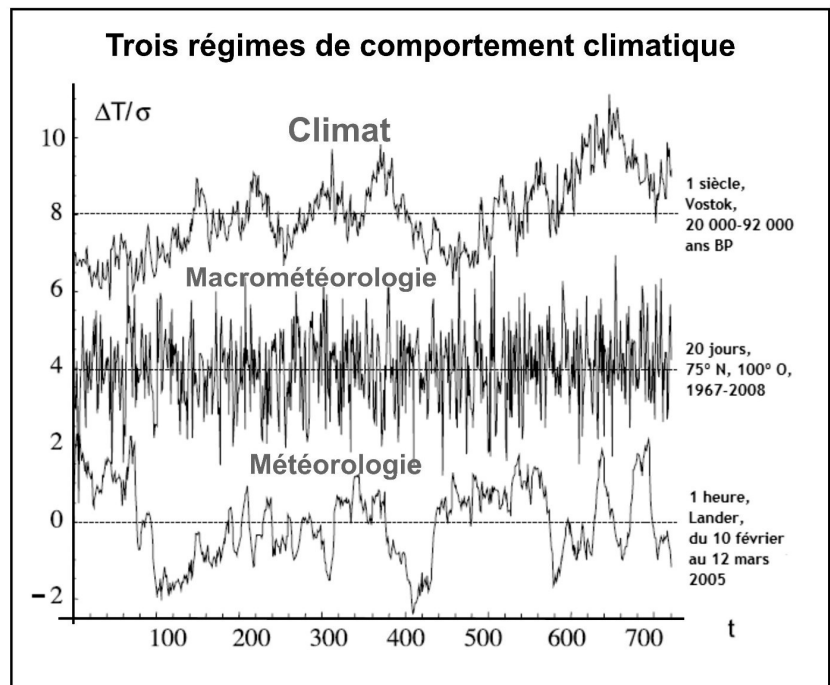
de celle du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) qui confond les deux régimes. Cet organisme international, fondé en 1988, s'occupe d'évaluer les informations d'ordres scientifique et socioéconomique reliées au réchauffement climatique. Il a publié jusqu'à présent quatre rapports sur ce sujet, dont le dernier en 2007. Son cinquième rapport devrait sortir sous peu.

Pour mieux comprendre le degré de variabilité du climat, voyons comment il a changé au cours des millénaires précédents. Au cours des 800 000 dernières années, on a pu obtenir une estimation de la température du globe en analysant des carottes de glace obtenues par des forages, jusqu'à trois kilomètres de profondeur, dans l'Antarctique. La concentration de deutérium dans la glace donne une bonne indication de la température ambiante à l'époque de sa formation.

Les variations estimées de température au cours de cette période suivent un cycle d'environ 100 000 ans d'un pic de chaleur à un autre, en passant par un minimum d'une dizaine de degrés moindre que le maximum. À l'intérieur de chaque cycle, il y a de multiples fluctuations qui représentent des moyennes de température de quelques milliers d'années. S'il était possible de discerner clairement des moyennes sur des siècles ou sur des années particulières, on distinguerait sûrement encore plus de fluctuations ponctuelles.

Les gaz à effet de serre

La Terre reçoit son énergie sous la forme de photons de lumière visible (d'une longueur d'onde de l'ordre du demi-millionième de mètre) qui passent sans problème à travers les gaz à effet de serre dans



l'atmosphère. Une partie de cette chaleur sera absorbée par le sol et réémise dans l'infrarouge, soit une longueur d'onde 20 fois plus longue ; la sortie de ces rayons infrarouges hors de l'atmosphère sera bloquée par les gaz à effet de serre dans l'atmosphère et cette radiation emprisonnée contribuera à réchauffer la Terre. Ces gaz agissent comme les vitres d'une serre pour retenir la chaleur.

On a commencé à mesurer le CO₂ dans l'atmosphère au sommet du mont Mauna Loa à Hawaï dans les années 1950. Le CO₂ peut provenir de multiples sources, autant de la respiration humaine que de la combustion du pétrole, du charbon ou du bois. Les sources sont nombreuses et causent d'énormes variations locales de concentration de ce gaz dans l'atmosphère. Pour obtenir une moyenne représentative, on a choisi une montagne isolée au milieu du Pacifique.

Le CO₂ joue un rôle important, et il s'inscrit dans un système complexe de rétroaction difficile à modéliser. Par exemple, un léger accroissement de CO₂ fera augmenter la température de l'atmosphère, qui augmentera celle de l'eau ; les océans généreront plus de vapeur d'eau, qui est elle-même un important gaz à effet de serre, augmentant d'autant plus la température de l'atmosphère. Rappelons que 93 % du réchauffement se retrouve dans une augmentation de la température des océans.

De plus, il y a une multitude d'autres facteurs de rétroaction que le CO₂ et l'eau. Par exemple, la surface réfléchissante des calottes glaciaires et celle des forêts autour du globe qui captent le CO₂ – toutes deux en diminution. Et aussi, la quantité de méthane (un très puissant gaz à effet de serre) qui serait relâchée du fond des mers et du pergélisol par un accroissement de température.

La réalité du réchauffement

Voyons maintenant les indicateurs les plus convaincants d'un réchauffement climatique accéléré. D'abord, le graphique du « bâton de hockey », représentant la température moyenne du dernier millénaire dans l'hémisphère nord : la température moyenne demeure assez stable entre 1000 et 1900 (le manche du bâton), cette période de neuf siècles est suivie d'une augmentation très rapide de plus d'un demi-degré dans les 100 dernières années (la palette du bâton).

Sur cette période de 100 ans, on peut se référer à des données

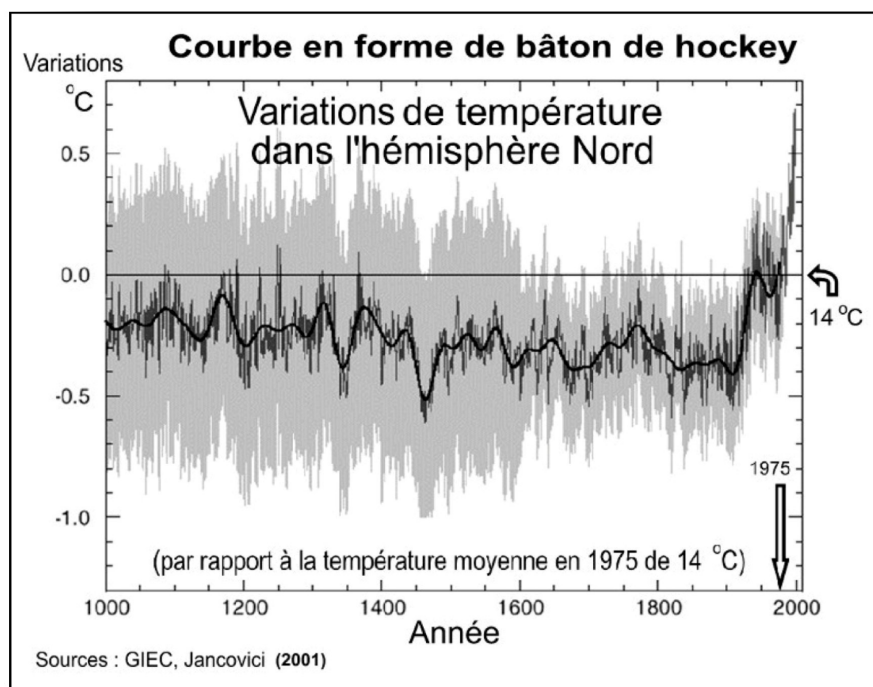
historiques obtenues à l'aide de thermomètres. Les chiffres les plus récents montrent que la moyenne des températures de chaque décennie augmente depuis une centaine d'années – les années 2001 à 2010 exhibant la moyenne récente la plus haute. La moyenne de température des océans augmente aussi de façon constante, d'environ 0,4 degré dans les 30 dernières années. À cause de ce réchauffement, il y a aussi de moins en moins de glace en mer.

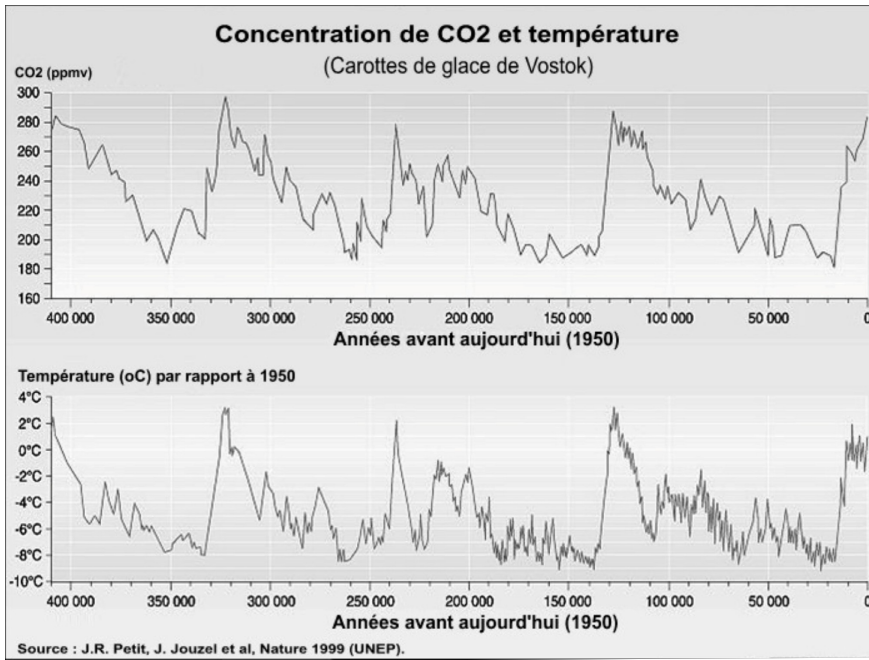
Certains attribuent cette indéniable augmentation de température à un cycle solaire plus actif. L'effet serait minime puisque les variations d'énergie émise par le Soleil sont très petites. D'autant plus que ce cycle se répète environ tous les 11 ans. On note aussi, depuis au moins une vingtaine d'années, que l'activité solaire diminue globalement, alors qu'elle était en très légère croissance depuis un siècle.

Concentration de CO₂ et température

Tous les scientifiques nous assurent qu'il y a bel et bien eu une augmentation sans précédent de CO₂ durant les 100 dernières années. On constate aussi que la température et le CO₂ sont corrélés d'assez près depuis plus de 400 000 ans. Le contenu des carottes de glace prises dans l'Antarctique le démontre amplement. Une diminution ou une augmentation de température correspond à des changements d'amplitude similaires de la concentration de CO₂.

Certains ont fait remarquer que la température semble augmenter un peu avant le CO₂. Normalement, une cause vient avant l'effet et l'on pourrait conclure que c'est la température qui fait augmenter le CO₂ et non l'inverse. Les interactions





la question, le conférencier a conçu un modèle simplifié du climat qu'il a sommairement présenté.

Puisque température et concentration de CO₂ semblent hautement corrélées, on pourrait exprimer le changement de température depuis 1880 en fonction du logarithme en base 2 du ratio de la concentration de CO₂ à un temps donné, comparé à la concentration de CO₂ en 1880 (l'efficacité de l'effet de serre du CO₂ dépend du logarithme de sa concentration). On trouve alors que la température varie de façon presque linéaire en fonction du forçage de CO₂ (forçage = augmentation de l'énergie reçue par unité de temps).

Le graphique plus bas démontre une certaine variabilité annuelle de la température qui cache une croissance assez stable lorsque l'on en fait la

moyenne sur cinq ans. Cette relation presque linéaire donne le résultat d'une augmentation² de 3,08 °C (+ ou - 0,91 °C) si on double la concentration de CO₂. Il se rapproche des résultats des modèles du GIEC qui donnent une augmentation de 3 °C (+1,5 °C) pour un doublage de CO₂. [Voir précisions à la note 2]

On peut aussi conclure que la presque totalité de la variation naturelle des températures (97,5 %) n'a pas dépassé 0,4 °C de l'an 1500 à aujourd'hui. Ces données nous permettent ainsi de rejeter, avec un niveau de confiance d'au moins 99 %, l'hypothèse que l'augmentation de 0,85 °C, observée depuis 1880, soit due à une variabilité naturelle.

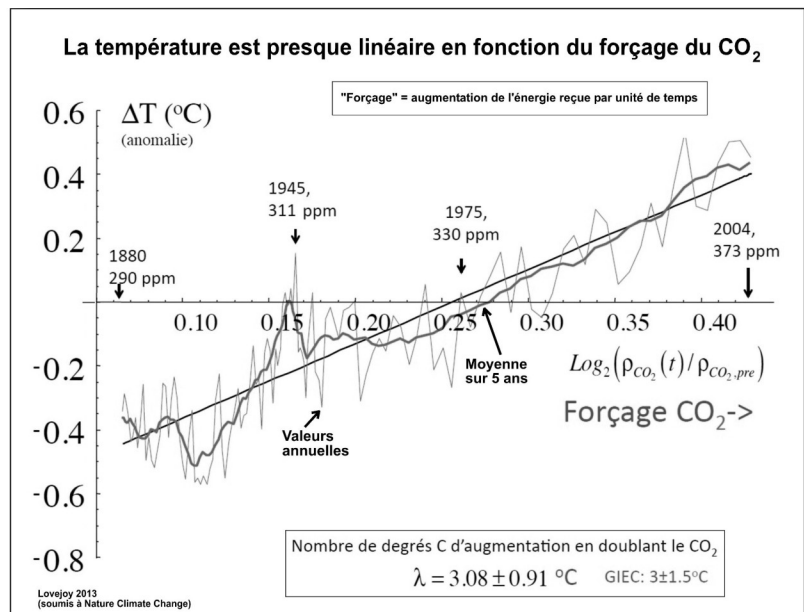
À première vue, cette relation simplifiée ne tient compte que de l'effet du CO₂, alors qu'il existe, bien

entre températures et CO₂ sont plus complexes qu'on l'imagine. Une montée originale de température pourrait être causée par une orbite terrestre plus rapprochée du Soleil ou une autre cause. Plus de CO₂ serait alors relâché par des océans plus chauds ; par effet de serre, la température augmenterait encore plus ; cela réchaufferait encore plus les océans et pourrait faire fondre la calotte glaciaire. Ce modèle de rétroaction positive fait en sorte que l'accroissement de CO₂ est à la fois un effet et une cause.

Rappelons que la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a oscillé entre 200 et 300 parties par million par volume (ppmv) durant les 400 000 dernières années (voir graphique ci-haut). En 1880, elle était de 290 ppmv, alors qu'elle s'était stabilisée à 280 ppmv depuis l'an 1000. Le CO₂ a atteint 320 ppmv vers 1960 et dépassera probablement 400 ppmv en 2015 ou peu après, s'accroissant aujourd'hui de 2 à 3 ppmv par année. Sa concentration n'a jamais été aussi haute que maintenant.

Un modèle simplifié

Les modèles qui simulent les changements climatiques sont très complexes. Ils tiennent compte de nombreux facteurs interagissant de façon non linéaire. Des équipes de plusieurs scientifiques les ont conçus et développés durant les quatre dernières décennies. Pour certains calculs, près d'un million de processeurs en parallèle sont requis. Personne ne peut vraiment dire qu'il en connaît toutes les facettes. Pour faciliter la compréhension de



sûr, d'autres influences, comme celles du méthane (positive) ou des aérosols (pollution particulaire, négative). Puisque l'activité humaine fonde principalement sa croissance sur l'utilisation accélérée des énergies fossiles, il n'est pas déraisonnable de se servir de l'augmentation du CO₂ par procuration et de l'identifier comme facteur typique de réchauffement anthropique. Dans la mesure où ces autres influences sont proportionnelles à celles du CO₂, elles sont prises également en compte par la relation développée ci-dessus.

Conséquences du réchauffement

Nous sommes tous assez conscients des conséquences importantes qu'un réchauffement climatique pourrait avoir sur la santé environnementale de notre planète et sur notre propre bien-être. Mentionnons, pour notre environnement, l'acidification des océans, la fonte des glaciers, et l'augmentation du niveau des mers. Et, pour la santé humaine, l'augmentation des décès dus à la chaleur excessive, une recrudescence des maladies tropicales et une pénurie d'eau potable. Par ailleurs, certaines régions nordiques pourraient profiter d'un accroissement de biodiversité et des terres cultivables.

Au total, il y aura bien plus d'effets négatifs que positifs. On peut s'attendre, entre autres, à des bouleversements dans tous les secteurs économiques, à de grandes migrations pour s'éloigner des terres inondées et à des conflits mondiaux pour se ravitailler en eau, en nourriture et en énergie. Sans compter, dans les régions tempérées, une pollution atmosphérique accrue, plus de feux de forêt et des événements climatiques extrêmes plus fréquents.

Que l'on diminue, de façon significative ou pas, l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, la température à la surface de notre planète va sûrement encore augmenter – un peu moins si la diminution de CO₂ est importante. De plus, la chaleur déjà emmagasinée dans les océans va progressivement se transférer à l'atmosphère. Nous devons donc déjà nous préparer à nous adapter à d'inévitables températures plus élevées en tentant de minimiser les impacts négatifs mentionnés.

Le doute raisonnable

Jusqu'au milieu de la dernière décennie, on pouvait avoir des raisons légitimes de douter de la nature anthropique du réchauffement climatique et du réchauffement lui-même. Les sceptiques mentionnaient alors l'imprécision des modèles climatiques, les données peu fiables du réchauffement et la possibilité de causes naturelles ou temporaires du réchauffement observé.

Les modèles climatiques sont nécessairement très complexes. Toutefois, ils ont été généralement validés par la méthode de rétroprévision (*hindcasting*) : des données historiques sont introduites dans les modèles pour comparer les prévisions obtenues à l'évolution récente des températures. Cette méthode semble avoir donné de bons résultats, notamment dans le cas du CO₂. Par ailleurs, comme on l'a vu, l'analyse des corrélations entre CO₂ et température se prête à des modèles simplifiés assez convaincants.

Au sujet de la fiabilité des données de température, on craignait que des îlots de chaleur près des détecteurs puissent biaiser les saisies. Des thermomètres, placés il y a quelques dizaines d'années dans des zones agricoles, peuvent maintenant se retrouver dans des zones urbaines. De nombreuses études ont démontré que les modifications locales d'activité humaine n'influençaient pas les moyennes de température de façon significative, soit moins de 5 millièmes de degré. Des informations contradictoires provenant de mesures satellitaires ont aussi été résolues.

Le conférencier a déjà mentionné que l'accroissement accéléré des températures au cours des 125 dernières années ne soutient pas la thèse d'une cause naturelle. Ce réchauffement est atypique comparé aux siècles précédents durant lesquels l'augmentation nette de CO₂ était minimale. Des analyses statistiques montrent d'ailleurs qu'il y a moins de un pour cent de chance que la montée actuelle de la température soit attribuable à des causes naturelles.

Le scepticisme illégitime

Dans le domaine scientifique, le scepticisme est toujours de bon aloi lorsqu'un doute raisonnable n'a pu être écarté. Toutefois, la prudence s'impose si ce doute est soutenu par des scientifiques à la solde d'intérêts financiers importants. Pour les changements climatiques, ces intérêts sont représentés par les compagnies pétrolières qui profitent de la vente d'énergie fossile émettrice de gaz à effet de serre. On en a même identifié certaines qui ont généreusement subventionné des rapports défavorables aux conclusions du GIEC.

Plusieurs tactiques déloyales ont aussi été utilisées pour jeter du discrédit sur la thèse d'un réchauffement planétaire de nature anthropique. Mentionnons les citations données hors contexte et l'amplification induite d'erreurs bénignes et de désaccords superficiels parmi les scientifiques. Ces techniques s'apparentent à celles utilisées par les créationnistes, par l'industrie du tabac et par les négationnistes de l'Holocauste. On y retrouve parfois les mêmes acteurs.

Consensus scientifique

Durant les années 1991 à 2012, il s'est publié 13 950 articles scientifiques sur le réchauffement climatique qui ont été révisés par des pairs avant publication. Seulement 24 de ces articles rejettent le réchauffement planétaire anthropique, soit moins d'un cinquième de un pour cent. Parmi les climatologues, le consensus à ce sujet est presque parfait.

Pourtant, le pourcentage d'articles climato-sceptiques publiés dans les médias populaires ne reflète pas ce consensus scientifique. En 2010, ces articles représentaient près de 20 % des articles publiés sur ce sujet au Royaume-Uni ; ce chiffre est 35 % aux États-Unis. Rappelons que ces deux pays sont parmi ceux qui produisent le plus de charbon par personne.

En 2012, selon une enquête de l'Université de Montréal (Érick Lachapelle, politologue), les climato-sceptiques représenteraient 10 % des Québécois, 15 % des Canadiens et 25 % des Américains. Par ailleurs, le Canada serait le pays qui aurait le moins respecté le protocole de Kyoto, qu'il avait pourtant signé et ratifié. En 2011, le Canada dépassait de 33 % le niveau d'émission de gaz à effet de serre de l'année 1990, alors que le protocole de Kyoto prévoyait une réduction de 5 %. Et, pour l'avenir, le Canada n'a pas de plan précis de réduction de ces gaz.

Solutions possibles

Il est clair que le réchauffement climatique va se poursuivre. Les gaz à effet de serre déjà émis vont rester dans l'atmosphère près d'un siècle et contribuer au réchauffement. Le conférencier nous fait part de ses réflexions préliminaires sur les mesures à suivre pour en atténuer les conséquences ; elles vont toutefois bien au-delà de son domaine d'expertise, nous prévient-il.

Puisqu'il est bien établi qu'une augmentation de ces gaz cause une augmentation de température, il faut tenter de réduire ces émissions le plus possible. Cela devrait contribuer à réduire la température moyenne du globe à la fin du siècle. Le recours accéléré aux énergies « vertes » en remplacement des énergies fossiles semble donc incontournable. Cela pourra-t-il se faire sans s'engager dans la décroissance économique ou réviser le système capitaliste ? Ces questions demeurent ouvertes.

Par ailleurs, il faut se préparer à vivre dans un climat planétaire plus chaud. Une progressive adaptation aux changements climatiques s'imposera. Il faudra aussi apporter une aide particulière aux populations qui seront les plus touchées.

Période de questions

Questions de membres de l'auditoire
Réponses du conférencier

Définition du climato-scepticisme

Question : *Il me semble que vous vous attaquez à une conception à tout le moins dépassée du climato-scepticisme. Qu'est-ce pour vous un climato-sceptique ?*

Réponse : Les climato-sceptiques nient que le réchauffement présentement observé est de nature anthropique. Certains estiment même qu'il provient d'une variabilité naturelle et représente un phénomène climatique temporaire. D'autres pensent qu'il est principalement dû à des causes physiques sur lesquelles les humains ont peu de contrôle.

Ceux qui doutent de la précision des modèles climatiques utilisés par le GIEC pourraient avoir des objections valides ; ils n'entrent pas en bloc dans la définition de ce que serait un climato-sceptique. Par ailleurs, ceux qui contestent l'efficacité des solutions proposées par le GIEC ne sont pas nécessairement des climato-sceptiques, puisque ces solutions incluent des considérations politiques et économiques qui ne sont pas, à proprement parler, du domaine scientifique.

Optimisme intéressé

Question : *Ne devrions-nous pas pleinement profiter du moment présent et laisser de côté les considérations climatiques alarmistes auxquelles les générations futures sauront bien trouver des solutions ?*

Réponse : Profiter de la vie, ici et maintenant, n'exclut pas de prendre aujourd'hui des décisions qui feront en sorte que les générations futures n'aient pas à surmonter les pires désastres climatiques. Ces choix allégeront aussi les conséquences du réchauffement pendant les prochaines décennies, que la plupart d'entre nous connaîtront.

Rétroaction positive catastrophique

Question : *Si l'accroissement du CO₂ dans l'atmosphère est à la fois la cause et l'effet d'un accroissement de la température mondiale, quel phénomène naturel a stoppé cette rétroaction positive qui aurait dû, à la limite, faire exploser la température dans le passé ?*

Réponse : Le mécanisme qui a permis une chute progressive de la température tous les cent mille ans, après un réchauffement assez rapide, n'est pas connu. Dans le passé, nous avons observé une augmentation de température suivie peu après par une augmentation de la concentration de CO₂ et il semble bien que ce délai soit dû au réchauffement

plus lent des océans qui a libéré plus de CO₂ dans l'atmosphère. Le phénomène naturel responsable du renversement de cette rétroaction positive entre CO₂ et température n'a pas été clairement identifié.

Durant les dernières décennies, on observe d'abord un accroissement de CO₂ suivi, 10 ou 20 ans plus tard, par un accroissement de la température. Le processus opérant aujourd'hui ne semble pas être le même que celui qui a prévalu durant des centaines de millénaires.

Certitudes hors d'atteinte

Question : *Comment le sceptique moyen peut-il se faire une opinion raisonnable sur les arguments apportés de part et d'autre au sujet de la controverse du réchauffement climatique ?*

Réponse : Il pourrait se renseigner auprès d'organismes sceptiques dont les dirigeants ont pris officiellement position sur ce sujet. Michael Shermer, directeur de la Skeptics Society aux États-Unis, était climato-sceptique jusqu'en 2006, avant de se rallier à la thèse du réchauffement anthropique du climat devant la convergence des preuves qui la soutiennent.

Le conférencier n'a lui-même jamais été climato-sceptique, ni d'ailleurs climato-convaincu – jusqu'à tout récemment. Il a passé 30 ans à essayer de comprendre la variabilité des phénomènes atmosphériques sur différentes périodes de temps et d'espace, en utilisant des méthodes analytiques et statistiques peu répandues, alors que la plupart des climatologues optaient pour des modèles de simulation complexes.

Les données présentement disponibles, celles de la paléoclimatologie comme les plus récentes, ne laissent pas de doute sur la réalité du réchauffement climatique causé par l'activité humaine. On peut en faire le constat, même sans l'aide des modèles climatiques. Toutefois, avec ou sans simulations, on ne peut pas encore prévoir avec assez de précision l'évolution du climat dans les prochaines décennies.

On se retrouvera possiblement avec une augmentation de température de 2 ou de 4 degrés. L'un ou l'autre scénario requiert des mesures différentes pour en amenuiser les conséquences. Ce type d'incertitude n'est pas propice à des solutions précises et acceptables par tous. Les tractations à ce sujet, tant scientifiques, politiques qu'économiques, sont inévitables. Le conférencier estime qu'il n'a pas l'expertise nécessaire pour en débattre.

Hier et aujourd'hui

Question : *Pendant des centaines de milliers d'années, l'accroissement de CO₂ suivait l'accroissement de température. Aujourd'hui, ce serait l'inverse. Pourquoi retourner des centaines de milliers*

d'années dans le passé, si le mécanisme présent du réchauffement planétaire est différent ? Cela apparaît confondant et inutile.

Réponse : Le conférencier estime que des analyses plus approfondies des mécanismes actuels du réchauffement seraient plus pertinentes que d'extrapoler dans le futur les processus d'un lointain passé. Un examen de la variabilité climatique actuelle pourrait sans doute mieux expliquer la relative stabilité des températures de la dernière décennie et aider à mieux prédire l'évolution climatique des prochaines décennies.

Les modèles complexes utilisés par les scientifiques du GIEC recherchent un équilibre climatique cohérent avec les données du passé. Pourtant, les conditions climatiques que l'on subit année après année ne sont jamais en équilibre. Comment intégrer à la variabilité naturelle du climat, les macros résultats statiques obtenus avec les super modèles climatiques ? Une voie serait peut-être de fonder son analyse sur une méthodologie empirique émanant de la géophysique non linéaire, une méthodologie que le conférencier expose dans son récent livre.

Multiplicité des facteurs

Question : *Ne misons-nous pas trop sur l'influence du CO₂ sur le climat ? Après tout, seule une simple corrélation a été calculée. N'y a-t-il pas une multitude d'autres facteurs tout aussi pertinents ?*

Réponse : Il est vrai qu'on ne peut établir une relation formelle de cause à effet à partir d'une corrélation. On doit pouvoir tester empiriquement cette corrélation et formuler une théorie expliquant l'effet à partir de la cause présumée. Le fait d'ajouter du CO₂ dans l'atmosphère de façon non contrôlée, année après année, et d'obtenir une température sujette à une grande variabilité ponctuelle n'est pas particulièrement convaincant. Toutefois, il ne fait pas de doute que l'effet de serre soit réel et contribue de façon significative au réchauffement.

Décroissance économique

Question : *Pour réduire le CO₂ dans l'atmosphère, certains suggèrent une décroissance économique marquée. Ne serait-il pas au contraire plus efficace de miser sur la croissance et l'avancement technologique qui nous permettront de trouver des solutions au réchauffement planétaire, comme l'a soutenu Bjorn Lomborg ?*

Réponse : Vous soulevez une question chaudement débattue. Maintenir ou même augmenter notre taux de croissance actuel ne semble pas une solution viable à long terme. Deux livres récents, tous deux intitulés *La fin de la croissance*, examinent en détail ce sujet. Ils soutiennent que la pénurie anticipée de nos ressources naturelles nous forcera à une

décroissance progressive puisque le prix de ces rares ressources, comme celui du pétrole, deviendra de plus en plus élevé. La croissance exponentielle qu'on a connue depuis des décennies n'est sans doute plus soutenable, ni même souhaitable.

Autre statistique inquiétante : depuis 1980, le produit intérieur brut (PIB) du Canada a doublé, alors que le revenu annuel médian n'a augmenté que de 20 \$ par personne (en dollars constants). On pourrait conclure que cette croissance de richesse n'est allée qu'aux plus riches... On peut ajouter que, si on souhaite une croissance continue, on devra tirer notre énergie de plus en plus d'autres sources que fossiles. On le fait déjà, mais la technologie actuelle ne permet pas de remplacer le pétrole de façon adéquate. Nous nous rapprochons aussi de certaines limites physiques (en thermodynamique, par exemple) qui ne nous permettront pas d'augmenter encore plus notre efficacité énergétique.

Optimum climatique médiéval

Question : *Le réchauffement médiéval aurait dépassé celui d'aujourd'hui. Puisque les émissions de CO₂ étaient très modestes à ce moment-là à comparer à aujourd'hui, ne pourrait-on pas conclure que le réchauffement présent découle surtout d'une cause semblable et qu'il sera temporaire ?*


Réponse : C'est vrai que certaines régions d'Europe ont connu un réchauffement sans précédent durant les années 1000 à 1400. Mais, ce n'était pas un réchauffement planétaire. Des données générales sur la température de la planète (obtenues des carottes glaciaires, par exemple) indiquent que ce réchauffement était d'une ampleur bien moindre pour l'ensemble du globe.

On pourrait poser une question plus pertinente : quelle est la probabilité que le réchauffement médiéval observé provienne d'une variabilité naturelle ? Malheureusement, les modèles climatiques ne disposent pas d'une théorie des variations naturelles qui pourrait donner une explication convaincante. Elle viendra probablement d'évaluations statistiques non linéaires sur lesquelles le conférencier, entre autres, s'est penché.

Risque d'emballage incontrôlable

Question : *Il y aurait un risque d'un effet d'emballage du réchauffement lié à la température des océans et à la fonte du pergélisol. A-t-on aujourd'hui plus de précisions sur le seuil de gaz à effet de serre à ne pas dépasser pour éviter un emballage incontrôlable de la température de notre planète ?*

Réponse : Ces questions complexes n'ont pas encore été résolues. Le niveau actuel de CO₂ est sans précédent. Pour cette raison, on peut difficilement se baser sur l'expérience passée pour déterminer le climat du futur. Les évaluations oscillent donc entre des événements climatiques catastrophiques et un réchauffement dérangeant auquel on pourrait s'adapter.

Certains politiciens aimeraient bien avoir une précision de température au dixième de degré près pour les décennies à venir et la description précise des effets anticipés sur la planète à des moments donnés. Toutefois, de tels résultats sont hors de portée. Les modèles actuels offrent un éventail de différents scénarios, accompagnés de probabilités de réalisation discutables. Pour le moment, on doit s'en contenter pour prendre de prudentes décisions, autres qu'une attente indéterminée conduisant à une inaction prolongée. 

Notes

1. Voir le communiqué de l'Université McGill (25 février 2013) « Entre la météo et le climat, il y a la macrométéo » http://www.physics.mcgill.ca/~gang/press.releases/macroweather_release_fr.pdf
2. La valeur de 3,08 °C pour doublage de concentration de CO₂ ne correspond pas à la pente (lambda) du graphique présenté durant la conférence (cette discordance a été notée par Alain Bonnier, physicien). Dans une communication ultérieure, Shaun Lovejoy explique que la valeur de la pente de 2,3 °C du graphique (pour doublage de CO₂) correspond à une relation « instantanée » entre forçage et température de l'air. Il précise : « Or, en réalité, c'est d'abord surtout les océans qui captent l'énergie du forçage ; ainsi cela prend quelques années avant que le forçage change la température de l'atmosphère. En utilisant des régressions décalées dans le temps, nous pouvons démontrer que le vrai décalage est situé entre 0 et 20 ans. Dans ce dernier cas (en faisant la droite entre forçage (t-20 ans) et température (t)), nous obtenons plutôt une pente de 3,8 °C par doublage de CO₂. Finalement, la moyenne entre 3,8 et 2,3 degrés donne la valeur de 3,08 °C. Cela correspondant à l'incertitude dans le décalage. » [Précisions obtenues du conférencier en mai 2013.]