



INTERVIEW

# Jean Jouzel

**Vers un changement de civilisation**

**Towards a civilisational change**



« Il y a la main de l'homme  
derrière la composition  
actuelle de l'atmosphère »

photo : Bernard Bisson

---

## « Il faut s'attendre à des températures records proches de 55°C au Luxembourg ! »

---

***Vous êtes paléo-climatologue, « historien du climat ». Quelle est la dernière fois qu'il a fait si chaud sur Terre ?***

De façon quasi certaine il y a 125 000 ans, époque à laquelle il faisait 1 à 2 degrés de plus, et probablement même plus récemment, il y a de cela 8 à 10 000 ans.

Mais la Terre, dans toute son histoire, a été en général plus chaude qu'elle ne l'est aujourd'hui.

L'histoire de la Terre s'étend sur 4,6 milliards d'années et son climat y a toujours varié. Il y a eu des périodes plus chaudes qu'aujourd'hui et parfois, elle a failli se transformer en boule de neige. Clairement, il y a eu des périodes où les températures étaient nettement plus élevées et de façon tout à fait naturelle. On sait par exemple que les eaux profondes étaient 10 degrés plus chaudes qu'actuellement il y a 50 millions d'années.

***Qu'est-ce qui est anormal dans l'évolution récente des températures ?***

C'est la bonne question. Le climat varie et variera toujours. Cette variabilité naturelle existe à toutes les échelles de temps, mais depuis 10 000 ans on est dans une période relativement stable.

Les activités humaines des 200 dernières années perturbent cette stabilité et conduisent à un réchauffement très fort et accéléré. Entre le dernier maximum glaciaire il y a 20 000 et 12 000 ans, la Terre s'est réchauffée en moyenne de 4 à 5 degrés mais là on est parti pour le faire de 50 à 100 fois plus vite !

On est désormais passé dans un monde où les activités humaines ont marqué de leur empreinte la composition de l'atmosphère. Il y a plus de 40% d'augmentation de gaz carbonique depuis 200 ans,

le méthane a été multiplié par 2,5 et on relève 20% de plus de protoxyde d'azote. Donc, il y a vraiment la main de l'homme derrière la composition actuelle de l'atmosphère. Ce changement de composition se traduit par une augmentation de l'effet de serre, c'est à dire, un accroissement de la chaleur disponible pour chauffer les composants du système climatique. Si on chauffe plus, on s'attend de façon quasi logique à ce que la température augmente et d'ailleurs c'est ce qui se passe sous nos yeux.

***C'est l'entrée dans l'anthropocène...***

Officiellement nous sommes toujours dans l'holocène selon la commission chargée de définir les ères géologiques, mais dans la pratique, oui, nous sommes entré dans l'anthropocène. C'est l'idée selon laquelle l'homme influence, par ses activités, la composition de l'atmosphère, le climat et plus généralement d'autres paramètres de son environnement.

Je trouve pertinente l'approche de Paul Crutzen. Il définit l'entrée dans l'anthropocène comme la première mise en évidence de l'augmentation des concentrations en gaz carboniques au début du 19<sup>e</sup> siècle, un phénomène lié aux émissions, elles-mêmes dues à la machine à vapeur, à l'utilisation du charbon.

***Certains pensent que 2 degrés de plus, ce n'est pas tant... A quoi faut-il vraiment s'attendre ?***

Je dis du réchauffement actuel qu'il est perceptible, et je disais pendant longtemps qu'il n'était pas encore dangereux dans nos régions. Mais, désormais, on commence à voir les impacts. Des étés comme 2003 en Europe où l'on a eu 70 000 morts, c'est loin d'être négligeable. Les feux qui se sont

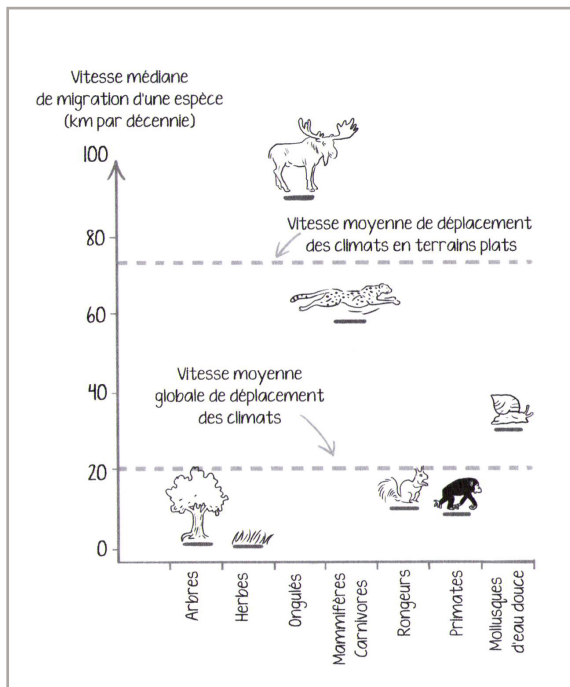


**Jean Jouzel**

Glaciologue et climatologue français, Jean Jouzel a été Vice-Président du groupe scientifique du GIEC de 2002 à 2015. En 2012, il a reçu le prix Vetlesen, considéré comme l'équivalent du prix Nobel dans le domaine des Sciences de la Terre et de l'Univers. Membre du comité de préparation français de la COP21, il est conseiller au CESE.

Jean Jouzel is a French glaciologist and climatologist, he acted as Vice President of the scientific group IPCC from 2002 to 2015. In 2012, he was awarded the Vetlesen Prize, considered equal to the Nobel Prize in the field of Earth and Universe Sciences. Member of the French preparation group of the COP21, he is an advisor at the ESEC.

produits au Portugal ces derniers mois sont évidemment liés au réchauffement climatique. Ces étés à la fois précoces, secs et chauds sont favorables au départ et à la propagation des incendies.



« Quel Climat Pour Demain » de Jean Jouzel et Olivier Nouaillas

On le voit le réchauffement est déjà dangereux aujourd'hui. A l'avenir, même à un degré de plus, il faut s'attendre à un climat vraiment différent. Il y aurait déjà forcément une élévation de 50cm du niveau des mers à la fin du siècle. Les événements extrêmes vont se multiplier et s'intensifier, les précipitations intenses, les périodes de sécheresse, les cyclones... Les canicules se feront de plus en plus importantes avec des températures records.

#### **Quels pics de chaleur sont attendus pour le Luxembourg à horizon fin du siècle ?**

Selon une dernière étude, il faut s'attendre à des températures records proches de 55 degrés dans l'Est de la France et au Luxembourg. Ceci dans le cas où il n'y aurait pas d'effort entrepris pour lutter contre le réchauffement climatique.

#### **Au-delà de ces impacts directs, vous notez aussi la production alimentaire qui serait menacée ?**

Globalement, d'ici une dizaine d'années il y aura des régions qui seront concernées par des pertes ou des gains de productivité mais à la fin du siècle les régions qui perdent prendront le pas de façon très claire sur les autres.

Lorsque l'on regarde l'humanité dans son ensemble, c'est perdant. Mais plus largement aussi pour la planète. C'est perdant notamment lorsque l'on considère la perte en biodiversité. Ce sont des espèces entières qui sont menacées. On sait que la moitié des espèces de faune et flore ont des capacités de déplacement moins importantes que la vitesse de déplacement du climat. On voit bien les difficultés.

#### **Dans votre ouvrage « Quel climat pour demain » vous affirmez « la 6<sup>e</sup> extinction animale de masse est en cours », c'est un propos très fort...**

C'est ce que nous disent les spécialistes de la biodiversité. Et généralement, ils ne tiennent même pas compte du réchauffement climatique. Ce qu'ils nous disent, c'est que ce n'est pas seulement l'humanité qui est touchée; nous sommes en train de massacrer notre environnement. C'est vrai pour les espèces sauvages, mais aussi pour les animaux domestiques. Avec des températures dépassant les 50 degrés, il faudra peut-être climatiser les étables. C'est assez affolant.

Le réchauffement climatique exacerbe tous les autres problèmes environnementaux : perte de biodiversité, pollution, ressources en eau, sécurité alimentaire mais aussi d'autres problèmes comme la sécurité tout court...

#### **C'est le sens du prix Nobel de la Paix que vous avez reçu collectivement en tant que Vice-Président du groupe scientifique du GIEC.**

Oui, c'est la signification profonde de ce prix décerné au GIEC et à Al Gore en 2007.

Cette reconnaissance pose le principe que, si on ne fait rien pour lutter contre le réchauffement climatique, il sera difficile d'avoir un développement harmonieux de nos civilisations. À l'inverse, si l'on veut lutter contre ce phénomène, il faut tous s'y mettre ensemble. C'est donc un symbole de paix.

#### **Vous avez été associé de près à la COP21 en janvier 2015. Quel regard portez vous sur l'Accord de Paris, formidable espoir douché par l'annonce de sortie récente des États-Unis ?**

---

## « Si on ne fait rien pour lutter contre le réchauffement climatique, il sera difficile d'avoir un développement harmonieux de nos civilisations »

---

À l'inverse de Kyoto et Copenhague, la Convention Climat n'a pas fixé d'objectifs par pays mais a invité les nations à faire part de leurs engagements.

J'étais dans le comité de préparation de la COP21 avec Laurent Fabius au niveau français et il était extrêmement pessimiste au départ. Il craignait que les pays ne reviennent pas avec des propositions car ils n'y étaient pas contraints. Mais en réalité, ça a très bien marché. À l'exception de la

40% d'émissions en trop à horizon 2030. Ce qui nous mènerait plutôt vers 3 voire 3,5 degrés d'ici la fin de ce siècle. C'est un vrai problème. D'où l'idée de rediscuter l'Accord de Paris, de demander aux états de faire mieux encore. C'est là où le retrait de Trump devient extrêmement dommageable. Si le deuxième pays émetteur a quitté le bateau, on n'a plus un accord universel.

Je dis souvent que d'une certaine manière les rapports du GIEC sont éminemment politiques, au bon sens du terme, c'est-à-dire que l'on essaie d'être *policy relevant*. Oui, il y a une dimension politique dans les travaux scientifiques. Nous sommes au service des décideurs politiques, dans une démarche qui place le scientifique au cœur de la cité. Nous essayons d'aller aussi beaucoup vers le grand public, les écoles. Je reviens justement d'un colloque qui réfléchit à l'éducation au réchauffement climatique au niveau mondial, à la façon dont nous pouvons mettre tous les arguments scientifiques plutôt que les multiples *fake news* à portée du grand public et de la jeunesse.



Marche scientifique pour le climat le 22 avril 2017

Syrie et du Nicaragua, tous les pays de la planète se sont engagés dans l'Accord de Paris. C'est ce qui a fait de cet accord un accord universel.

Le revers de la médaille, c'est que les contributions ne sont pas en ligne avec les objectifs de 2 degrés. Même avec les engagements, on compte déjà

***L'apport de la science a été clé lors de la Convention Climat et la marche de la science internationale le 22 avril dernier coïncidait d'ailleurs avec le jour de la Terre. On y lisait des pancartes "Science serving the common good", "Science not silence". Cela souligne une science engagée...***

***Les solutions proposées sont variées, des plus simples, l'efficacité énergétique, aux plus surprenantes. Quelles sont celles qu'il faut selon vous encourager ?***

Le premier levier, c'est l'efficacité énergétique, à savoir consommer moins d'énergie pour faire les mêmes activités. Au-delà, je pense qu'il y aura besoin d'une certaine sobriété pour réussir à lutter contre le réchauffement climatique, c'est-à-dire, renoncer à certaines activités parce qu'elles consomment trop d'énergie.

Si l'on regarde la répartition des émissions, la première source d'émissions est celle liée aux gaz carboniques, donc à notre utilisation des combustibles fossiles. Si l'on souhaite rester en deçà des 2 degrés, il faut obligatoirement renoncer aux plus de 80% des combustibles fossiles accessibles.



---

« C'est un véritable défi,  
mais un défi qui peut être  
assez enthousiasmant si l'on  
ne s'y met pas trop tard »

---

au niveau mondial mais aussi au sein des nations, est au cœur du problème du réchauffement climatique.

***Au-delà de l'échelle étatique, quel est votre message aux entreprises ?***

C'est un message aux entreprises mais aussi aux jeunes d'aujourd'hui : il y a énormément d'opportunités à saisir dans la recherche d'innovations, non seulement technologiques, mais sociales, dans les modes d'organisation. Il y a tellement de choses à faire. C'est un véritable défi, mais un défi qui peut être assez enthousiasmant si on ne s'y met pas trop tard.

Les pays et les entreprises qui se seront impliqués dans la lutte contre le réchauffement climatique et l'adaptation à ces enjeux, seront devant, économiquement. On voit bien que ce sont les précurseurs qui seront les gagnants. À court terme forcément, c'est moins facile. Il faut une véritable vision et une foi en l'avenir. À moyen et long terme, je fais le pari que ce sera bien sûr écologiquement, mais aussi économiquement gagnant.

***Faisons un peu de prospective... Comment imaginez-vous la situation dans 10 ans? Aura-t-on progressé ? Êtes-vous confiant ?***

Du point de vue de la connaissance scientifique, j'espère que nous aurons progressé.

Désormais, le GIEC est reparti dans son 6<sup>e</sup> cycle. Il y a beaucoup de domaines où demeurent des incertitudes en terme de calculs des impacts. Par exemple, les questions de l'élévation du niveau de la mer et le comportement des calottes, le rythme d'El Nino, la question des extrêmes climatiques...

Du côté des solutions naturellement, je souhaite que l'on ait beaucoup avancé mais dans mon domaine en particulier, en matière de recherche fondamentale, il y a encore beaucoup de questions auxquelles notre communauté scientifique doit répondre pour faciliter la prise de décisions des politiques.

***À quand le prochain rapport du GIEC ?***

Le rapport complet sera publié en 2021-22 mais il y aura des rapports intermédiaires d'ici là avec un rapport spécial déjà l'an prochain sur « un monde à 1,5°C ». ◀

C'est donc un changement complet de civilisation. Il y a aussi les 20% des émissions liées aux pratiques agricoles, le méthane, le protoxyde d'azote. Là aussi, un changement de modèle s'avère nécessaire.

Côté innovation, ce qui est appelé à se développer à l'échelle planétaire, c'est bien sûr le développement des énergies renouvelables.

Enfin, si l'on veut rester en-deçà des 2 degrés à la fin du siècle, il nous faut des émissions négatives, c'est-à-dire, que l'on soit capable de faire diminuer la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. La solution envisagée est de faire pousser de la biomasse et de l'utiliser comme source énergétique et de piéger le CO<sub>2</sub> à la sortie. Mais pour le moment, c'est purement théorique. Même le piégeage et stockage du gaz carbonique n'a pas vraiment dépassé le stade pilote.

***En ce sens, accueillez-vous favorablement l'initiative actuelle du gouvernement luxembourgeois qui a annoncé s'engager officiellement dans la Troisième Révolution Industrielle et effectuer une transition post-carbone ?***

J'ai écouté Jeremy Rifkin, j'ai vu ce qu'il essayait de faire dans le Nord de la France également. Je pense que l'idée d'allier développement économique et respect de l'écologie et du climat est le seul pari que l'on puisse faire sur l'avenir. Il faut bien comprendre qu'un climat à +4 ou +5 degrés, c'est un monde où il fera moins bon vivre. Si on atteint 10 milliards d'habitants dans la deuxième partie de ce siècle, ce qui est probable, c'est le risque d'accroissement des inégalités. Le milliard de personnes aisées sur cette planète trouvera toujours les endroits où il fait bon vivre, mais les autres vivront un monde exécrable. L'accroissement des inégalités,

*You are a paleo-climatologist, a “climate historian”. When was the last time it was so warm on earth?*

With near certainty, I can say that 125,000 years ago there was a period in which it was 1 to 2 degrees warmer than today but similar temperatures can probably be found in more recent periods such as 8 to 10,000 years ago. But the earth, throughout its history, has always been warmer than it is today. The earth's history stretches over 4.6 billion years and its climate has always changed. There have been warmer periods than today and there have been colder periods than today, where the world transformed itself into a snowball. Of course, there have been periods where temperatures were considerably higher, in a completely natural way though. We know for example that 50 million years ago the deep waters were 10 degrees warmer than they are nowadays.

#### **What is unusual about the recent evolution of temperatures?**

That is the right question to ask. Climate changes and will always change. This natural variability exists in all the different time-scales, but for the last 10 000 years we have been in a relatively stable period. However, for the past 200 years, the human activity has disturbed this stability and has led to a strong and



*Jean Jouzel découpe de la glace dans la tranchée scientifique - GRIP*

accelerated global warming.

20,000 and 12,000 years have passed since the Last Glacial Maximum and the earth has warmed up by 4 to 5 degrees on average, now however, it is heating up 50 to 100 times faster!

We are living in a world where the human activity has impacted the composition of the atmosphere. Throughout the past 200 years, the amount of carbon dioxide in the atmosphere has increased

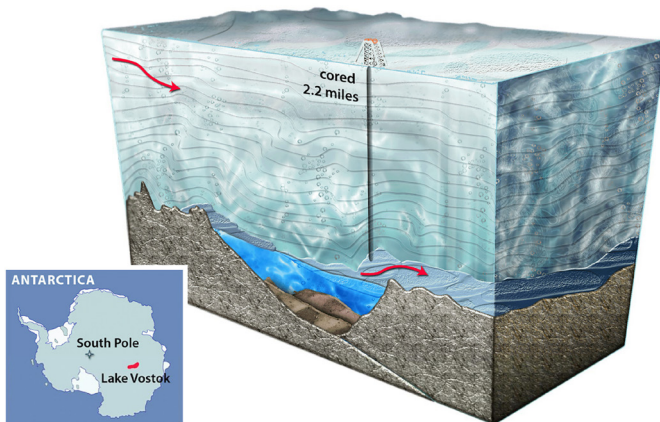
by more than 40%, methane has multiplied by 2.5 and nitrous oxide has risen by more than 20%. Thus, it is indeed the human activity that is behind the current composition of the atmosphere. This compositional shift translates into an increased greenhouse effect, that is, a rise in the available heat to warm the climate system components. The more we heat, the more we logically expect temperatures to increase, which is what is happening right now.

#### **Ce que recèle la carotte de Vostok**

En raison des conditions climatiques en Antarctique, des couches de neige et de glace se superposent année après année, laissant au passage des traces de l'atmosphère dans des bulles. Les forages permettent alors de reconstruire les évolutions passées des moteurs du système climatique. Or l'ensemble des reconstructions montrent avec certitude que les gaz à effet de serre ont un impact sur les cycles observés, et que leurs niveaux actuels dépassent largement ceux des 800.000 dernières années.

#### **The Vostok ice core findings**

Thanks to climate condition in Antarctica, layers of snow and ice pile up, year after year, catching in the process traces of the atmosphere in bubbles. The past evolutions of the drivers of the climate system are reconstructed using these ice cores. Yet, all the reconstructions show with a very high confidence that greenhouse gases are linked to the observed cycles, and that today's levels of these gases exceed those of the last 800.000 years, with 390ppm for CO<sub>2</sub> and 1803ppb for CH<sub>4</sub> in 2011.



source :

<http://news.nationalgeographic.com/news/2007/07/070705-antarctica-ice.html>

source : CIRED

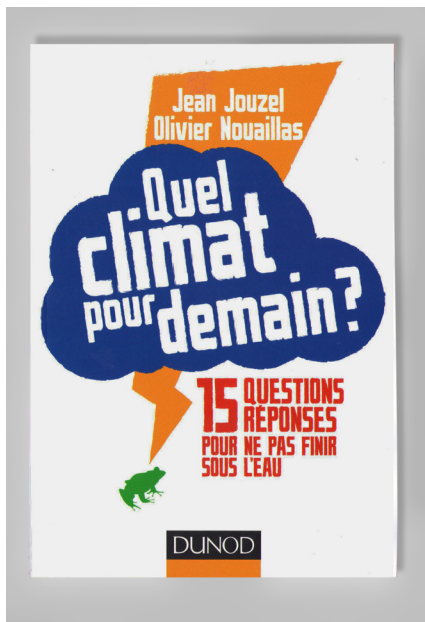
### ***We are entering the Anthropocene Era...***

Officially we're still in the Holocene era, according to the Commission responsible of defining the geological eras, but in practice, yes, we have entered the Anthropocene Era. The idea is that, through their activities, humans influence the composition of the atmosphere, the climate and more generally the other factors of its environment.

I think that Paul Crutzen's approach within this context is very relevant. He defines the entry in the Anthropocene Era as the first observation of the increase of carbon dioxide concentrations since the beginning of the 19th century, a phenomenon that is itself linked to the emissions of the steam engine, the use of coal.

### ***Some people think that a two degree temperature increase is not that important... What does it really imply?***

I think that the temperature rise is indeed discernible, while for a long time I said that this increase was not yet dangerous for our regions, I start to see its impacts. Summers such as in 2003, where in Europe alone there have been 70,000 deaths, cannot be ignored. The forest fires that broke out in Portugal in June are clearly linked to global warming. These precocious, dry and warm summers, are favourable for the propagation of fires.



---

## **“We have to expect an increase in the frequency and intensity of natural disasters, severe rainfalls, longer droughts and cyclones”**

---

We can see it already today; global warming is dangerous. In the future, with just one more degree Celsius, we have to expect a different climate. Even with a contained global warming, we will inevitably witness a 50cm rise in the sea level by the end of the century. Furthermore, we have to expect an increase in the frequency and intensity of natural disasters, severe rainfalls, longer droughts, cyclones... Heatwaves will become more and more serious with record-breaking temperatures.

### ***What are the temperature peaks that can be expected in Luxembourg by the end of the century?***

Following one of the latest studies, we have to expect record temperatures of 55 degrees in the East of France and in Luxembourg. This reflects a scenario where no action is taken to fight global warming at all.

### ***Beyond these direct impacts, you have also noticed that global warming jeopardizes our food production?***

Globally, within the next decade there will be regions that will lose or gain productivity. But by the end of the century, the losing regions will clearly outweigh the others / winners. If we look at the whole of humanity, it is losing. But even more generally, we find that the planet is losing too. It is losing when we look at its diminishing biodiversity. There are whole species that are threatened/endangered. We know that half of the fauna and flora species have adaptation and migration capacities that cannot keep up with the speed of global warming. The difficulties are obvious.

### ***In your publication “Quel Climat Pour Demain” (What a climate for tomorrow), you claim that “the sixth animal mass extinction is happening”, which is a very strong statement...***

That is what the biodiversity specialists are saying. And generally, when they mention this, they are not even including global warming. What they tell us is that it is not only humanity that is affected by this, we are currently killing our environment. It is true for wildlife species but also for domestic animals. With temperatures higher than 50 degrees we might have to air-condition stables, which is quite frightening.

Global warming unnecessarily exacerbates all environmental problems: loss in biodiversity, pollution, water resources, food security but also other problems such as security in its own.

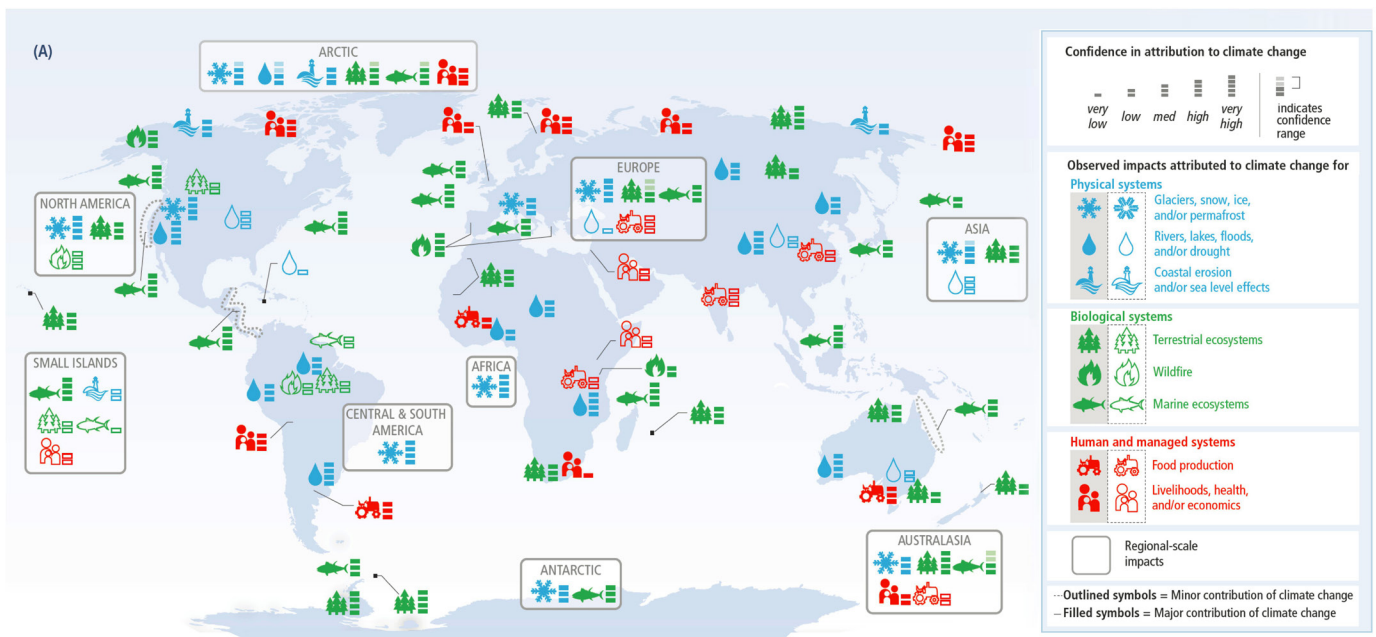
### ***So that is the true significance of the Nobel Peace Prize that you have collectively received as Vice President of the IPCC scientific group.***

Yes, this is the profound meaning of this award given to the IPCC and Al Gore in 2007.

That recognition highlights the principle that, if we don't act against global warming, it will be difficult to maintain a harmonious development of our civilisations. On the opposite, fighting against this phenomenon, will require action by us all and therefore it is a sign of peace.

### ***You were closely associated to the COP21 in January 2015, what are your views on the Paris Agreement? Have the great hopes been dampened by the recent retreat announcement of the United States?***

Opposite to the Kyoto and Copenhagen Agreements, the Climate Convention has not set clear country goals but has invited the nations to put forward their own contributions.



*Simplified representation of confirmed impacts of climate change over last decades (AR5 WG2 TS, Figure TS.2). Projections show a global increase of these impacts, with unequal potentials for adaptation.*

*Représentation simplifiée des impacts confirmés du changement climatique de ces dernières décennies (AR5 WG2 TS, Figure TS.2). Les projections montrent une amplification des impacts, avec des potentiels d'adaptation inégaux.*

I was in the French preparation committee for the COP21, alongside with Laurent Fabius, who was extremely pessimistic at the beginning. He doubted that the countries would come up with their own suggestions because there were no (legal) obligations. But in reality, it worked very well, except for Syria and Nicaragua. All countries from around the world have contributed, that is what makes this agreement a universal agreement.

However, the drawback is that the contributions are not in line with the 2 degree objective. Even with the set commitments, we still have excess emissions of 40% for 2030. This will take us to a 3 if not 3.5 degrees temperature rise by the end of the century. That's a real problem. That's where we would like to discuss the Paris Agreement and where we would have to ask the different States to do even better. And that's where the retreat of Trump becomes extremely damaging. If the second highest emitting country in the world leaves the agreement, we don't have a universal agreement anymore.

***The scientific contributions were key to the Climate Convention. On April 22 of this year, the International Science March coincided with Earth Day, exposing signs and banners saying "Science***

***"To remain below 2 degrees, we must renounce to more than 80% of the accessible fossil fuels. This will imply a complete transformation of our society"***

***serving the common good", "Science not silence". This highlights a committed science...***

I often say that in a certain way the IPCC reports are eminently political, in the proper sense of the term, that is we are trying to be "policy relevant". Yes, there is a political dimension to our scientific work. We serve the policy-makers in a way that puts the scientist at the heart of citizenship. We try to interact with the wider public, with schools as well. I just came back from a symposium on global warming education in the world, on how we can make scientific evidence more accessible to the general public and youth rather than the numerous "fake news".

***The solutions that have been put forward vary largely, from the simplest, such as energy efficiency, to the most remarkable solutions. Which initiatives do you think deserve encouragement?***

The first step is energy efficiency, to consume less energy while doing the same activities. Beyond this, I think that the fight against climate change requires a certain simplicity, such as to renounce to certain activities as they consume too much energy. If we break down emissions we find that the first biggest source of pollution is linked to carbon dioxide gas, hence to our use of fossil fuels. If we wish to remain below 2 degrees, we must renounce to more than 80% of the accessible fossil fuels. This will imply a complete transformation of our society. Furthermore, there are 20% of emissions that are linked to agricultural practices, methane, nitrous oxide. There again, a transformation of the model will be necessary.

Talking about innovation, obviously, what will have to develop on a global scale are renewable energies. Finally, if we want to remain below 2 degrees

by the end of the century, we need negative emissions, in other words, we need to reduce the amount of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. The envisioned solution is to grow biomass and to use this as an energy source to simultaneously trap CO<sub>2</sub> within the process. But for the moment, this is purely theoretical. Even the entrapment and storage of carbon dioxide hasn't really passed the pilot phase.

***In that respect, what do you think about the initiative currently undertaken by the Luxembourgish government who has announced that it will officially commit the Third Industrial Revolution and will carry out a post-carbon transition?***

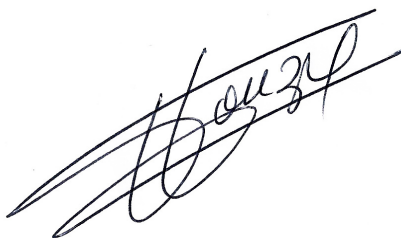
I have listened to Jeremy Rifkin and I have seen what he tried to do in Northern France. I think that the idea of aligning economic development with ecological and environmental respect is the only way we can move forward. You have to understand that a climate of +4 or +5 degrees, roughly speaking, is a world in which it will be harder to live in. If we attain a population of

10 billion people within the second half of this century, which is likely to happen, there is a risk of increasing inequalities. This means that, while the one billion people that are rich enough will always find a place to live well, the rest of the world will live in terrible conditions. It's this increasing inequality, not just at the global level but also at the national level, that is at the heart of the global warming issue.

***Beyond the state level, what is your key message to businesses?***

It is not just a message for businesses, but also for young people. There are tremendous opportunities regarding innovation, not only on the technological scale but also in the social sphere, on an organisational level. There are so many things to do. It is a true challenge, but a challenge that can be quite exciting if it is addressed early enough. It will be the countries and businesses that will be involved in developments that keep pace with the fight against global warming and its adaptations that will be economically ahead. It will be the pioneers that will win. It won't be easy in the short term,

*Merci à tous ceux et celles qui se sont impliqués depuis maintenant 10 ans dans les projets d'IMS Luxembourg à qui je souhaite beaucoup de succès pour les années futures.*



Jean Jouzel

Vice Président du groupe scientifique du GIEC de 2002 à 2015

they need a true vision and confidence in the future. However, in the medium and long run, I bet that it will be ecologically but also economically rewarding.

**Let's do some prospecting... What will the situation be like in 10 years time? Will it have progressed? Are you optimistic?**

From the scientific point of view, I hope that we will have progressed.

As of now, the IPCC has started its 6th cycle. Uncertainties remain in many fields with regards to the calculations and impacts. For instance, questions about rising sea levels or the behaviour of the ice caps, El Nino's rhythm, as well as questions around weather extremes.

On the solutions' side, of course I hope that we will have made a lot of progress especially in my domain, in fundamental research, many questions remain to which our scientific community

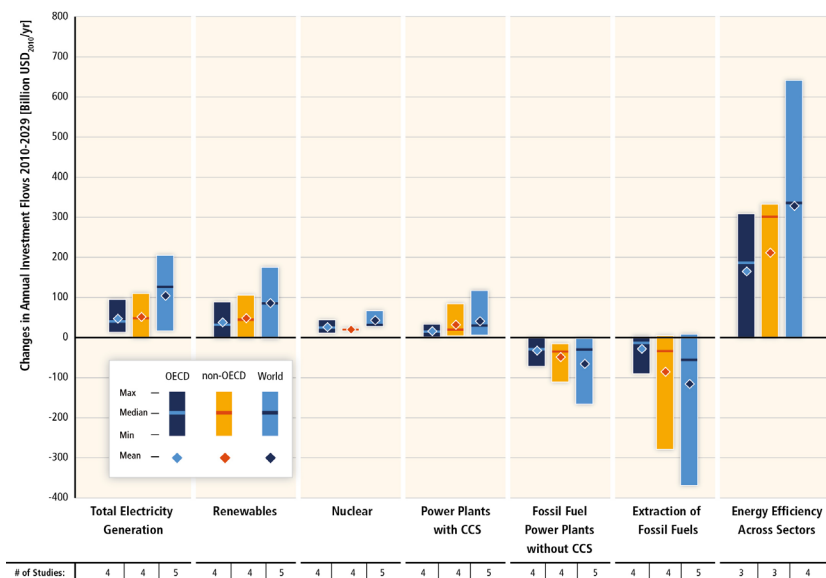
has to answer in order to facilitate political decision making.

**When will the next IPCC report be published?**

The next complete report will be published in 2021-22 but there will be intermediary reports until then, with a special report on "A World at 1.5°C" already being published next year. <

**"It will be the pioneers that will win"**

## Investment sector: Winners and losers of climate change



Annual investments variations in mitigation scenarios for 2°C trajectories by 2100 compared to respective reference trajectories (2010-2029)

Variations annuelles d'investissements - scénarios 2°C vs scénarios de référence (2010-2029)  
(Source: IPCC, AR5, WG3, SPM, 2014)

Climate policies consistent with the 2°C objective are expected to induce a major reallocation of investments towards energy efficiency and renewable energies. Annual investments in low carbon power production may double by 2030 while those in fossil fuel extraction could be reduced by several hundred billion of dollars.

La mise en œuvre de politiques climatiques compatibles avec l'objectif 2°C entraîne une réallocation majeure des investissements en faveur de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables. Les investissements annuels dans la production électrique bas carbone pourraient doubler d'ici 2030, alors que ceux dans l'extraction des énergies fossiles pourraient diminuer de plusieurs centaines de millions de dollars.

source : CIRED

# Scénarios des futurs possibles

## Ce que nous dit la science

### A science-based approach



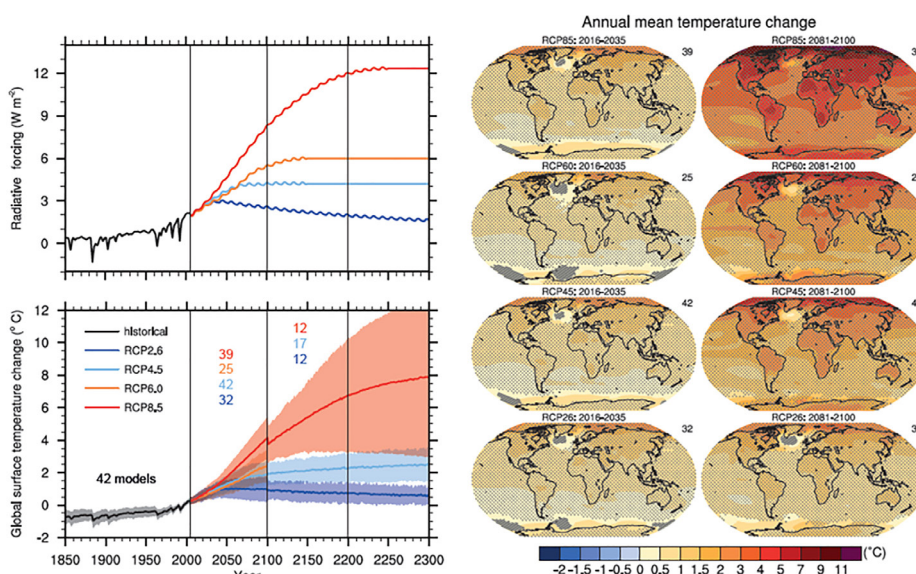
**Christophe Cassen**

Responsable de projets au CIREN (Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement) dans le domaine de la modélisation technico-économique et en charge de la coordination scientifique avec la SMASH (Société de Mathématiques appliquées et de Sciences Humaines)



**Yann Quilcaille**

finit sa thèse en sciences du climat au CIREN et au LSCE (Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement). Il analyse les conséquences climatiques des sentiers de développement



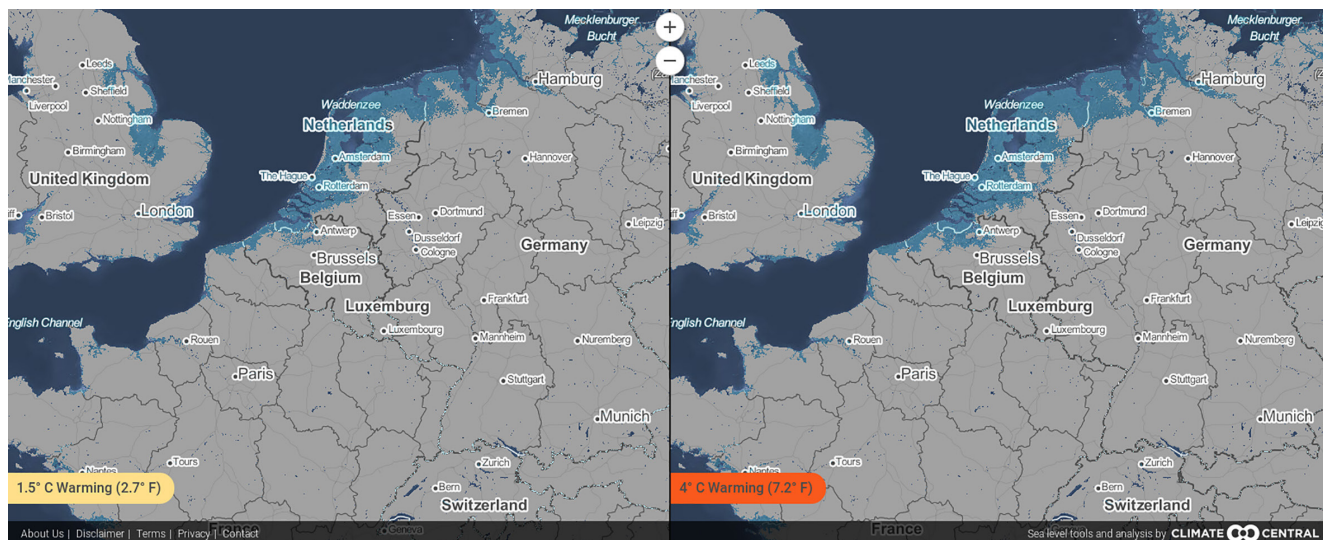
(Source : AR5 WG1 TS)

Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, nous observons une augmentation des températures moyennes et du niveau moyen de l'océan. Entre 1880 et 2012, la température moyenne de la planète a augmenté de 0.85°C. Le développement de modèles système-terre permettent de comprendre cette évolution au travers des dynamiques de l'atmosphère, des océans, de la biosphère et des pôles. Ces modèles ont été en particulier validés en reconstruisant les évolutions passées.

Le besoin de résultats clairs a par ailleurs favorisé le dialogue entre les communautés scientifiques et débouché sur la réalisation de scénarios représentatifs de futurs possibles, comme les *Representative*

*Concentration Pathways* (RCPs). Pour l'optimiste « RCP2.6 », les modèles montrent un réchauffement de 1.0°C de la planète à l'horizon 2100. Mais pour le pessimiste « RCP8.5 », le réchauffement est là de 3.7°C. Pour autant, ces chiffres masquent des réalités contrastées. Localement, le réchauffement peut être bien supérieur, comme au niveau des hautes latitudes. Par ailleurs, ces chiffres sont des tendances annuelles qui cachent une plus grande variabilité saisonnière et journalière des températures et des précipitations.

Des régions verront ainsi leur pluviométrie diminuer, ce qui favorisera les tensions géopolitiques autour des ressources



Surging seas mapping - Source : <https://choices.climatecentral.org>

en eau. D'autres subiront un accroissement de nombre d'inondations, entraînant une augmentation des dommages associés. Des événements extrêmes comme les vagues de chaleur ou les ouragans seront plus nombreux et plus intenses. Les réserves de pêche et l'agriculture ne seront pas épargnées, réduisant la production alimentaire mondiale. Quant à la biodiversité, des espèces entières sont aussi menacées. Il faut aussi compter avec l'élévation du niveau de la mer, inégale selon les régions. Des îles entières risquent d'être submergées multipliant les migrants climatiques. Cette élévation du niveau de la mer menace aussi des territoires entiers, en particulier des villes clés situées sur le littoral.

Face au risque climatique, l'Accord de Paris vise à limiter le changement climatique en deçà de 2, voire 1.5°C, à l'horizon 2100 par rapport à la période préindustrielle. Cet objectif est certes difficile, mais nous n'avons pas le droit à l'erreur. La Terre continue à évoluer après 2100 et il est très probable que les changements climatiques ne soient pas totalement réversibles. ◀

Over last century, we observe an increase in mean temperatures and in sea levels. Over 1880-2012, the mean surface temperature has increased by 0.85°C. To understand this evolution and the

underlined dynamics of the atmosphere, the oceans, the biosphere and the poles, models of the Earth system have been developed. These have been validated by reproducing past evolutions.

The need for clear results has fostered the dialogue between communities. Scenarios representing different futures have been developed, like the Representative Concentration Pathways (RCPs). For the optimistic "RCP2.6", models show a global warming of 1.0°C by 2100, with reference to the mean of 1986-2005. But for the pessimistic "RCP8.5", the global warming is here of 3.7°C by 2100. Nevertheless, these mere number hide risks. Locally, warmings may be much warmer, in high latitude for instance. Besides, these numbers are annual trends. Seasonal and daily variations are also modified. The temperatures we are use to will be shifted, non-homogeneously, with much higher temperature peaks.

Some regions will then see their rainfalls diminish, which may create or stimulate existing geopolitical tensions about access to water. Other regions will see their floods worsen, causing the associated costs to increase. Events such as heat waves or hurricanes are expected to become more frequent and more intense. Fisheries and agriculture would have their burden, with a decrease of the global

food production. As for the biodiversity, entire ecosystems are endangered. One must also deal with unequal sea level rise within different regions. Entire islands are at risk to be submerged, forcing their population to become climate migrants. This elevation threatens whole territories, including key cities built on shores.

To combat climate change, the Paris Agreement aims at keeping global warming below 2°C, or even 1.5°C, by 2100 above preindustrial period. Even though this target will not be easy to achieve, we must not fail. The Earth keep changing after 2100, and it is very likely that not all climate changes are totally reversible. ◀

#### Christophe Cassen

Research Manager at CIREd in the field of the technico-economic modeling and in charge of the scientific collaboration with SMASH

#### Yann Quilcaille

finishes his PhD thesis in climate sciences at CIREd and LSCE. He analyzes the climate consequences of transformation pathways