



**Conférence publique sur inscription**

**Mardi 16 décembre 2014 à 14h30**

Académie des sciences – Grande salle des séances  
23 quai de Conti, Paris 6<sup>e</sup>

**OBSERVATION DU SYSTEME CLIMATIQUE EN PERMANENTE EVOLUTION  
MECANISMES PHYSIQUES ET CHIMIQUES EN JEU**

par **Jean-Claude DUPLESSY**, Membre de l'Académie des sciences

Que ce soit aux échelles de temps géologiques, millénaires, séculaires ou décennales, le climat de la Terre a toujours changé. Son évolution est particulièrement sensible depuis le début du vingtième siècle et elle est bien documentée grâce aux mesures effectuées au sein du réseau météorologique mondial et maintenant par les observations satellitaires qui apportent une couverture globale.

Ces observations constituent une base de données exceptionnelle, permettant d'analyser le comportement de ce système complexe et d'étudier les mécanismes physiques et chimiques d'interaction au sein du système couplé océan-atmosphère-glaces-surfaces continentales, souvent désigné par l'appellation synthétique « système climatique ».

**14h30 Introduction**

**Jean-Claude DUPLESSY**, *Membre de l'Académie des sciences*

**14h40 La variabilité naturelle du système climatique. Peut-elle moduler le forçage des gaz à effet de serre ?**

**Christophe CASSOU**, *Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique (CERFACS), Toulouse*

**15h10 Observation du niveau de la mer et de ses composantes**

**Anny CAZENAVE**, *Membre de l'Académie des sciences*

**15h40 Impact de l'activité solaire sur le climat**

**Thierry DUDOK DE WIT**, *Professeur à l'Université d'Orléans, Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace (LPC2E)*

**16h10 Impact de l'augmentation des gaz à effet de serre sur les nuages et les précipitations : avancées et perspectives**

**Sandrine BONY**, *Directrice de recherche au CNRS, Laboratoire de météorologie dynamique (LMD), Université Pierre et Marie Curie, Paris*

**16h40 Emissions anthropiques de CO<sub>2</sub> et acidification de l'océan**

**Jean-Pierre GATTUSO**, *Directeur de recherche au CNRS, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer*

**17h10 Discussion**

**Vincent COURTILLOT**, *Membre de l'Académie des sciences*

**17h20 Discussion générale et conclusion**

**Inscription obligatoire**

*Service des séances – sandrine.chermet@academie-sciences.fr - 01.44.41.43.94*



## La variabilité naturelle du système climatique Peut-elle moduler le forçage des gaz à effet de serre ?

**Christophe CASSOU**

L'observation d'un paramètre climatique (température, étendue de glace de mer etc.) correspond à la superposition d'un signal lié à la réponse du système climatique à des forçages externes de natures diverses (activité solaire, volcanisme, concentrations des gaz à effet de serre etc.) et de fluctuations intrinsèques au système, regroupées sous le nom de variabilité interne. Celles-ci s'expriment à toutes les échelles de temps, de l'échelle météorologique, bien familière, aux échelles multidécennales (10-30 ans), moins intuitives, et à toutes les échelles spatiales. Le poids respectif des contributions forcées et internes dépend entièrement des échelles considérées.

Dans cet exposé, nous décrirons les principaux modes de variabilité climatique aux échelles décennales, leurs origines, leurs évolutions au cours du XX<sup>ème</sup>/XXI<sup>ème</sup> siècle et leurs signatures dans les tendances observées à la fois au niveau planétaire et régional (échelle du continent et du bassin océanique). Nous montrerons que leur prise en compte est essentielle pour comprendre les modulations récentes du réchauffement global en réponse à l'augmentation des gaz à effet de serre d'origine anthropique. Nous présenterons comment cette variabilité interne est prise en compte dans les modèles climatiques et quels niveaux d'incertitudes elle introduit, de manière inhérente, dans l'estimation des possibles du climat futur, en fonction des échéances considérées (de la prochaine décennie à la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle). Nous aborderons de facto les notions de prévisibilité en insistant sur les messages souvent réducteurs qui portent sur la variabilité interne, au caractère complexe, dans un contexte de dérèglement climatique dès aujourd'hui détectable (au sens statistique du terme) en de nombreuses régions, et attribuables aux forçages d'origine anthropique.

## Observation du niveau de la mer et de ses composantes

**Anny CAZENAVE**

Le niveau de la mer est une importante variable du système climatique car elle intègre les variations de plusieurs composantes du système en réponse au réchauffement d'origine anthropique et à la variabilité naturelle/interne du climat : contenu thermique de l'océan et variations de salinité, fonte des glaciers de montagne, perte de masse de glace des calottes polaires, variations des stocks d'eau sur les continents, etc. Même les déformations de la Terre solide dues aux redistributions de masse liées à la fonte passée et actuelle des glaces continentales jouent un rôle en produisant des variations régionales du niveau de la mer. Au cours des 2 dernières décennies, différents systèmes d'observation spatiaux et *in situ* ont été développés pour mesurer d'une part les variations globales et régionales de la mer (par altimétrie spatiale de haute précision), d'autre part les principales contributions climatiques à ces variations (réchauffement de l'océan et variations de salinité avec le système Argo, variations de masse de l'océan par la gravimétrie spatiale GRACE, etc.). L'analyse conjointe de ces observations permet d'étudier le 'bilan' du niveau de la mer aux échelles globale et régionale, de l'interannuel au multi-décennal, et ainsi de mieux comprendre les processus en jeu. L'observation du niveau de la mer et de ses composantes permet donc de réaliser des validations croisées des différents systèmes d'observations, tout en apportant des informations majeures sur le changement climatique et sa variabilité.

**Inscription obligatoire**

*Service des séances – sandrine.chermet@academie-sciences.fr - 01.44.41.43.94*



## Impact de l'activité solaire sur le climat

**Thierry DUDOK DE WIT**

Le Soleil, en tant que principale source d'énergie de la Terre, est en première ligne pour expliquer le réchauffement climatique observé depuis un siècle et demi. Son impact sur le paléoclimat est indéniable. Cependant, les mécanismes via lesquels notre astre influence l'environnement terrestre sont nombreux, fortement couplés, non-linéaires, et soumis à diverses rétroactions. Il faut donc un travail de détective minutieux pour identifier les véritables liens de causalité, sous risque de confondre variabilité naturelle du climat et signature de forçage solaire.

D'un point de vue énergétique, la faible variation du forçage radiatif ne permet pas d'expliquer le réchauffement actuel sans un mécanisme amplificateur qui reste à trouver. Il existe en revanche d'autres mécanismes, dont la contribution énergétique est nettement plus faible, mais qui peuvent avoir un effet de levier supérieur : influence de la composante UV sur l'ozone, modification du circuit électrique global par les perturbations interplanétaires, etc. A ce jour, aucun de ces mécanismes n'offre d'explication cohérente à l'évolution récente du climat, même si des incertitudes subsistent sur le rôle exact de plusieurs d'entre eux. La complexité des mécanismes impliqués souligne l'importance d'une démarche multidisciplinaire qui dépasse la recherche de corrélations entre variables solaires et observables climatiques.

## Impact de l'augmentation des gaz à effet de serre sur les nuages et les précipitations : avancées et perspectives

**Sandrine BONY**

L'augmentation de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre perturbe l'équilibre énergétique de la Terre. Notre capacité à anticiper les changements du climat qui résulteront de cette perturbation repose principalement sur notre compréhension physique du système climatique, et sur le développement de modèles numériques. Malgré une amélioration continue des modèles au cours des dernières décennies, les projections climatiques peinent encore à converger sur des points aussi critiques que l'amplitude du réchauffement global ou la réponse des précipitations à l'échelle régionale. Les réponses des nuages et de la circulation atmosphérique à l'augmentation du CO<sub>2</sub> sont au cœur de ces incertitudes.

Pour estimer la confiance qui peut être accordée aux résultats de modèles et identifier les résultats les plus robustes, une approche consiste à déterminer les processus physiques les plus critiques dans la réponse des nuages et de la circulation atmosphérique à l'augmentation du CO<sub>2</sub>, à analyser ces processus à l'aide d'une hiérarchie de modèles de complexités différentes et, lorsque c'est possible, de les évaluer à l'aide d'observations.

Nous présenterons quelques avancées récentes résultant de l'application de cette approche. Notamment, nous montrerons que des progrès significatifs ont été réalisés ces dernières années dans notre compréhension des mécanismes qui contrôlent la rétroaction radiative des nuages sur le réchauffement global d'une part, et l'impact du CO<sub>2</sub> sur la circulation atmosphérique et les précipitations d'autre part. Nous discuterons des implications et des perspectives associées à ces avancées.

***Inscription obligatoire***

*Service des séances – sandrine.chermet@academie-sciences.fr - 01.44.41.43.94*



## Émissions anthropiques de CO<sub>2</sub> et acidification de l'océan

**Jean-Pierre GATTUSO**

Les océans jouent un rôle prépondérant dans la régulation du climat et dans la mitigation du réchauffement global, et ils ont largement contribué à freiner l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique depuis 250 ans. Sans l'absorption du CO<sub>2</sub> par les océans à raison de 25 millions de tonnes par jour (soit 30 % des émissions de CO<sub>2</sub> anthropique depuis la révolution industrielle). L'acidification des océans correspond à la diminution du pH de l'eau de mer provoquée par cette absorption de CO<sub>2</sub> atmosphérique. Les recherches sur l'acidification des océans ont progressé de manière spectaculaire depuis une quinzaine d'années avec une augmentation du nombre de publications de 35 % par an entre 2000 et 2013 contre une augmentation de 5 % par an dans les autres champs scientifiques. Malgré cela, de nombreuses zones d'ombre subsistent. Alors que les perturbations chimiques sont connues avec une grande certitude, les conséquences biologiques, écologiques et biogéochimiques de l'acidification des océans n'ont commencé à être étudiées qu'à partir de la fin des années 1990 et restent mal connues. Les premières recherches ont été consacrées aux organismes calcificateurs, motivées par leur besoin d'ions carbonates pour précipiter du carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>). La disponibilité en ions carbonates diminue avec la réduction de pH, ce qui compromet la fabrication des coquilles et squelettes calcaires. En deçà d'un certain niveau de pH, l'eau de mer devient corrosive vis-à-vis du calcaire, ce qui survient à présent chaque année dans une partie de l'océan Arctique et provoque la dissolution du CaCO<sub>3</sub>. Mais d'autres organismes et processus peuvent également être touchés, et la vague d'articles parus ces dernières années a montré des résultats variés et parfois contradictoires. Une récente méta-analyse a montré que hormis la calcification, les processus suivants sont négativement affectés : taux de survie, croissance, développement et abondance. La production primaire des algues et des plantes est généralement stimulée par l'acidification de l'eau de mer. Ces réponses sont loin d'être homogènes et il existe une forte variabilité selon les groupes taxinomiques. Ces changements auront des répercussions sur les cycles biogéochimiques et sur des activités socio-économiques, bien qu'il soit aujourd'hui impossible d'en déterminer l'ampleur.

***Inscription obligatoire***

*Service des séances – sandrine.chermet@academie-sciences.fr - 01.44.41.43.94*