

Changement climatique – fait ou fiction?

Jörg Rentsch

Maturitätsschule für Erwachsene, Luzern

Quintessence

- Le climat a toujours varié jusqu'ici. Ce n'est pas quelque chose de constant mais de dynamique.
- Ni la vitesse ni l'importance du changement climatique actuel ne peuvent être expliquées par les mécanismes des variations climatiques naturelles.
- L'être humain intervient massivement dans les cycles naturels surtout par sa grande consommation d'énergies fossiles et modifie ainsi le climat.
- L'importance et du même fait les conséquences de ce changement climatique provoqué par l'être humain dépendent très étroitement des progrès techniques, de l'économie, de la population et des décisions politiques des prochaines décennies.

Causes des variations climatiques naturelles


Plusieurs facteurs ont influencé le climat par le passé. Les variations des paramètres mécaniques célestes, tels que l'oscillation de l'axe terrestre (cycle de 41 000 ans), la variation de l'orbite terrestre autour du soleil (excentricité, cycle 100 000 ans) et celle de l'orientation de l'axe terrestre (précession, cycle 25 800 ans) font varier le rayonnement solaire de l'ordre de grandeur de 5 à 10%. Ce sont les cycles dits de Milankovic.

Le climat subit également l'influence de l'activité du soleil dont les cycles sont de 11 ans. Le nombre de taches solaires en est une mesure. S'il est élevé l'activité solaire est importante. Le rayonnement solaire varie de l'ordre de 0,1%. Un soleil plus actif émet davantage d'énergie, ce qui fait que la terre est plus chaude. Ce réchauffement est plus important du fait que la variation de l'activité solaire influence le champ magnétique du soleil. C'est ce dernier qui nous protège du rayonnement corpusculaire cosmique; plus l'activité solaire est grande plus cette protection est importante. Le rayonnement corpusculaire accentue la formation des nuages dans l'atmosphère et diminue de ce fait le rayonnement du soleil. Dans les phases de grande activité solaire, ce rayonnement est particulièrement faible et les nuages rares, ce qui provoque un réchauffement.

En plus de ces deux facteurs, la composition de l'atmosphère joue elle aussi un rôle sur le climat. Les gaz à effet de serre – surtout le CO₂ mais aussi le méthane, le protoxyde d'azote, les carburants fluorés et l'hexafluorure de soufre – sans oublier les aérosols tels que poussière ou soufre peuvent influencer le climat. La concen-


tration de CO₂ dépend de nombreux facteurs. Les changements climatiques tels que les glaciations ont un effet sur la concentration de CO₂ par rétroaction. Les éruptions volcaniques, les catastrophes cosmiques telles que chutes de météorites ou même la position des continents font ainsi changer le climat.

Importance et rapidité du changement climatique

La figure 1  présente les variations de la température dans l'hémisphère nord au cours des 150 dernières années. Elle montre un fort réchauffement depuis 1850. La température moyenne globale a monté d'env. 0,8 °C. La rapidité du réchauffement augmente elle aussi constamment, comme le montre la figure 1. Toutes les régions ne subissent pas le même réchauffement. Les continents de l'hémisphère nord ont montré un réchauffement supérieur à la moyenne. Si nous comparons l'augmentation actuelle des températures aux variations de l'histoire terrestre, nous voyons que le tempo du réchauffement est beaucoup plus rapide que les variations dans l'histoire de la terre.

Pour les précipitations, aucune tendance globale n'est visible au cours de ces 150 dernières années. Mais il y a eu de très importantes modifications régionales; dans le bassin méditerranéen, la région du Sahel et la côte ouest des Etats-Unis, il y a eu jusqu'à 70% de moins de précipitations. D'autres régions, comme le nord de l'Eurasie, la côte est des Etats-Unis, la côte ouest de l'Australie et le sud de l'Amérique du Sud ont env. 40% de plus de précipitations.

Causes du changement climatique actuel

Pour comprendre les mécanismes du changement climatique actuel, il faut d'abord savoir ce qu'est «l'effet de serre naturel» (fig. 2 ). C'est lui qui fait que la température moyenne globale est à +15 °C au lieu de -18 °C. C'est aussi grâce à lui que la vie sur terre a pu se développer comme nous le savons.

Cet article est le résumé d'une présentation faite au 36^e symposium de médecine interne de Suisse centrale le 19 juin 2010 à Lucerne. Il se base pour l'essentiel sur les connaissances de l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, commission interétatique pour les variations climatiques), du Programme des Nations Unies pour l'environnement de l'Organisation météorologique mondiale.



Jörg Rentsch

L'auteur certifie qu'aucun conflit d'intérêt n'est lié à cet article.

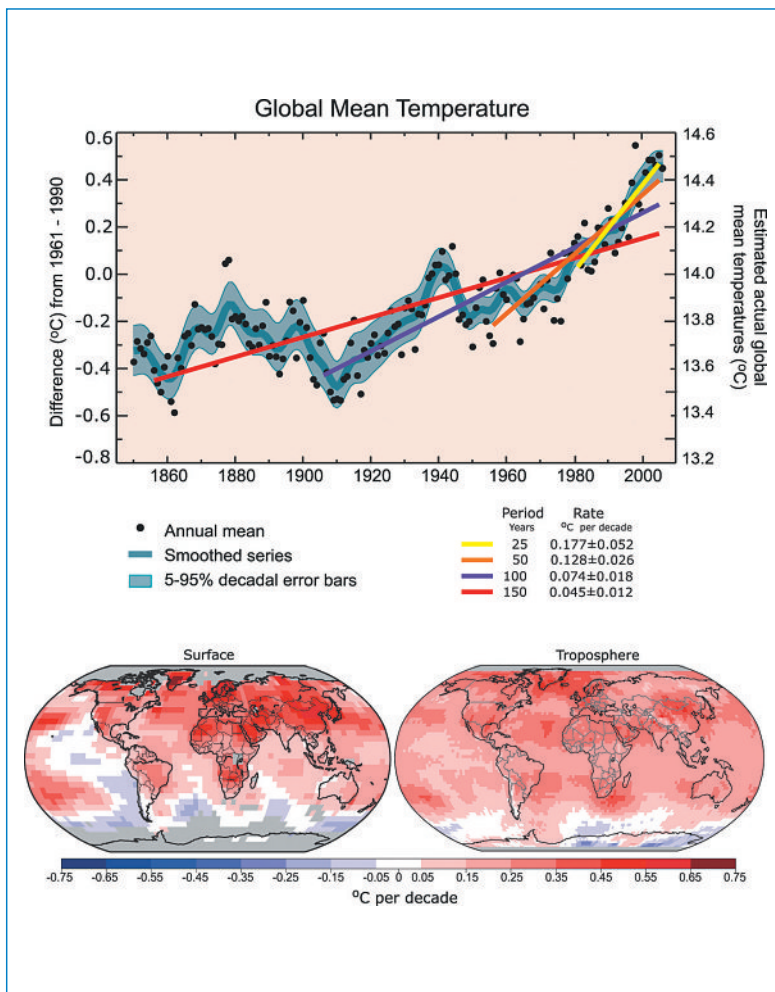



Figure 1
Evolution de la température globale moyenne depuis 1860. Le graphique du haut représente la température moyenne à la surface terrestre au cours de ces 150 dernières années. Sont également représentées les progressions de ces 150, 100, 50 et 25 dernières années. Sur les deux cartes du bas est représentée la répartition par région de l'augmentation de la température à la surface de la terre (*surface*) et dans la troposphère (*troposphere*) [1].

Le soleil émet principalement des ondes courtes (fig. 2: *Incoming Solar Radiation* 342 Wm²). Environ la moitié parvient jusqu'à la terre qui les retient (fig. 2: *Absorbed by Surface* 168 Wm²). Le reste se perd dans sa route jusqu'à notre atmosphère, par ex. dans les nuages. Une partie est reflétée et repart dans l'univers (*Reflected by Clouds, Aerosol and Atmospheric gases* 77 Wm²), une autre partie est absorbée par l'atmosphère (*Absorbed by Atmosphere* 67 Wm²). Le rayonnement solaire à ondes courtes absorbé par la terre est restitué sous forme de rayonnement thermique à ondes longues (*Surface Radiation* 390 Wm²). Ces ondes longues sont pratiquement entièrement absorbées par l'atmosphère ou les gaz à effet de serre atmosphériques. Elles sont ensuite stockées dans l'atmosphère sous forme de chaleur latente. Seule une petite partie du rayonnement terrestre (*Atmospheric Window* 40 Wm²) s'en va dans l'univers. La plus grande partie est renvoyée à la terre (*Back Radiation* 324 Wm²). Cette rétroaction terre-atmosphère-terre est appelée effet de serre naturel. La

concentration de gaz à effet de serre détermine l'importance de l'effet de serre naturel. Sur vénus, où la concentration de CO₂ atteint 95%, la température est d'environ 500 °C. Sur la base de mesures de la concentration du CO₂ et de l'isotope ¹⁸O dans les glaces du Groenland et de l'Antarctique, les scientifiques ont très bien pu reconstruire la température et la concentration de CO₂ de ces 400 000 dernières années. La comparaison de ces deux paramètres confirme le modèle de l'effet de serre naturel.

Les causes naturelles du changement climatique ne permettent pas d'expliquer l'importance ni la vitesse de l'augmentation de la température au cours de ces 150 dernières années. Pour pouvoir le faire, il faut tenir compte du changement de la composition de l'atmosphère au cours de cette période. La proportion des gaz à effet de serre a fortement augmenté du fait de l'activité humaine. Le plus important gaz à effet de serre est le CO₂. La concentration de ce gaz a passé d'env. 270 ppm (*parts per million*) de particules d'air en 1850 à 395 en 2009. En partant du modèle de l'effet de serre naturel, il doit forcément y avoir une augmentation de la température moyenne globale. Ce réchauffement dû à l'homme est appelé «effet de serre anthropogène». Il va de soi que les modèles actuellement utilisés par la science pour le changement climatique sont beaucoup plus compliqués que le modèle présenté ci-dessus. D'une part, chacun de ces modèles est perfectionné et toujours plus complexe, et de l'autre toujours plus de modèles (atmosphère, surface, océans, icebergs, aérosols sulfatés et non sulfatés, cycle du CO₂, végétation dynamique et chimie atmosphérique) sont couplés. Ces modèles couplés permettent aujourd'hui de faire une simulation réaliste du climat avec les facteurs d'influence les plus importants. Comme le montre la figure 3 , il est possible d'expliquer de manière physiquement plausible l'influence anthropogène sur le climat et de la séparer des tendances naturelles.

Scénarios du changement climatique

Ce que va devenir le climat dépend de nombreux facteurs. 40 scénarios différents ont été publiés dans le rapport de l'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de l'UNEP (*United Nations Environment Programme*), qui prennent en compte de manière différenciée l'évolution des facteurs les plus importants, tels qu'évolution de la population, économie, changements technologiques, consommation de ressources et contrôle de l'environnement. Les répercussions sur le climat varient selon le scénario. Dans le modèle de l'IPCC et selon le scénario, l'augmentation des gaz à effet de serre et les changements des émissions de soufre donneront un réchauffement global de 2,5 à 4,1 °C en 2100, avec d'importantes différences régionales. Les régions polaires de l'hémisphère nord surtout connaîtront un réchauffement plus important. Selon le scénario, il faudra plus ou moins longtemps pour atteindre un nouvel équilibre climatique, 100 à 200 ans pour la température. Pour les mers, il faudra jusqu'à 1000 ans pour qu'elles se stabilisent à un niveau supérieur.

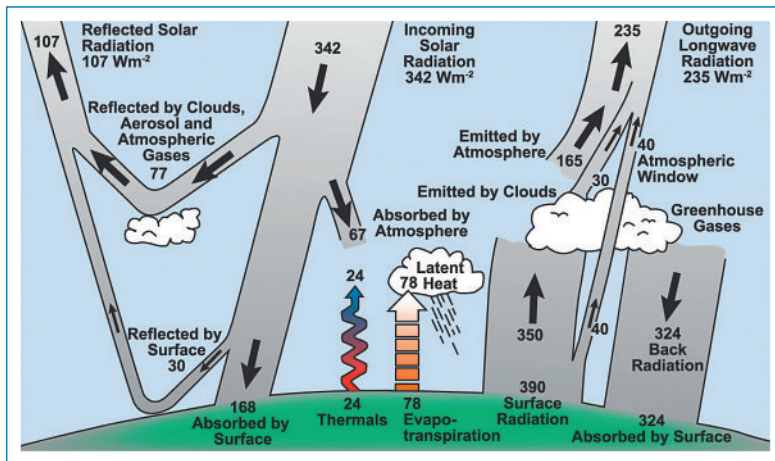


Figure 2

Bilan de rayonnement. *Incoming Solar Radiation* (342 Wm^2 , ondes courtes émises par le soleil); *Absorbed by Surface* (168 Wm^2 , absorption du rayonnement solaire par la terre); *Surface Radiation* (390 Wm^2 , émission d'ondes longues par la terre); *Atmospheric Window* (40 Wm^2 , rayonnement direct de la terre dans l'univers); *Back Radiation* (324 Wm^2), *Thermals* (24 Wm^2) et *Evapotranspiration* (78 Wm^2): transport d'énergie de la terre dans l'atmosphère non par ondes électromagnétiques mais liée à la matière, par exemple vapeur d'eau; renvoi des ondes longues par l'atmosphère → effet de serre naturel [2].

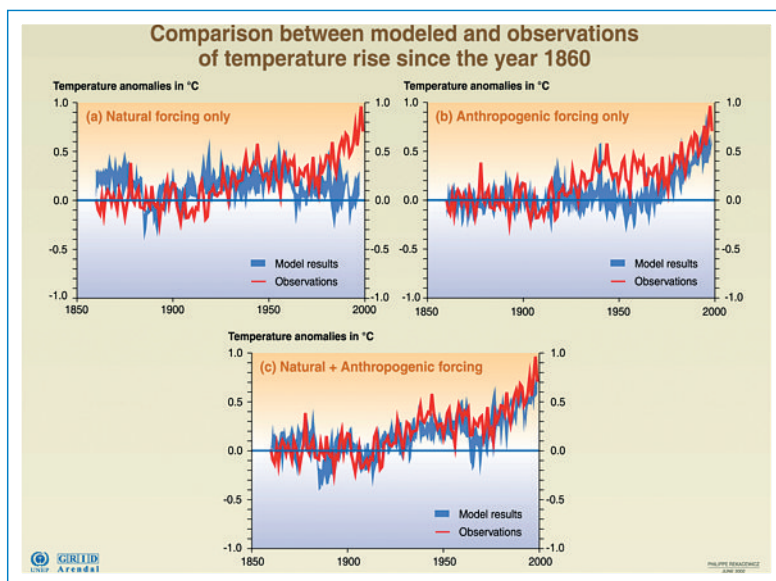


Figure 3

Comparaison entre courbes des températures mesurées et modélisées de 1850 à 2000. **(A)** superpose la courbe des températures mesurées à celle prévisible avec le changement climatique naturel. **(B)** superpose la courbe des températures mesurées à celle prévisible avec l'effet de serre anthropogène. **(C)** tient compte de ces deux facteurs dans le calcul du modèle et montre une bonne concordance avec les valeurs effectivement observées [3].

Dangerous climate change


Une question se pose: quel changement climatique la terre supporte-t-elle? Y a-t-il une limite après laquelle le système climatique déraile et devient imprévisible? Il est vrai que les répercussions d'un réchauffement de moins de $2 \text{ }^\circ\text{C}$ sont déjà importantes, mais avec plus de $2 \text{ }^\circ\text{C}$ il est possible que la circulation thermohaline s'effondre et que le système climatique se désagrège. La circulation thermohaline est un élément important du

système climatique, une relation capitale entre océan et atmosphère. Nous pouvons l'imaginer comme un courant marin extrêmement ramifié qui relie les courants superficiels et profonds et est donc important pour le transport global de la chaleur. Il est mû par des différences de densité de l'eau dues à des différences soit de température (thermo-) soit de teneur en sel (-haline). Une augmentation de température de $2 \text{ }^\circ\text{C}$ et plus est atteinte lorsque la concentration de CO_2 passe de 450 à 550 ppm. Ces 450 à 550 ppm sont donc une limite pour la stabilité du système climatique. Si elle est franchie, le risque est que le système climatique global disjoncte et devienne ainsi imprévisible. Pour ne pas dépasser cette limite il faut selon l'opinion actuelle diminuer de moitié les émissions de CO_2 des pays riches.

Conséquences du changement climatique

Le changement climatique va avoir des conséquences globales mais variables selon les régions. Tous les êtres humains ne vont pas être concernés. La liste ci-dessous n'est qu'une petite sélection des conséquences du changement climatique:

- Les zones climatiques et de végétation se déplacent;
- Disparition de certaines espèces, régression de la multiplicité biologique;
- Diminution ou mort des barrières de corail;
- Ascension du niveau des mers;
- Conséquences sur le cycle hydrologique, fonte des glaciers, etc.;
- Catastrophes naturelles climatiques: vagues de chaleur, sécheresse, ouragans.

Pour l'être humain, le changement climatique peut avoir des conséquences aussi bien négatives que positives (fig. 4 ) . Il faut malheureusement partir du principe que les négatives seront dominantes pour la plupart des gens. Ici aussi, nous ne pouvons en donner qu'une sélection:

Effets négatifs

- Diminution des récoltes dans de nombreuses régions, surtout tropicales et subtropicales;
- Diminution de la disponibilité d'eau potable;
- Augmentation de certaines maladies et de la mortalité avec l'augmentation des températures (par ex. malaria en Europe centrale) et extrêmes climatiques tels que vagues de chaleur;
- Augmentation des inondations par augmentation des pluies diluviennes et ascension du niveau des mers;
- Augmentation des besoins en énergie pour la climatisation.

Avantages

- Augmentation des récoltes dans certaines régions;
 - Moins de victimes du froid;
 - Augmentation de l'offre d'eau potable dans certaines régions;
 - Moins de besoins en énergie pour le chauffage.
- Ce qui provoquera certainement de plus grands mouvements migratoires et du même fait des conflits.

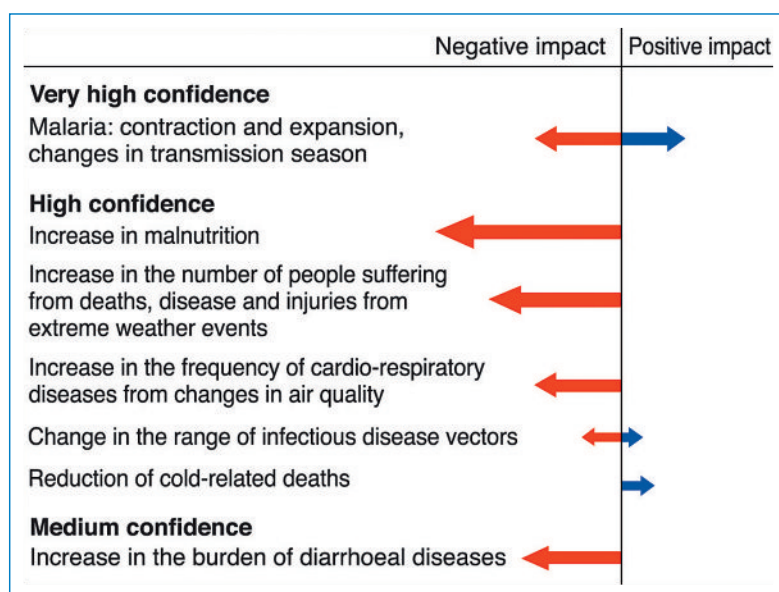


Figure 4
Conséquences du changement climatique sur l'être humain; estimation de la probabilité d'apparition selon l'IPCC (*Very high confidence* = très grande probabilité d'apparition; *High confidence* = grande probabilité d'apparition; *Medium confidence* = probabilité d'apparition moyenne); **bleu**: conséquences positives, **rouge**: conséquences négatives; la longueur des flèches donne l'importance de la conséquence [4].

Conséquences pour la Suisse

Il y a naturellement plusieurs scénarios pour la Suisse aussi. En Suisse, les températures augmentent plus que la moyenne globale. Un réchauffement de 1,1 à 3,7 °C est prévu d'ici 2050. Les précipitations augmenteront d'env. 10% en hiver et diminueront d'env. 20% en été, avec une légère baisse annuelle. Les coûts du changement climatique à charge de l'économie publique (pour tempêtes, nouvelles constructions, récoltes perdues, diminution de la production de courant, etc.) augmentent régulièrement et atteindront dès 2050 0,5 à 2 milliards de francs par an selon le scénario. Le changement climatique va avoir comme conséquences une diminution des jours de chute de neige. Ce qui touchera surtout les domaines skiables suisses, et en 2050 50% ne seront plus sûrs d'être suffisamment enneigés.

La région alpine est elle aussi fortement touchée par la fonte du permafrost (sols, sédiments ou roches ayant pendant au moins 2 ans sans interruption des températures en dessous du point de congélation), qui stabilise de nombreuses pentes. Ce qui augmente le risque de coulées de boue et de glissement de terrains. La stabilité de l'infrastructure est également menacée par la fonte du permafrost. A Pontresina par ex., il a déjà fallu ériger des constructions massives et chères à cause de ce phénomène. Les glaciers souffriront eux aussi sérieusement du changement climatique. Il est prévu que d'ici 2030 30–70% de leur surface aura disparu. Ce qui menace aussi la stabilité des reliefs alpins. Le risque de coulées de boue, de chutes de pierres et de glace augmente. La fonte des glaciers provoque également une modification de la circulation de l'eau bien au-delà des

Alpes. Il faut s'attendre à des basses et hautes eaux, à une augmentation des extrêmes tels que tempêtes, inondations, sécheresses. Tout cela aura des conséquences sur l'agriculture, avec des pertes sur récoltes. De l'autre côté, sous l'effet des plus longues périodes de végétation et de l'extension des cultures en altitude, certains pourront voir leurs revenus augmenter.

Protection du climat

Les émissions de CO₂ sont globalement responsables des ¾ de l'effet de serre anthropogène. 56% environ proviennent de la combustion de carburants fossiles. 17% résultent du déboisement. Le méthane y contribue à raison de 14% et l'azote de 8%. Ces dernières années, justement la proportion des combustibles fossiles a augmenté plus que la moyenne. En 2009, la Chine (26%) a dépassé les Etats-Unis (23% des émissions globales de CO₂) comme plus grand producteur de CO₂. La Chine, les Etats-Unis, l'UE, les Indes, la Russie et le Japon sont responsables de 85% des émissions de CO₂. La communauté mondiale est consciente de cette problématique climatique et depuis la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement à Rio en 1992, plusieurs efforts ont été entrepris pour contrôler les émissions de CO₂ et stopper par là le réchauffement global. C'est dans le protocole de Kyoto de 1997 que les premiers objectifs concrets de réduction ont été fixés. Les pays industrialisés se sont imposés de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre d'au moins 5% par rapport à 1990 d'ici 2008–2012. 132 Etats ont ratifié ce protocole. Mais pas les Etats-Unis. Lors de la Conférence sur le climat de Copenhague de 2009, il s'est agi de trouver une nouvelle réglementation. Les Etats ne sont pas parvenus à se mettre d'accord et n'ont décidé qu'une intention juridiquement non contraignante. Le réchauffement climatique doit se limiter à 2 °C et d'ici 2012, des montants de 20 milliards de dollars US, et même 200 milliards d'ici 2050 devront être mis à disposition. Les détails concrets doivent être précisés lors de la Conférence sur le climat de Mexico en novembre 2010. Les Etats ne sont pas parvenus à se mettre d'accord sur une diminution de moitié des gaz à effet de serre, indispensable pour obtenir un réchauffement de moins de 3 °C.

Dans le protocole de Kyoto, la Suisse s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8% par rapport à 1990. La base légale est la loi sur le CO₂. Ce qui devrait être obtenu surtout par des mesures volontaires de la part de l'économie et par une taxe CO₂ sur le mazout et le gaz. En 2008, les émissions ont été presque aussi importantes qu'en 1990. Alors que pour les émissions de combustibles, une diminution d'env. 10% a été relevée, une augmentation d'env. 15% l'a été pour les carburants. Il ne faut donc pas s'attendre à ce que la Suisse atteigne ses buts même si la crise économique de 2009 a fait diminuer les émissions de CO₂. Dans la révision de la loi de 2010, une diminution des gaz à effet de serre de 20% a été fixée pour 2020. La taxe sur le mazout et le gaz peut être augmentée. Aucune taxe sur les carburants n'est prévue.

Conclusion

Depuis la révolution industrielle, l'être humain change le climat en consommant des énergies fossiles. Le rythme de ce changement climatique devient toujours plus rapide et ses répercussions sont toujours plus grandes. En Suisse aussi, les conséquences deviennent toujours plus visibles, surtout dans les Alpes, et toujours plus sérieuses. Ce changement climatique non seulement coûte cher mais fait également toujours plus de victimes. La Suisse sera elle aussi toujours plus concernée par les flux migratoires et conflits résultant du réchauffement global. Les 20 prochaines années décideront de l'importance de ce réchauffement. Nous sommes ici tous mis en demeure, même si notre contribution est globalement minime: nos politiciens doivent prendre des mesures efficaces, pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre et les faire appliquer, et s'engager pour elles au niveau international. Nous consommateurs pouvons contribuer à ce que le réchauffement ne dépasse pas 2 °C par une consommation efficiente et restrictive d'énergies fossiles. Je suis convaincu qu'il n'est pas encore trop tard, mais qu'il est grand temps de faire quelque chose contre le réchauffement toujours plus rapide.

Correspondance:

Jörg Rentsch, lic. phil. I
 Géographe et historien
 Maturitätsschule pour adultes
 Ruopigenstrasse 40
 CH-6015 Luzern
joerg.rentsch@edulu.ch

Références

- 1 Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, et al. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007. p. 104.
- 2 Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, et al. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007. p. 96.
- 3 Robert T. Watson (editor). Climate Change 2001: Synthesis Report, Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2001. p. 7.
- 4 Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007. p. 418.