

EDOUARD BARD



climatologue,  
avertit  
des risques  
que provoque  
la pollution  
atmosphérique.

**L**a climatologie entre au Collège de France avec la création de votre chaire, dont la leçon inaugurale s'est déroulée le 7 novembre. C'est une première.

Sûrement. Le Collège de France a certes jugé nécessaire de créer cette chaire pour des raisons scientifiques, mais également en liaison avec les dimensions sociales, économiques et diplomatiques prises par la perturbation anthropique du climat. L'intitulé de la chaire – évolution du climat et de l'océan – l'indique clairement. Il ne s'agit pas seulement de promouvoir l'étude du climat actuel, mais d'en saisir l'évolution temporelle. C'est là le point clé. Il n'est pas possible d'anticiper l'évolution future si l'on n'intègre pas pleinement les données historiques. Certains compartiments du système climatique suivent des dynamiques lentes, comme l'océan ou les glaces, tandis que l'évolution du système n'est pas linéaire, des effets de seuils critiques viennent provoquer des ruptures, des accélérations. Il faut donc identifier, modéliser et comprendre ces seuils, puis les intégrer dans les dynamiques à long terme. Faute de quoi nos prévisions reste-

pas fortement affecté. D'ailleurs, si un scientifique était capable de montrer que toute la communauté climatologique se trompe sur ce point, il décrocherait sans peine une gloire immédiate. Cette intervention sur le climat planétaire n'est pas le résultat d'un orgueil démesuré, car nous ne le modifions pas pour le plier à nos désirs. C'est une perturbation involontaire et, pire, dont nous avons beaucoup de mal à comprendre les conséquences. Certaines pourraient être positives, ici ou là, pour les sociétés, mais elles seront négatives ailleurs.

**Dans ce dossier si complexe, peut-on résumer les principaux acquis scientifiques qui ont conduit les chercheurs à tirer le signal d'alarme?**

Le premier est évident: les deux principaux pilotes du climat sont la quantité d'énergie solaire qui parvient sur Terre et la chimie atmosphérique, responsable de l'effet de serre naturel sans lequel notre planète serait très inhospitalière. Or, nous avons déjà augmenté d'un tiers la quantité de gaz carbonique de l'air depuis la révolution industrielle, la hissant à un niveau sans précédent depuis au moins 400 000 ans. Autrement dit, depuis au moins quatre des cycles glaciaire/interglaciaire qui caractérisent le climat du quaternaire.

De plus, nous savons également, grâce aux analyses des carottes de glaces polaires, que les évolutions du climat et de l'intensité de l'effet de serre sont étroitement liées. La physique de base en est bien connue: les molécules de gaz à effet de serre captent la chaleur réémise par le sol et les océans, l'empêchant de se perdre dans l'espace. Dans l'histoire du quaternaire, ce sont les paramètres astronomiques qui ont déclenché les grandes variations climatiques, et l'effet de serre les a amplifiées. D'ici à la fin du siècle, la teneur en gaz carbonique pourrait doubler, voire tripler – conséquence de l'usage massif du charbon, du pétrole et du gaz naturel –, et il faut y ajouter le méthane et l'ozone troposphérique, en croissance rapide. Cette hausse massive, sans précédent naturel à cette vitesse, va piloter l'évolution climatique séculaire.

**Les prévisions climatiques à un siècle ne sont pas fondées sur de simples raisonnements physiques ou historiques, mais sur des simulations informatiques. Simuler le climat planétaire, sur un siècle, c'est de l'art ou de la science?**

**Quelle confiance peut-on accorder à ces Terres virtuelles?**

Cette approche peut sembler peu fiable au grand public pour qui l'informatique est encore une boîte noire. Mais comment faire autrement? Nous ne pouvons pas fa-

briquer une Terre miniature, avec toutes ses interactions climatiques, sur laquelle tester différentes hypothèses. Il faut donc se tourner vers le calcul numérique et des modèles dans lesquels nous entrons toute la compréhension physique, chimique, biologique et dynamique dont nous disposons. Ces modèles ont fait d'immenses progrès, les capacités des ordinateurs autorisent aujourd'hui des représentations de plus en plus fines et les résultats convergents des simulations montrent que nous sommes dans la bonne direction. C'est aussi la raison pour laquelle j'ai choisi d'ajouter le terme «océan» dans l'intitulé de ma chaire. Mémoire à long terme et pilote du système climatique, l'océan mondial joue un rôle déterminant. A l'échelle de la planète tout entière comme à celle régionale: les Européens de l'Ouest doivent leur climat tempéré à la circulation atmosphérique au-dessus de l'Atlantique Nord et aux courants marins qui transportent vers le nord une part de la chaleur tropicale. Or, lorsque les scientifiques se sont demandé comment prévoir les conséquences de la pollution en gaz à effet de serre, nos simulations informatiques restaient trop simplistes. Par défaut de puissance des ordinateurs et d'imprécision des modèles, il fallait se contenter de simuler l'atmosphère. Et, au mieux, d'y ajouter un simulacre d'océan qui ressemblait plutôt à un simple lac. Aujourd'hui, nous disposons de simulations

où l'océan mondial, avec sa circulation superficielle et profonde, est de mieux en mieux représenté, où des interactions de plus en plus réalistes s'instaurent entre l'atmosphère, l'océan, les glaces, la biosphère.

**Professeur au Collège de France**

Edouard Bard, 40 ans, est ingénieur géologue (ENSG Nancy). Après une thèse de géochimie au CEA, il passe deux ans au Lamont-Doherty Earth Observatory (New York), revient au CEA, puis est nommé à l'Université d'Aix. Multimédaillé par le CNRS, l'European Union of Geosciences, l'American Geophysical Union... Océanographe et géochimiste, ses recherches ont été publiées dans près de cent articles scientifiques. Elu professeur au Collège de France en 2001.

**Pourtant, vous n'êtes toujours pas capables d'expliquer de manière claire les inflexions climatiques des derniers millénaires, en particulier le Petit Age Glaciaire qui faisait fréquemment geler la Seine à Paris, à l'époque de Louis XIV?**

Pour comprendre une telle variation, de l'ordre de un degré en moyenne, nous avons besoin de connaître vraiment tous les «forçages» de l'époque – énergie solaire, état des océans, chimie atmosphérique. Comme l'extension géographique réelle de cette variation, car elle n'a pas eu la même intensité sur toute la planète. Mais il n'existe pas d'enregistrement très précis, quantifié, de ces paramètres. Nous essayons de les retrouver. Puis d'intégrer les différentes causes possibles. Parmi celles-ci, il semble que le Soleil ait joué un rôle important. La diminution du nombre de taches solaires, presque disparues entre 1645 et 1715 d'après les astronomes de l'Observatoire de Paris, coïncide avec la phase la plus froide. C'est probablement la piste la plus sérieuse, même s'il faut en évaluer les effets directs comme indirects.

**Quels sont les risques du changement climatique que l'homme risque de provoquer?**

L'augmentation de plusieurs degrés de la température moyenne, plus forte sur les continents, aura des conséquences majeures sur le cycle de l'eau, la végétation naturelle et cultivée, le niveau marin qui s'élèvera par dilatation thermique, faisant

«L'effet de serre dû à l'homme va piloter l'évolution climatique séculaire.»

ront myopes.

**Jusqu'à présent, l'homme s'adaptait au temps qu'il fait sans rêver de le contrôler. Depuis une quinzaine d'années, les climatologues nous avertissent que le climat de la planète, au XXI<sup>e</sup> siècle, sera influencé par nos activités. Orgueil démesuré, nouveau mythe ou prévision scientifique?**

Cela n'a rien d'un mythe. Nous avons déjà changé certains paramètres climatiques, en particulier la chimie atmosphérique. C'est un fait indéniable: des mesures précises et continues montrent que la concentration en gaz carbonique est passée de 280 à 370 parties par million entre 1800 et l'an 2002 (1). Depuis peu, nous estimons que la hausse remarquable des températures au cours du XX<sup>e</sup> siècle, en particulier depuis 1975, ne peut s'expliquer sans cette accentuation de l'effet de serre. En outre, il est hautement probable que cette tendance va se poursuivre. De ce fait, il n'existe aucune prévision sérieuse, à l'échelle du siècle en cours, qui permette d'espérer que le climat n'en sera