

## COMPRENDRE

15E Avenue Saint Jean de Beauregard 91400-ORSAY

Tél. 01 60 10 45 92

<http://comprendre.orsay.free.fr>

Compte rendu de la rencontre-débat du mardi 12 avril 2016 à Orsay

### **‘Le réchauffement climatique : science et enjeux’**

animée par **François-Marie BRÉON**,  
chercheur au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement  
(CEA/CNRS/UVSQ), Gif-sur-Yvette, Essonne.

Une trentaine de personnes a participé à la rencontre-débat organisée par COMPRENDRE sur le thème du réchauffement climatique, qui a été animée par François-Marie Bréon, chercheur climatologue au Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) de Gif-sur-Yvette.

Le LSCE, dont notre invité est directeur-adjoint, regroupe environ 300 personnes, dont une moitié de permanents. Il a été et continue à être impliqué dans les travaux et rapports du GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernementaux sur le Climat).

En introduction à son intervention, F.M. Bréon a d'ailleurs rappelé brièvement quel est le rôle du GIEC :

le GIEC a pour mission de suivre, à l'intention des décideurs, les informations d'origine scientifique, technologique ou sociologique liées au réchauffement climatique et à ses conséquences prévisibles. Le GIEC publie tous les six ans, depuis 1995, des rapports complets qui sont des compilations des informations disponibles. De ces documents volumineux (plusieurs centaines de pages), le GIEC rédige aussi des résumés de quelques dizaines de pages à l'intention des décideurs et de la communication ‘grand public’.

### LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Il y a 20 000 ans, en période glaciaire, une épaisseur de plusieurs milliers de mètres de glace recouvrait la Scandinavie et le Canada. Le niveau des océans était 120 mètres plus bas qu'aujourd'hui. La température moyenne était inférieure de 5°C à sa valeur actuelle.

La figure 1 représente l'évolution de la température moyenne à la surface terrestre entre les années 1900 et 2000. :

*chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les précédentes depuis 1850.*

*Le changement climatique attendu est équivalent, mais en un siècle seulement, si la trajectoire actuelle de la hausse des températures se poursuit.*

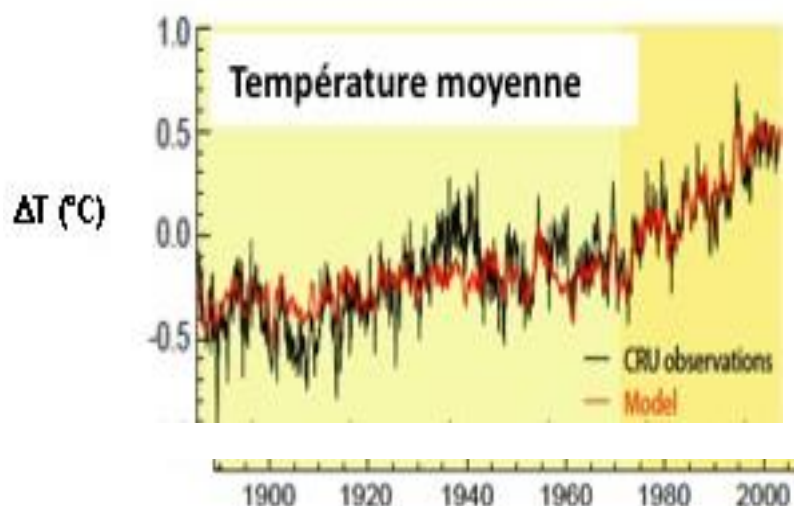


Figure 1 : évolution de la température à la surface terrestre au 20<sup>e</sup> siècle

En tenant compte des différents moteurs possibles du changement climatique, à savoir variation de l'orbite et de l'inclinaison terrestres par rapport au soleil, activité volcanique, activité solaire, on conclut que *les activités humaines constituent la cause essentielle du réchauffement constaté depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle.*

### LES ÉMISSIONS DE GAZ CARBONIQUE (CO<sub>2</sub>)

La comparaison de la figure 1 avec la figure 2 (émissions de CO<sub>2</sub> au cours du 20<sup>e</sup> siècle) montre clairement que *les émissions dues aux activités humaines (anthropiques) sont responsables de l'augmentation de la température terrestre.*

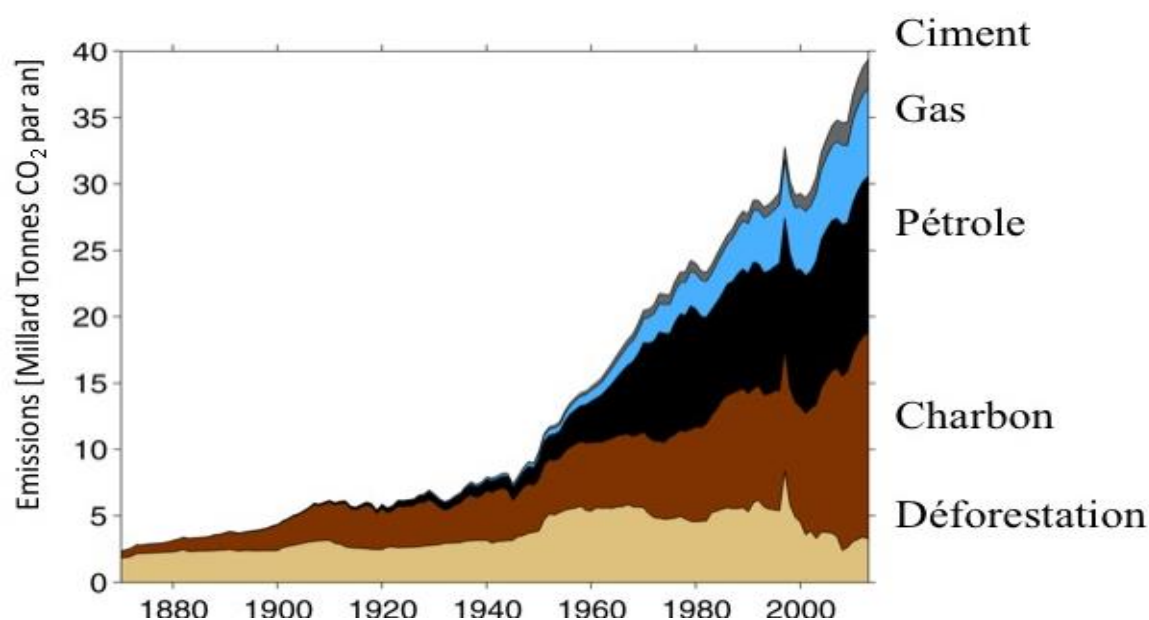


Figure 2 : émissions mondiales de CO<sub>2</sub> de 1880 à 2000

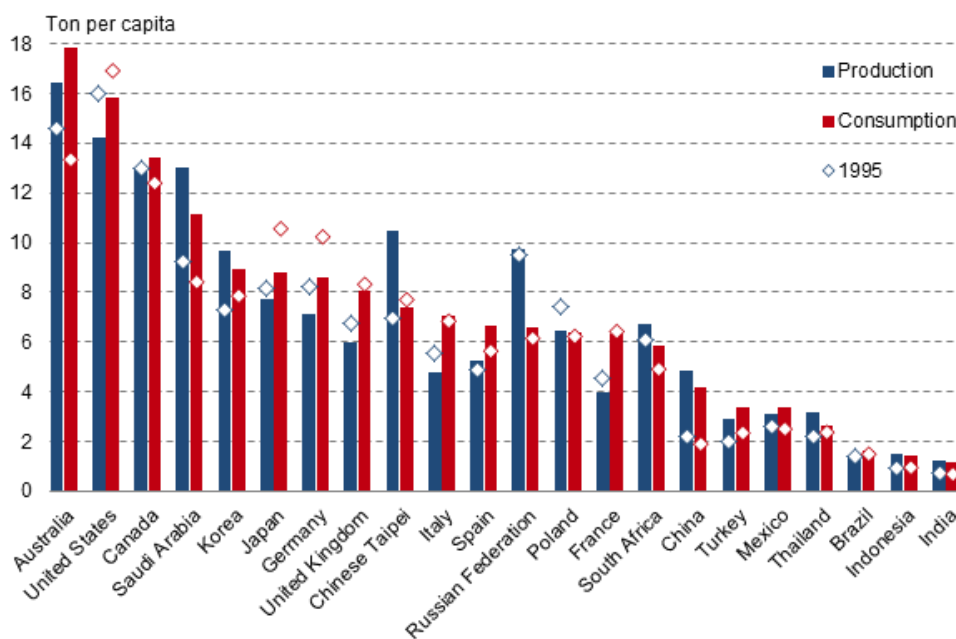
On peut mesurer la composition atmosphérique au cours du dernier million d'années à partir des bulles d'air piégées dans les carottes de glace.

Depuis 1956 sont réalisées des mesures directes dans l'atmosphère. Environ 100 stations dans le monde les effectuent régulièrement.

*Ces mesures démontrent le caractère exceptionnel de l'augmentation récente du CO<sub>2</sub> atmosphérique.*

Correspondant aujourd'hui à environ 5 tonnes/habitant/an au niveau mondial, ces émissions sont très inégalement réparties. Pour les émissions issues du charbon, les plus gros émetteurs sont la Chine, les USA, l'Allemagne et la Pologne.

La figure 3, (émissions par habitant en tonnes de CO<sub>2</sub> annuelles) met en évidence d'énormes différences entre les pays. Elle montre également l'évolution depuis 1995. Elle montre aussi les différences significatives, d'un pays à l'autre, entre CO<sub>2</sub> lié à la production et CO<sub>2</sub> lié à la consommation ; cela est lié aux échanges import/export qui peuvent jouer dans les deux sens.



2015

*Figure 3.* Émissions de CO<sub>2</sub> par habitant en 2015. Comparaison production/consommation et rappel de la situation en 1995

*Les sources :* comme le montre la figure 2, les émissions proviennent, pour environ 90%, des énergies fossiles liées aux activités humaines (industrie, chauffage, transports) et pour environ 10% de la déforestation.

*Les puits :* environ la moitié du CO<sub>2</sub> émis part dans l'atmosphère, un quart dans les océans et le quart restant (par différence) dans la végétation (photosynthèse).

## L'EFFET DE SERRE

Le phénomène physique explicatif de l'augmentation des températures terrestres liées aux émissions de CO<sub>2</sub> est connu depuis plusieurs siècles sous le nom d'effet de serre, dont F.-M. Bréon a appelé le principe :

*L'effet de serre est provoqué par les gaz transparents au rayonnement solaire, mais qui absorbent partiellement le rayonnement infrarouge par lequel la Terre se refroidit. C'est un effet naturel, sans lequel la vie ne serait pas possible sur la Terre.*

*L'augmentation des températures terrestres est donc un phénomène normal ; c'est son évolution, actuellement très rapide, qui est anormale.*

Les principaux gaz à effet de serre sont le CO<sub>2</sub>, la vapeur d'eau, le méthane, le peroxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Mais 99 % de l'atmosphère terrestre (Azote et Oxygène) ne participe pas à l'effet de serre.

*La vapeur d'eau* est un des principaux responsables de l'effet de serre. Sa concentration dans l'atmosphère terrestre croît très vite avec la température de l'air. Toutefois, les activités humaines ont peu d'incidence dans ce cas, car les émissions d'eau, liquide ou vapeur, se retrouvent sous forme de pluie dans le cycle de l'eau et est donc éliminées rapidement, contrairement au CO<sub>2</sub>

*Les nuages* ont un rôle important mais complexe dans l'effet de serre :

- les nuages bas réfléchissent une partie du rayonnement solaire (albédo élevé) et contribuent donc peu à l'effet de serre ;
- les nuages élevés augmentent l'effet de serre en faisant écran au rayonnement infrarouge de la surface terrestre ;
- *globalement, il y a des incertitudes sur les effets des nuages et cela constitue un frein important aux prévisions et aux modélisations du changement climatique à venir.*

## LE NIVEAU DES MERS ET OCÉANS D'HIER A DEMAIN

Dans la période moins 20 000 - moins 10 000 ans, le niveau des mers s'est élevé d'environ 120 mètres (fonte des glaces). Dans les derniers 6 000 ans, on observe une relative stabilité.

Depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle, le taux d'élévation du niveau moyen des mers est supérieur au taux moyen des deux derniers millénaires. Le niveau moyen s'est élevé de 19 centimètres au cours de la période 1900–2010.

*Le niveau moyen des mers continuera à s'élever au cours du 21<sup>e</sup> siècle. en raison du réchauffement accru des océans (effet de dilatation) et de l'accélération de la fonte des glaciers et des calottes glaciaires.*

*Quels que soient les scénarios d'émission de CO<sub>2</sub>, la vitesse d'élévation dépassera très probablement la vitesse observée sur la période 1971–2010.*

## DES PRÉVISIONS POUR LE 21<sup>e</sup> siècle

Le GIEC a procédé à une comparaison des différents modèles et proposé, à partir d'hypothèses sur l'évolution de la concentration des gaz à effet de serre, des scénarios corrélés à des choix de développement économique.

Ces scénarios – en anglais 'Representative Concentration Pathways', en abrégé RCP – mettent en évidence

- qu'il existe une **relation quasi linéaire entre la quantité cumulée de CO<sub>2</sub> émise depuis le début des anomalies et la hausse** des températures ;
- que la plupart des scénarios indiquent une hausse supérieure à 2°C en 2100 ;
- que, pour rester sous la barre des 2°C, la quantité totale de carbone émise en 2100, compte tenu du cycle du carbone, ne devrait pas dépasser 780 gigatonnes ;
- *qu'à ce jour environ 365 GT ont déjà été émis ; Il en resterait donc environ 400 possibles. Aujourd'hui, la quantité annuelle est de 10 gigatonnes (40 GT de CO<sub>2</sub>). On constate donc l'effort considérable qui doit être fait pour atteindre l'objectif 'moins de 2°C en 2100' accepté par les signataires de l'accord de Paris, à l'issue de la COP 21.*  
« Ce n'est plus une affaire de climatologues c'est une affaire de diplomates » ;

- que la vulnérabilité au changement climatique (sécheresses, désertifications, montée des eaux) est la plus grande pour ceux qui émettent peu de CO<sub>2</sub> (Sahel, subcontinent indien, etc.). La figure 4 illustre cette vulnérabilité.

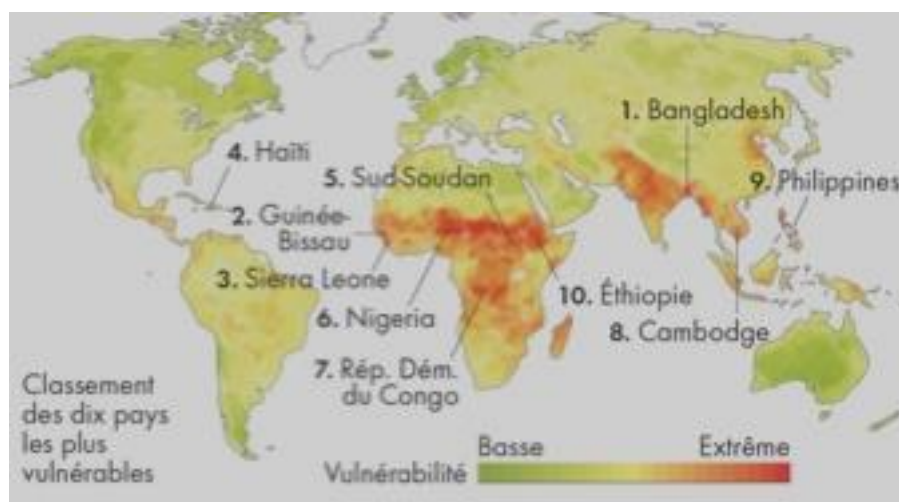


Figure 4 : vulnérabilité au changement climatique

## LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE /CAS DE LA FRANCE

- La lutte contre le changement climatique est utilisée comme argument en faveur de l'installation du photovoltaïque et de l'éolien et d'une limitation de la production d'électricité d'origine nucléaire.
- Alors qu'il y a une bonne souplesse entre la production nucléaire et la demande à EDF, il n'y pas actuellement de réponse satisfaisante au problème du stockage de l'électricité produite par l'éolien et le photovoltaïque.
- Il serait nettement préférable d'investir les mêmes sommes dans l'isolation des bâtiments.
- Le développement de l'éolien et du photovoltaïque *en France* n'aura que peu d'incidence sur les émissions de CO<sub>2</sub>, puisque les centrales nucléaires n'en émettent pas.
- Un développement du nucléaire est une composante essentielle d'une transition énergétique compatible avec les objectifs climatiques, sous réserve qu'y soient associés isolation des bâtiments et transports électriques.
- Il est très difficile de faire passer cette idée dans le public.

## CONCLUSIONS

- Le CO<sub>2</sub> est le principal moteur du changement climatique, mais il y a d'autres contributions non négligeables ; d'une part le méthane et d'autre part les aérosols qui ont un effet 'refroidisseur'.
- Le moteur du changement climatique (augmentation de l'effet de serre) est parfaitement compris et quantifié.
- La rétroaction due aux nuages est la principale source d'incertitude pour quantifier l'ampleur du changement climatique annoncé.

- Les changements climatiques annoncés sont considérables et surtout très rapides au regard des variations naturelles.
- Les dommages ne sont pas sur les lieux de l'émission. Il y a donc une composante éthique à la diminution des émissions.
- Limiter le changement climatique à 2°C nécessite une diminution considérable et rapide des émissions de CO<sub>2</sub>.

+

## DISCUSSION (extraits)

*Que se passerait-il en cas (théorique..) d'arrêt de toute émission supplémentaire de CO<sub>2</sub> ?*

On assisterait très probablement à une baisse rapide de la concentration du CO<sub>2</sub> et à une stabilisation des températures

*Y a-t-il une corrélation entre augmentation des populations et la croissance rapide actuelle du taux de CO<sub>2</sub> ?*

Non, il n'y a pas de corrélation significative entre ces deux facteurs.

*La contribution de l'Antarctique à la montée des océans ?*

Il n'y a pas actuellement de réponse nette. On pense toutefois que la fonte des glaciers est effective : les mesures par les satellites montrent une diminution de la masse du continent.

*Le coût du rachat du kilowatt photovoltaïque par EDF ?*

Au prix de rachat actuel, la facture annuelle pour EDF s'élève à 2 milliards d'euros, somme en grande partie répercutée sur les factures de l'ensemble des usagers, l'autre partie restant à la charge d'EDF, ce qui contribue à plomber ses comptes.

*Le problème du stockage de l'électricité produite par les renouvelables ?*

L'augmentation programmée de la part des renouvelables conduira, en l'absence de solution au problème du stockage, à la perte de la souplesse du nucléaire face aux variations de la demande des utilisateurs.

Il est faux de dire et de faire croire que les renouvelables (éolien, photovoltaïque) sont la solution du futur à la transition énergétique.

*Le bilan énergie de la fabrication des éoliennes face à leur production d'électricité ?*

On peut estimer le point mort en France à environ une année.

*Le bilan 'énergie' des ampoules 'basse consommation' ?*

Ce bilan est défavorable car l'absence du rayonnement calorifique lié aux ampoules à filament de tungstène oblige à compenser par plus de chauffage de locaux.

[Pour en savoir plus.](#)

*Atlas du climat. Face aux défis du réchauffement, par F.-M.Bréon et G.Luneau, Éditions Autrement (2015) ;*

-----