
La climatologie française, la modélisation des climats et le réchauffement climatique : la climatologie en question

Pierre Pagney



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/echogeo/13273>

DOI : [10.4000/echogeo.13273](https://doi.org/10.4000/echogeo.13273)

ISSN : 1963-1197

Éditeur

Pôle de recherche pour l'organisation et la diffusion de l'information géographique (CNRS UMR 8586)

Référence électronique

Pierre Pagney, « La climatologie française, la modélisation des climats et le réchauffement climatique : la climatologie en question », *EchoGéo* [En ligne], 22 | 2012, mis en ligne le 30 janvier 2013, consulté le 31 juillet 2021. URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/13273> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.13273>

Ce document a été généré automatiquement le 31 juillet 2021.

EchoGéo est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International (CC BY-NC-ND)

La climatologie française, la modélisation des climats et le réchauffement climatique : la climatologie en question

Pierre Pagney

- 1 Au moment où les débats se poursuivent sur le point de savoir si la question du climat est un problème majeur (la récente Fondation de Claude Allègre, sous l'égide de l'Institut de France : *pour une écologie d'avenir* en élimine l'idée) si, au contraire, on va vers un changement climatique et si, dans l'affirmative, l'homme intervient, il est bon de se demander pourquoi les géographes-climatologues sont maintenus à la marge. Il est clair, en effet, que, mises à part quelques tentatives récentes venues de géographes (colloque de climatologie des hautes latitudes, Evian 2010, actes publiés en 2011 ; *Le ciel ne va pas nous tomber sur la tête*, publication 2010), les seuls qui ont vraiment la parole aujourd'hui dans les médias sont les physiciens de l'atmosphère. Ils se sont autoproclamés climatologues dans les années 1970 et ils réaffirment leur seule existence en publiant (2011) *Climat : une planète et des hommes*, sous la responsabilité de E. Orsenna et M. Petit. L'ouvrage comporte tous les grands noms de la physique de l'atmosphère et des Sciences physiques. On n'y trouve aucun géographe. On ajoutera le livre paru au CNRS en 2011 *Le Climat à découvert* où l'on apprend que les climatologues français ont rédigé un ouvrage collectif en réaction au climato-scepticisme qui s'est tout particulièrement manifesté au moment du sommet de Copenhague (2009). Les climatologues français ? ... Où y sont consultés les géographes-climatologues qui interviennent avec pertinence sur les questions climatiques au sein de leurs institutions (Commission française de climatologie rattachée au Comité National de Géographie, Association Internationale de climatologie francophone) ? Dans cet ouvrage, nulle part, les présidents de ces institutions, à ne prendre qu'eux, n'ont été conviés à donner leur avis.

- 2 L'auteur de ces lignes, engagé dans l'étude des climats du globe dans les années 1950 puis entré en responsabilités au sein de la géographie climatique avant de n'être plus qu'un spectateur attentif, souhaite par son témoignage pouvoir faire part de sa longue expérience et peut-être donner aux débats contemporains un éclairage que l'évolution qu'il a vécue et dont il a été un modeste acteur autorise.

Les précurseurs et la maturité de la climatologie géographique

- 3 Les caractéristiques de la climatologie à ses débuts sont dominées par la description des climats à partir du traitement des mesures de terrain. Il s'agit d'une climatologie analytique (qui n'est pas que française) dont le but est d'opérer la classification des climats du globe. Les moyens révèlent cependant une certaine diversité. Emmanuel de Martonne, dans le tome 1 de son *Traité de géographie physique* (dernière édition 1940) puis, plus tard, Georges Viers dans ses *Éléments de climatologie*, regroupent les climats en procédant par analogie. Pour De Martonne, le climat tropical est défini par des traits particulièrement caractéristiques au Sénégal. G. Viers reprend cette conception tout en modifiant à l'occasion la terminologie. W. Köppen et H. Gaussen classent pour leur part les climats à partir d'indices qui en combinent les éléments. Carl Troll établit sa classification en se fondant sur les rythmes thermométriques diurnes et saisonniers. C. W. Thornthwaite fonde la sienne sur l'évapotranspiration. Cette position pionnière permettra des travaux de climatologie régionale fort utiles. Deux doivent être cités : E. Bénévent *Le climat des Alpes françaises*, 1926 et P. Estienne *Recherches sur le climat du Massif central français*, 1956.
- 4 C'est P. Pédelaborde qui va orienter l'étude des climats vers une méthode nouvelle : la climatologie dynamique basée moins sur les mesures que sur l'analyse des cartes météorologiques, les cartes de types de temps. Les géographes-climatologues emprunteront alors à la météorologie les cartes traduisant la circulation atmosphérique. La climatologie dynamique (appelée également climatologie synoptique) dépassera la simple description, en introduisant l'explication des phénomènes. L'ère Pédelaborde s'ouvre dans les années 1950 par sa thèse sur *Le climat du bassin parisien*, 1957, et par son *Introduction à l'étude scientifique du climat* dont la deuxième édition date déjà de 1970. Elle ne se refermera plus. Toutefois, mise à part son étude climatique des moussons, P. Pédelaborde s'intéressera avant tout à la climatologie des latitudes moyennes. C'est dans les années 1960 que P. Pagney appliquera la méthode de P. Pédelaborde aux régions tropicales (*Le climat des Antilles*, 1968).
- 5 La climatologie analytique ne s'éloignera pas pour autant. C. P. Péguy va lui donner ses lettres de noblesse en l'incluant dans le mouvement de géographie quantitative, en même temps qu'en l'intégrant dans la vision dynamique de l'atmosphère (*Précis de climatologie*, 1961, deuxième édition, 1970).
- 6 On peut considérer que P. Pédelaborde, C. P. Péguy et P. Pagney constituent dans les années 70, ensemble puis à travers leurs élèves, les inspirateurs d'une climatologie qui s'inscrit alors en France comme la référence en terme d'approche géographique. Les climatologues de la météorologie nationale française sont, pour leur part, à côté des prévisionnistes, attentifs à la collecte et à la mise en forme des données dont ils tirent

des documents fondamentaux. P. Pédelaborde s'effaçant après avoir ouvert la voie, il restera aux autres le soin de poursuivre. C'est ainsi que pour un temps, C. P. Péguy et P. Pagney prennent à charge de promouvoir la climatologie géographique, selon deux voies certes différentes, mais néanmoins complémentaires. Des contacts fréquents en exprimeront la réalité.

- 7 La climatologie géographique française ne sera pas pour autant indépendante des autres aspects de la géographie, dans laquelle elle s'insérera, qu'il s'agisse de regarder vers l'hydrologie, la morphologie, la biogéographie, l'océanographie, ou vers la relation des climats et de l'homme. Ainsi avec les élèves des pionniers de la phase de maturité, va-t-on voir se développer une climatologie géographique de plus en plus orientée vers l'application et l'aménagement du territoire. Celle-ci se manifestera par la multiplication des thèses débordant d'ailleurs de l'espace français sur l'espace francophone. Elle se manifestera aussi par l'activité de la Commission française de climatologie et par l'Association internationale de climatologie (l'A. I. C) recouvrant la production des climatologues francophones. Ce mouvement qui marque la pertinence de la climatologie géographique des années 1970 se poursuivra puisque les thèses de climatologie géographique n'ont jamais cessé d'être soutenues, que la Commission française de climatologie et l'Association des climatologues francophones n'ont jamais cessé de se manifester. Des ouvrages seront édités qui montreront le souci d'application, entre autres C. P. Péguy (*Jeux et enjeux du climat*), G. Escourrou (*Le climat et la ville*), I. Roussel s'intéressant à la pollution atmosphérique, D. Lamarre et P. Pagney s'interrogeant sur les relations entre les climats et les sociétés, J. P. Besancenot fondant toute sa recherche sur les relations du climat et de la santé...etc.
- 8 Or, à partir des années 1970 surgissent les physiciens de l'atmosphère et les scientifiques de la nature, face aux géographes-climatologues, dont la tâche a été jusqu'alors, de mener avec bonheur, d'authentiques travaux de climatologie, grâce à l'appui indispensable des météorologues. Le fait est que ces physiciens, ainsi que d'autres scientifiques des sciences exactes, vont prendre le pas sur les géographes et très vite les marginaliser. Et ceci, bien que les géographes-climatologues puisent leurs racines dans une forte antériorité. L'entrée des physiciens de l'atmosphère dans la climatologie constitue une nouvelle révolution. Celle-ci s'explique par l'intérêt porté au réchauffement climatique dont on commence par se préoccuper et à la nécessité pour en comprendre la nature et les conséquences, de faire appel à la modélisation. Ceci au point que les physiciens de l'atmosphère vont se considérer comme les vrais et seuls climatologues. C'est ainsi qu'Aude Ganier écrit dans *Les défis du CEA* (février 2010) « la modélisation est la clé de la climatologie, jeune discipline apparue dans les années 70... la modélisation qui étudie sur le long terme la variabilité du climat en est un moyen d'investigation majeur ». Ainsi, les physiciens de l'atmosphère apparaissent-ils comme les climatologues ouvrant la voie à une recherche qui n'a pas d'antériorité. La climatologie des géographes née bien avant les années 1970 est donc totalement ignorée. On en donnera encore un exemple puisé dans *Climat : une planète et des hommes* (2011). Dans l'article *Pourquoi le climat est-il devenu aussi rapidement une préoccupation scientifique majeure*, J. Merle écrit : « Jusqu'aux années 1950-1960 le climat était supposé immuable aux échelles temporelles perceptibles par les générations humaines », et d'ajouter, « les périodes froides antérieures étaient considérées comme les manifestations d'un environnement planétaire lointain qui n'avait rien de commun avec celui que l'on connaissait depuis quelques milliers d'années. C'est ainsi que dans les années 1950-1960 le climat global de la planète était considéré comme une donnée environnementale fixe ; et les expressions très courantes aujourd'hui comme

la variabilité, la dynamique, le changement de climat étaient inusitées ». Il est clair que ce texte fait référence aux géographes. Les témoignages du CEA et de J. Merle dressent le décor. Ce sont dans les années 1960-1970 des scientifiques autres que les géographes-climatologues qui prennent en main la notion de variabilité du climat à différentes échelles temporelles et qui, par cette position (dont le problème du réchauffement climatique va être l'axe central), occupent désormais tout l'espace de la climatologie. C'est ignorer, outre les ouvrages de P. Pédelaborde, de F. Durand Dastès (*Géographie des airs*, 1969), ce qu'expriment à la même période, P. Pagney et C. P. Péguy dans leurs communications et ouvrages respectifs. Citons C. P. Péguy dans son *Précis de climatologie* (1970) : « Au cours des temps géologiques, puis historiques, les éléments du climat ont présenté des valeurs variables, leurs combinaisons traduisant la prédominance de telle ou telle forme de la circulation atmosphérique. Les théories actuelles cherchent en effet à expliquer par la dynamique de l'atmosphère cette « histoire » des climats. La paléoclimatologie nous paraît être l'introduction obligatoire à l'étude des climats actuels ». De leur côté, les géomorphologues avaient déjà mis en exergue les glaciations et donc les changements climatiques. Comment ne pas voir là, réponse aux affirmations selon lesquelles les géographes en seraient restés à l'image fixiste des climatologues de la première moitié du XX^e siècle (qui, d'ailleurs, ont construit une climatologie sans laquelle il ne pouvait y avoir, par la suite...de climatologie !). Autrement dit, c'est, dans les années 1960-1970, à un approfondissement, avec de nouvelles méthodes, des vues identifiées par les géographes-climatologues et non à la découverte d'une nouvelle discipline, que les physiciens de l'atmosphère et les autres scientifiques de la planète se trouvent confrontés. La pertinence de leur approche, à partir du moment où se pose de plus en plus la question du réchauffement climatique ne saurait être discutée. Mais ce qui est hautement discutable est que cette pertinence soit assortie de la marginalisation des géographes.

La climatologie des géographes marginalisée

- 9 Au début des années 1980 se met en place un dispositif qui voit la montée en puissance des modélisateurs dont les moyens sont les équations de l'atmosphère et les buts, l'analyse et la prévision du réchauffement, voire du changement climatique de la planète. Il s'agit d'une climatologie globale, différente de la climatologie des géographes où toutes les échelles de l'investigation sont abordées. Ainsi les nouveaux climatologues vont-ils modéliser le climat général et sa trame zonale dont ils confirmeront la pertinence par l'observation, les géographes-climatologues partant au contraire de l'observation. Ces derniers vont donc se voir imposer une logique qui n'est pas la leur, comme le montre l'expérience du PNEDC (Programme National de l'Etude de la Dynamique du Climat). C'est entre 1981 et 1985 que l'effacement des géographes - climatologues devant le primat des physiciens de l'atmosphère peut être fixé. Dans le cadre du PNEDC, les géographes sont interrogés par des spécialistes tels I. Rasool, appartenant à la NASA et alors en poste à l'École Normale Supérieure de la rue d'Ulm. Le but des physiciens est de savoir dans quelle mesure les géographes pouvaient leur être utiles, entre autres par la possibilité de donner des indications sur les phénomènes de rayonnement et sur l'importance de l'albédo des grands compartiments géographiques de la planète. Il y a là un rapprochement, mais de subordination qui se confirme à partir du moment où en 1981 les géographes-climatologues entrent dans le PNED sous la responsabilité d'un ingénieur de la météorologie tropicale, l'ingénieur

Robert Garnier. Cet ingénieur a des liens étroits avec les géographes-climatologues dans la mesure où, tout comme eux, sa recherche porte sur la climatologie dynamique. Robert Garnier aura la tâche de coordonner le thème climatologie du PNEDC, secondé par le président de la commission (géographique) de climatologie. Une forte priorité doit être donnée à l'étude des longues séries et au développement des reconstitutions synoptiques de l'évolution récente du climat sur l'espace euro-africain. Dans le courant de l'année 1982, la structure géographique intégrée au PNEDC prend corps. (sous-programme *Géoconnex* articulé en six équipes : Paris, direction G. Escourrou ; Grenoble, A. Douguedroit ; Nice, A. Dauphiné ; Rennes, J. Mounier ; Lille, G. Petit Renaud ; Dijon, P. Pagney, qui a la responsabilité de l'ensemble de *Géoconnex*).

- 10 Le fonctionnement de *Géoconnex* fait vite apparaître plusieurs difficultés. La première est la dispersion des travaux menés par les équipes. Il apparaît aussi que les physiciens attendent autre chose que ce qui leur est proposé. C'est à Meudon, en septembre 1985, que se déroule le colloque d'évaluation du PNEDC. L'auteur de ces lignes aura à présenter des travaux intéressants dans l'optique des géographes (bien qu'insuffisamment coordonnés, délais trop courts). En particulier, l'apport de l'équipe de J. Mounier (Rennes) sera hautement significatif. Mais surtout, il apparaîtra que les géographes manient un langage que ne connaissent pas les scientifiques présents. C'est un échec dont le responsable de *Géoconnex* prend sa très grande part de responsabilités. Avec lui, c'est aussi l'ingénieur R. Garnier qui est mis en échec. Le directeur des Sciences de l'Homme au CNRS A. Frémont, un géographe fort éloigné de la climatologie géographique, remplacera alors P. Pagney par F. Durant Dastès. Ce dernier est censé donner aux modélisateurs, une image de la géographie plus conforme à ce qu'ils attendent. Malgré son très grand savoir et son immense talent, F. Durand Dastès n'obtiendra pas le renversement de la situation. La vaste collecte de données postulée par le PNEDC dont les équipes de *Géoconnex* ont assuré très vite le regroupement, n'aura servi à rien.
- 11 Les médias aidant, les modélisateurs sont devenus les prophètes d'une climatologie qui prévoit à échéance relativement brève (les cent ans à venir) dans le cadre d'un réchauffement largement anthropisé, des changements climatiques radicaux, voire cataclysmiques. Des météorologues vont se trouver pris entre les modélisateurs et les géographes, avec lesquels certains gardent le contact, l'ingénieur R. Garnier entre autres, grand spécialiste de météorologie, ancien responsable de l'ASECNA (Dakar) organisme de météorologie et de climatologie tropicales. Le fait est que cet ingénieur était très proche des géographes et qu'il comptait, dans *Géoconnex* s'inspirer, selon ses propres termes, d'une « *modélisation empirique* » (observation), en écho à la « *modélisation mathématique* ». En tant que tropicaliste un point le préoccupait tout particulièrement : la réalité de la cellule de Hadley. On sait que cette cellule postule des transferts de masse ascendants en zone équatoriale et subsidents en zone subtropicale, reliés en surface par des transferts allant vers les régions équatoriales, à l'inverse en altitude. L'idée était de faire des observations sur la branche supérieure et sur la branche inférieure afin de voir si les mouvements postulés par le système Hadley étaient bien là et si une relation existait (dans le cadre d'une cellule tantôt active, tantôt plus faible) entre ces mouvements inverses. La problématique était en soi imparable. Restait à savoir si elle pouvait être mise en forme. Ce que l'on en retiendra, c'est que la méthode observationnelle rejoignait très exactement ce que les géographes-climatologues entendaient faire dans le cadre de *Géoconnex*. Désormais, les

géographes-climatologues vont poursuivre leurs travaux selon leurs conceptions, mais ils ne seront pas, sur le plan de la réflexion du moment, le réchauffement climatique, engagés comme le seront les modélisateurs et les scientifiques gravitant autour d'eux.

Le primat des modélisateurs

La modélisation

- 12 Elle est effective au début des années 1980, au moment où les ordinateurs deviennent suffisamment performants. Le principe de la modélisation de l'atmosphère est connu. A partir d'un cloisonnement de l'atmosphère, on utilise les équations impliquant la dynamique des fluides, la thermodynamique, les phénomènes de rayonnement, le cycle de l'eau, les échanges d'eau, d'énergie et de mouvement cinétique avec la surface des océans et des continents. On inclut aussi les mouvements marins, dont ceux qui résultent de différences de densités (S. Sadourny, *Le climat de la Terre*, 1994). La question est alors celle de la pertinence d'une telle approche. La réponse est donnée, entre autres, par H. le Treut, tout d'abord dans *Pourquoi les modèles n'ont pas tort* (La Recherche, 1997). Dès ce moment -là, l'auteur est amené à réfuter les critiques qui se manifestent sur la crédibilité des modèles. Pour lui, les difficultés rencontrées dans la modélisation sont liées avant tout à la complexité du milieu naturel et au degré de performance des outils informatiques. De sorte que l'amélioration des modèles dépend à la fois de la connaissance accrue de la nature et du pouvoir des ordinateurs. Ainsi, au fur et à mesure des avancées sur ces deux points, doit-on voir s'améliorer la qualité des résultats de la modélisation. D'où la confiance affichée par les modélisateurs et par ceux qui utilisent les modèles, dans la capacité de prévision. Ce qui ne les empêche pas de dire que « nous sommes (encore) loin de pouvoir modéliser les formidables bouleversements possibles » (J. C. Duplessis).
- 13 Il convient de reconnaître en définitive que le réalisme des modèles est assez remarquable à l'échelle globale et à l'échelle zonale. La question se pose cependant, et les modélisateurs ne l'ignorent pas, de leur limite actuelle sur le plan de durée et d'espace. Car les modèles impliquent une part d'incertitude. Ce qu'illustre ce qui suit.

Le couple océan-atmosphère

- 14 L'intérêt porté au couple océan-atmosphère est une acquisition récente en climatologie. On savait depuis longtemps l'importance de l'atmosphère via les vents sur certains courants marins ; on connaissait le rôle des mers et des océans sur les climats continentaux dits océaniques, on savait l'importance des courants marins chauds ou froids sur les climats, mais on n'a que depuis peu une vision d'ensemble de l'influence des océans sur les climats planétaires. Cette vision n'a été possible qu'avec l'émergence des satellites capables, par les thermographies, de donner des informations sur la température des eaux océaniques de surface (les TS0). Mais il faut également faire état des mesures permettant de connaître la « topographie » océanique. Le lancement et l'exploitation de « Topex-Poséidon » en est l'illustration. C'est en août 1992 que le CNES et la NASA mettent en place le satellite Topex-Poséidon. Ce satellite va mesurer jour et nuit et en toutes saisons, les marées, les courants marins et les variations du niveau océanique avec une précision exceptionnelle. Topex-Poséidon apportera ainsi des

informations majeures sur le comportement du milieu maritime dans le cadre de l'évolution climatique du globe (niveau marin affecté par les fontes glaciaires et la dilatation thermique des surfaces océaniques). En outre on pénètre de plus en plus les océans en volume, ce qui permet de mieux cerner les mouvements océaniques lents qui peuvent être la clé de modifications climatiques sur le long terme.

La paléoclimatologie du quaternaire : la mémoire des glaces

- 15 Ce sont les travaux de J. Jouzel et de C. Lorius (*Évolution du climat : du passé récent vers le futur*)¹ qui seront évoqués ici. Pourquoi les couches de glace sont-elles des archives ? Là est la question dont la réponse est capitale. Les glaces conservent les traces des explosions volcaniques, des explosions nucléaires, des émissions marines et atmosphériques et même des poussières cosmiques. Mais surtout, elles conservent des bulles d'air dans lesquelles se trouvent des gaz significatifs pour les climats : le CO₂ et le CH₄ (méthane). Ces gaz peuvent rester piégés pendant des centaines de milliers d'années ; les dater, c'est dater les états chimiques des atmosphères successives, et donc les climats, à travers les températures. Un tel protocole de recherche implique de sonder les glaces des inlandsis polaires (missions françaises en Terre Adélie à partir des années 1960, travaux à la base de Vostock à l'époque soviétique ; cette base fonctionne toujours). Ainsi, l'analyse des carottes de glaces va-t-elle permettre de fixer les phases climatiques chaudes (forte teneur en CO₂) et froides (teneurs faibles). Sur 220 000 ans avant le présent, l'indissociabilité entre températures et CO₂ sera exploitée, permettant de fixer la chronologie de phases de climats alternativement froides et chaudes. Les carottages à Vostok seraient remontés jusqu'à 600 000 BP. On conviendra de l'identité de cette relation avec l'époque actuelle, dans une relation de cause (le CO₂) à conséquence (les conditions climatiques). Or, si la nature seule intervient au cours des âges géologiques pour mettre en place le CO₂ dans l'atmosphère, l'homme, aujourd'hui, apparaît comme un facteur nouveau d'intervention.

Les enseignements de la modélisation

- 16 C'est ce que traduisent les courbes de l'évolution des températures et de la charge atmosphérique en CO₂ (et autres gaz à effet de serre dont le méthane), courbes elles-mêmes confrontées à l'explosion démographique récente, génératrice de l'exploitation des énergies fossiles modifiant la chimie atmosphérique par augmentation des gaz à effet de serre. D'où la fameuse courbe en crosse de hockey dite courbe de Mann qui se redresse au milieu du XX^e siècle faisant apparaître l'importance inédite du facteur anthropique. Cette augmentation implique le réchauffement de la planète et le rôle de l'homme qui intervient depuis un peu plus d'un siècle, dans le fonctionnement, jusqu'alors naturel, des vicissitudes climatiques. Tel est du moins le constat à partir duquel les modèles prédisent à échéance du siècle à venir, les difficultés, voire les drames majeurs liés à un changement climatique, si l'homme ne modifie pas son comportement. D'où les politiques à mener à l'échelle planétaire. On n'insistera pas sur le lien, fort connu, entre les modélisateurs du climat et les préoccupations géopolitiques que suscitent leurs positions. On s'arrêtera par contre sur le diagnostic en terme de prévision climatique, à l'échéance du siècle, car il s'agit de l'un des éléments centraux de la modélisation.

- 17 C'est le GIEC qui reflète le mieux ce diagnostic. Mis en place en 1988, composé de scientifiques et de représentants des États, il est au cœur des résultats des modélisateurs. Ses travaux, d'échelle planétaire, se traduisent par des rapports. Le dernier en date (2007), affirme qu'il y a réchauffement climatique et que ce réchauffement est prévu, à l'échéance de la fin du XXI^e siècle, dans une fourchette de 1,8°C à 4°C, selon six scénarios conçus en fonction de diverses hypothèses d'évolutions socio-économiques (certaines étant plus « polluantes » que d'autres). Ce qui est important, c'est que le GIEC donne à l'homme (par émission des GES dont le CO₂), une responsabilité majeure dans le réchauffement récent... et dans la poursuite de ce réchauffement. Mais il y a plus. Dans ses projections vers le futur, le GIEC apparaît peu rassurant : hausse très importante du niveau marin à attendre d'une fonte partielle ou totale des glaces du Groenland, ainsi que de l'Antarctique occidental, d'où, lourd impact sur les côtes, en particulier deltaïques, dont on sait qu'elles sont parmi les concentrations humaines les plus fortes de la planète. Ces précisions sont cependant assorties d'estimations dans le temps de projection. On convient, en effet, que c'est sur une période de temps allant des siècles aux millénaires, qu'une déglaciation partielle du Groenland et éventuellement de l'Antarctique occidental, produirait des effets majeurs (augmentation du niveau marin de 4 à 7 mètres). Une fonte complète des glaces du Groenland et de l'Antarctique provoquerait des modifications encore plus radicales... mais sur une échelle de temps quasi-géologique. A ce compte-là il est certain que les projections perdent beaucoup de leur pertinence, car elles oublient les phénomènes de compensation dont la nature garde le secret. Il n'empêche que cette analyse du GIEC interpelle, ne serait-ce que parce que dans les esprits, il y a amalgame entre les pas de temps (le temps long et le temps court).
- 18 Certes, l'augmentation globale des températures actuelles va de pair avec une diminution des enneigements et des englacements de hautes latitudes et d'altitude (la tendance de la banquise arctique est au recul, il en est de même pour le permafrost boréal) ; le niveau marin tend à monter, bien qu'inégalement ; des altérations climatiques (sécheresses, inondations, turbulences) peuvent, avec une certaine logique sinon avec certitude, représenter des indices de changements etc. Il n'y a cependant rien qui constitue pour l'instant un bouleversement impliquant d'ores et déjà un changement climatique radical, du moins à l'échelle d'une ou deux générations, car à l'échelle géologique, le réchauffement actuel revêt une indiscutable brutalité. Cela dit, certains, se dressant contre les conclusions du GIEC et ses prévisions inquiétantes, privilégient l'évolution naturelle du climat et rejettent donc toute explication à caractère anthropique. On entre ainsi dans un débat majeur où les scientifiques s'affrontent.

Les critiques faites aux modélisateurs et les objections à ces critiques.

L'atmosphère, un milieu chaotique

- 19 Dans *Le chaos*, 2006, après avoir évoqué les expériences météorologiques de Lorenz, Evar Ekeland, un mathématicien, écrit : « il est maintenant reconnu que la météorologie est un système chaotique et que c'est la raison principale qui rend impossible les prévisions à long terme ». Bien que reconnaissant la pertinence des résultats des modèles, R. Sadourny, un

physicien de l'atmosphère, s'interroge lui aussi (*Le climat de la Terre*, 1994) sur les conséquences de la structure chaotique de l'atmosphère dans les prévisions et, en particulier, sur la capacité de la modélisation à traiter quantitativement du changement climatique. Si l'aspect chaotique de l'atmosphère est une objection de poids à la capacité, pour les modèles, de prévoir l'avenir à cent ans, à plus forte raison en est-il ainsi à plus longue échéance. Viennent s'ajouter d'autres arguments sur lesquels il convient de s'arrêter.

L'analyse critique des données

- 20 Trois équipes, situées en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis, étudient l'état et l'évolution thermique de la planète. Toutes trois diagnostiquent son réchauffement. Parmi elles, on citera l'Institut Goddard d'Études spatiales de la NASA (USA) dont le climatologue James Hansen est le directeur. Le Goddard Institut utilise plusieurs sources : les stations météorologiques terrestres, des observations nocturnes par satellites, les mesures océaniques, également par satellites. Des données de l'Antarctique sont incorporées à l'ensemble. C'est à partir de ces observations diverses qu'est sortie la température globale de la planète, à l'interface océans-continents - atmosphère.
- 21 La principale critique faite à cette approche est la dénonciation d'un réseau d'informations hautement hétérogène, entre autres avec le déséquilibre hémisphère boréal (le plus observé) et hémisphère sud (essentiellement un "désert" océanique), et aussi l'inégale répartition des océans et des continents. A cela s'ajoutant des collectes hétérogènes du fait de la totale absence d'unité des modes d'observation. La température moyenne de la planète tirée d'un tel processus ne saurait donc, pour les sceptiques, représenter la situation thermique de la Terre, et à plus forte raison, l'évolution de celle-ci. De plus, critique majeure, cette température moyenne est une abstraction dans la mesure où elle recouvre des espaces dont les réactions thermiques sont, dans les faits, fort différentes.
- 22 On ne saurait nier la force de telles critiques. Cependant, par nécessité, toute la climatologie implique que l'on dépasse cet écueil et que l'on accepte un traitement global et moyenné à partir de données non homogènes. Combien d'atlas climatiques de certaines régions du globe (dont un remarquable atlas climatique russe de l'Asie), seraient impossibles à réaliser si l'on n'acceptait pas cette règle. Aux échelles globales et macro - régionales, il faut donc en passer par là. Cependant, plus on descend dans les échelles spatiales et temporelles, plus le soin doit être pris de maîtriser la précision des données. Et c'est là où l'on retrouve la limite de la modélisation et la pertinence de l'approche géographique.

La courbe de Mann

- 23 La courbe des températures moyennes de la planète restituée, de l'An mil à l'année 2000 avec extrapolation ascendante pour les années suivantes, est restée célèbre tant elle exprime l'avènement d'un réchauffement planétaire inédit, qui coïncide avec le déploiement de l'ère industrielle, dont l'effet est spectaculaire à partir du milieu du XX^e siècle. C'est cette courbe dite courbe de Mann (la courbe en crosse de hockey dont il a été question plus haut) qui a été adoptée par le GIEC dans son rapport de 2001. Cette

courbe qui restait pratiquement plate jusqu'au XX^e siècle faisait apparaître de manière saisissante un événement entièrement nouveau auquel l'homme ne pouvait être étranger (utilisation massive des énergies fossiles génératrices de gaz à effet de serre). Ainsi le GIEC devenait-il l'organisme militant en faveur d'un réchauffement d'origine anthropique (ce qu'il confirme, comme on l'a vu, dans son rapport de 2007).

- 24 Or, la courbe de Mann a fait l'objet de critiques cinglantes car elle ignorait toutes les vicissitudes thermiques antérieures au XX^e siècle, surestimait, par conséquent le réchauffement du XX^e, et surtout, oubliait que des réchauffements aient pu se produire avant ce siècle, qui ne pouvaient avoir que des causes naturelles. Claude Allègre a ironisé sur cette courbe « *la courbe de Mann est devenue la mascotte des modélisateurs* ». On a été jusqu'à dire qu'elle était détruite par les mathématiques du fait que celles-ci pouvaient reproduire des courbes en crosses de hockey. Mais, ce qui était particulièrement redoutable pour l'interprétation de cette courbe (donc pour les résultats qu'en tirait le GIEC), c'est que l'on a largement fait état d'un palier thermique de l'hémisphère Nord après 2000... au moment où les GES continuaient de progresser. Conclusion, le réchauffement postulé par la courbe de Mann n'était que passager... et ne devait rien aux GES.
- 25 En fait, la courbe de Mann a été reprise en 2009. S'il y apparaîtrait une variabilité de la température planétaire là où la courbe antérieure était plate, il apparaîtrait aussi que le réchauffement du XX^e siècle reste bel et bien inédit. Au demeurant, avec des hauts et des bas, il se poursuit, comme le record de chaleur de 2011, en France, le prouve (progression écrasante depuis 1900). On conviendra donc que le fameux plateau thermique (voire le refroidissement) évoqué par Claude Allègre n'est pas au rendez-vous et que la température moyenne de la planète est en tendance ascendante.

Le rôle du CO2 en débat

- 26 Pour certains, le réchauffement climatique est une variation qui s'ajoute à la longue série des variations climatiques naturelles. Le climat a toujours varié, il varie aujourd'hui comme par le passé, l'homme n'y est pour rien. Cette position est illustrée par le physicien Vincent Courtillot pour qui le réchauffement actuel n'est pas dû à l'homme mais aux variations solaires. Toute autre est la position de ceux qui expliquent le réchauffement par l'influence des gaz à effet de serre. Pour eux, c'est la progression dans l'atmosphère de ces gaz (dont le CO2) depuis le début de l'ère industrielle et la forte progression démographique qui l'accompagne, qui expliquent le réchauffement accru. Cette explication fait donc intervenir l'homme. Ce que confirme la modélisation des physiciens. Or, cette vision est critiquée parce qu'elle donne une insuffisante prise en compte de la vapeur d'eau et qu'elle néglige le fait que le CO2 ayant une part infime dans la composition de l'atmosphère naturelle, on peut hésiter (même en charge accrue) à lui donner une importance dans le réchauffement (pour le géographe-climatologue Marcel Leroux, avancer l'argument du CO2 était une imposture).
- 27 On acceptera cependant, et résolument, la relation admise par les modélisateurs. On remarquera tout d'abord qu'il n'est pas possible de nier que le CO2 (et d'autres GES), en accroissement récent, soit lié à la libération des gaz enfouis dans les énergies fossiles mises brutalement à contribution depuis plus d'un siècle par l'industrialisation. Or l'industrialisation est bel et bien liée à l'homme. On ne peut donc nier que l'homme injecte dans l'atmosphère des gaz à effet de serre modifiant la chimie atmosphérique.

On ne peut donc pas exclure cette modification, des facteurs du réchauffement récent (liens de cause à conséquence). On ne voit donc aucune objection sérieuse à l'idée selon laquelle la charge accrue en GES, du fait de l'intervention nouvelle de l'homme, joue un rôle dans le réchauffement climatique. On rejettera donc l'argument selon lequel le CO₂ serait la conséquence du réchauffement et non sa cause, et par conséquent, n'aurait rien à voir dans le réchauffement anthropique que postule le GIEC.

- 28 Pour pertinentes que puissent être les questions que l'on se pose : le degré de validité des mesures globales, la portée réelle des résultats des glaciologues, la signification des décrues glaciaires et nivales, les débats sur les courbes thermiques, la relation des GES avec l'homme et le réchauffement climatique, le poids de la vapeur d'eau, aucune n'est susceptible d'entrer dans une doctrine puisque toutes sont des restrictions. Sauf à privilégier les seuls processus naturels, ce qui viderait le débat de toute substance, il n'y a de cohérence que dans l'approche que proposent l'observation des faits et la modélisation. Or, cette cohérence, qui n'exclut pas l'homme (ce que l'auteur de ces lignes privilégie) est inscrite dans le GIEC. Constat capital si l'on constate que cet organisme fait l'objet de graves critiques.

Les critiques adressées au GIEC

- 29 Le climatologue Jean-Pierre Chabin (communication personnelle) résume bien les critiques faites globalement par les négationnistes (climato-sceptiques) au GIEC. Le GIEC est une institution « engagée » qui s'instaure comme un lieu de pouvoir politique en suggérant des mesures contre le réchauffement climatique. Par ailleurs, des laboratoires profitent de la théorie du réchauffement, par les subsides qu'ils reçoivent pour mener leurs recherches dans le bon sens. Enfin, le réchauffement climatique n'est pas si grave que cela dans la mesure où il va favoriser certaines régions du globe. On ajoutera que la variabilité naturelle du climat minimise, voire condamne dans l'esprit des négationnistes, le poids de l'intervention humaine dont le GIEC fait état. Pour Richard S. Lindzen (professeur de météorologie à MIT), le GIEC a été créé pour forger un consensus sur le réchauffement climatique alors qu'il n'y a pas, par l'observation et la modélisation, de base absolument crédible sur les ressorts de ce réchauffement. En particulier, on ne tient pas compte du fait que la vapeur d'eau est le plus puissant des GES et qu'elle se répartit dans l'atmosphère à divers niveaux. Pour Vincent Courtillot, c'est l'énergie solaire et ses variations qui constituent la clé de voûte des vicissitudes climatiques actuelles.
- 30 C'est cependant Claude Allègre, par un grand nombre d'interventions dont certaines largement médiatisées et par son livre *L'Imposture climatique*, qui apparaît comme le climato-sceptique le plus actif. Pour lui, le climat est imprévisible, il faut l'observer (certes, quel géographe ne serait pas d'accord !) et tenter de s'adapter à sa variabilité. Si l'on se réfère au caractère chaotique de la dynamique atmosphérique, on ne peut rejeter un tel constat. Il s'ensuit, et on peut également suivre le contradictoire sur ce point, que toute prévision climatique à échéance centennale est discutable. Cependant, Claude Allègre ne peut être suivi dès lors qu'il ne voit pas dans le réchauffement actuel un lien, au moins probable, avec l'augmentation de l'atmosphère en CO₂ (« *l'influence majeure du CO₂ sur le climat n'est pas démontrée* »). D'où la mise en doute du rôle de l'homme. C'est en tout cas l'interprétation, telle que l'auteur de ces lignes la perçoit. Remarque importante dans la mesure où l'on ne sait pas toujours quelle est la

conviction du savant... qui, malgré ses hésitations sur le rôle du CO₂, n'hésite pas à en recommander le piégeage. C'est à partir de là que l'on entre dans un climatisme scepticisme évident : la portée des modèles est réfutée. Même la prévision météorologique modélisée à court terme est contestée (échanges contradictoires entre Claude Allègre et Guy Blanchet), et ceci, bien que cette prévision soit globalement très bonne. Le GIEC qui s'appuie sur ces modèles, accepte le lien entre réchauffement climatique et CO₂, et donc introduit le rôle probable de l'homme, est également rejeté (« *je crois que tous les modèles du GIEC sont conceptuellement assez pauvres, très rustiques et peut-être totalement faux !* »). Claude Allègre, reprenant par ailleurs l'argument populaire si souvent entendu, se demande comment on peut parler d'un éventuel réchauffement climatique dans la mesure où les dix dernières années ont révélé des hivers froids dans l'hémisphère boréal, dont 2008-2009 et 2009-2010 (« *on a délibéré à Copenhague-décembre 2009- sur un réchauffement de la planète de 2°C alors qu'une tempête de neige s'abattait sur l'Europe et les Etats-Unis et qu'en bien des régions, il faisait soudain un froid polaire* »). C'est faire là une confusion dans les échelles spatiales, dans la mesure où les hivers froids sur une partie de la planète... n'affectent pas toute la planète, et plus encore dans les échelles temporelles, avec l'assimilation du temps court des types de temps ou des temps d'une saison avec le temps long des tendances climatiques. Attitude que l'on retrouve lorsque Claude Allègre se demande comment on peut faire des prévisions sur le long terme, quand on n'est pas capable d'en faire de bonnes à quelques jours (ce qui est sévère pour les prévisionnistes, comme on vient de le voir). En tout état de cause, ces remarques oublient que le défilé des types de temps et même le caractère pris par certaines saisons, est d'un tout autre ordre que la prévision des futurs climats.

- 31 On voit que la question du réchauffement climatique et de son évolution possible vers un changement de climats n'est pas simple et qu'elle provoque un débat scientifique redoutable. On entre ainsi dans des affrontements que les médias ont attisés et qui ont fini par ébranler la communauté et les institutions scientifiques les plus respectables ; pétition contre les climatisme sceptiques, et surtout contre Claude Allègre, présentée au ministère de l'Enseignement supérieur avec arguments à l'appui ; manifestation au sein de l'Académie des Sciences : libres propos d'Académiciens où les Académiciens de tous bords se sont expliqués et, pour terminer, position de l'Académie rappelant la pertinence de ceux qui professent que la terre se réchauffe et que l'homme n'y est sans doute pas pour rien (rapport diffusé le 28 octobre 2010).
- 32 Ce qui a déboussolé le grand public, incapable de savoir si la terre se réchauffe ... quand il a froid et, si réchauffement il y a, quelle en est la cause et le degré de risque. Mais, ce qui est beaucoup plus grave, c'est qu'il y a eu, parallèlement, disparition de tout un pan de la Climatologie géographique. La répartition des climats du globe (la mosaïque climatique du globe) a disparu, de même que la relation des échelles, du global au local. Dans ces conditions, où en sont les géographes-climatologues ? Ont-ils encore une problématique crédible et porteuse d'avenir ?

Le retour des géographes–climatologues

La poursuite des travaux et la position dominante

- 33 L'intérêt se confirme pour la climatologie appliquée, au sein des laboratoires, de la commission française de climatologie et de l'AIC. Toutefois, une réflexion théorique est maintenue. Les géographes-climatologues s'interrogent eux aussi sur le réchauffement climatique, mais largement « en interne ». On doit pouvoir affirmer que la majorité d'entre eux acceptent l'intervention possible de l'homme. Ils insistent cependant sur la part d'incertitude qui domine la question et ses conséquences. On situera dans cette tendance des chercheurs comme P. Carrega, G. Beltrando, D. Lamarre (*Chroniques de climatologie* dans *Historiens et Géographes*, et avec P. Pagny, dans *Climats et Sociétés*), G. Blanchet, J. P. Chabin etc.. On doit mettre à part l'école de climatologie de Lyon III dont l'inspirateur, aujourd'hui disparu, est M. Leroux. M. Leroux et ses disciples professent un négationnisme militant assorti d'une vision de la dynamique de l'atmosphère largement basée sur les anticyclones mobiles polaires (les AMP), ce qui privilégie nécessairement les processus de refroidissement. Les climatologues-géographes sont restés, quoi qu'il en soit, hors du grand débat relatif au réchauffement climatique jusqu'à une date très récente. Seules, les positions de M. Leroux ont été véritablement médiatisées. Ce qui a eu comme conséquence de faire en sorte que tous les géographes ont été catalogués comme étant plus ou moins négationnistes. Ceci d'autant plus que quelques géographes – climatologues se sont rapprochés de l'école de Lyon III (J. P. Vigneau).
- 34 Le négationnisme de quelques géographes-climatologues (et de géographes non climatologues séduits par la contestation) a maintenu l'ensemble de la géographie à la marge. Pourtant dans les années très récentes, au plus fort du débat entre modélisateurs et climato- sceptiques, les climatologues-géographes semblent être en mesure de se réinvestir et de reprendre, dans le débat général, la place qu'ils n'auraient jamais dû quitter.

Une réaction médiatisée de tonalité climato-sceptique, inspirée par la Société de Géographie

- 35 L'année 2010 est celle où la Société de Géographie publie dans sa revue *La Géographie* un numéro où l'on pose la question *Faut-il s'inquiéter pour la Terre ?*, et sous la direction de S. Brunel et de J. R. Pitte, un livre *Le ciel ne va pas nous tomber sur la tête* regroupant le témoignage de quinze géographes. L'ouvrage s'intéresse, à partir du réchauffement climatique, aux questions environnementales. Si de nombreuses et importantes positions prises par les auteurs du livre emportent l'adhésion, il n'en demeure pas moins que l'intention est, pour les inspireurs, d'aller à l'encontre des modélisateurs (prédisant des difficultés à échéance) et à l'encontre du GIEC (et, par la même occasion, contre les écologistes appelant à « sauver la terre », ce qui n'est qu'une outrance d'une interprétation du GIEC, car, comme l'indique judicieusement A. Miossec dans *Faut-il s'inquiéter pour la Terre* : « sans doute manipule-t-on un peu le GIEC en lui faisant dire ce qu'il ne dit qu'avec de nombreuses précautions de langage »). L'attitude de G. Rossi, et dans l'ouvrage, et dans l'article qu'il signe dans le numéro de la revue *La géographie* sous le titre *Brève histoire d'une réussite : le réchauffement climatique* (où il parle d'une

manipulation d'opinion à l'échelle planétaire !) est claire sur la philosophie de la Société de Géographie. Ce que confirme l'attribution, également en 2010, du Grand prix de ladite Société à C. Allègre pour son ouvrage (en collaboration avec D. Montravon) *L'imposture climatique ou la fausse écologie*. Par-là, la Société de Géographie bascule bel et bien dans le climato-scepticisme et s'inscrit en opposition avec la majorité des géographes –climatologues, dont on sait qu'ils n'épousent pas les positions négationnistes. On comprend alors les réactions virulentes des responsables de la climatologie géographique adressées à J.-R. Pitte, président de la Société : P. Carrega, président de la commission française Climat et société, et M. Erpicum, président de l'Association Internationale de climatologie francophone (l'AIC), à quoi on ajoutera les protestations de beaucoup d'autres, dont G. Blanchet. Comme il a été noté par Sylvestre Huet dans *Libération* en novembre 2010, *Claude Allègre divise les géographes...* on pourrait ajouter, après avoir divisé les membres de l'Académie des Sciences ! L'affaire est trop sérieuse pour que l'on ne s'arrête pas sur ce qui a pu amener certains géographes à s'engager de cette manière dans le débat du réchauffement planétaire.

- 36 Disons-le tout net. Nous sommes d'accord pour réagir contre le retour des peurs millénaristes, pour dénoncer l'idée de bouleversements générateurs de catastrophes annoncées. L'auteur de ces lignes, qui se situe entre négationnisme et catastrophisme ne peut, en effet, accepter la perspective, véhiculée dans des journaux à grande diffusion (*Paris-Match*), d'une montée des eaux marines qui aboutirait à faire de l'extrémité occidentale de l'Armorique... une île, et de mettre la Tour Eiffel, « les pieds » dans l'eau (on a vu que les grands inlandsis polaires n'étaient pas à la veille de la fonte). On ne saurait, de même, accepter comme solution à l'arrivée des périls, une politique environnementaliste de récession, alors que, jusqu'à un certain seuil il est vrai, l'homme peut s'adapter aux modifications de son environnement.
- 37 Il ne faudrait toutefois pas oublier que la géographie n'est pas faite pour défendre un point de vue mais pour décrire la réalité et tenter de la comprendre. Le géographe n'a pas à affirmer que tout va plutôt bien ou que tout va mal, il observe et il constate que la terre n'est ni en péril extrême ni en parfaite santé. Les réserves que nous affichons à l'égard de l'ouvrage édité par la Société de Géographie et son choix de l'ouvrage de Claude Allègre concernent donc moins le volet environnemental que le volet climatique qui lui est associé.
- 38 Force est alors de se tourner vers l'article de climatologie du panel de géographes choisi pour le livre : l'article de Martine Tabcaud intitulé *Le réchauffement climatique « c'est grave docteur » ?* Il faut avouer qu'ajouté à *Le ciel ne va pas nous tomber sur la tête*, et à *L'imposture climatique*, la couleur est annoncée. On ne peut pas trouver beaucoup d'articles dont le libellé soit plus ironiquement sceptique. Le fait est que c'est le scepticisme qui domine le texte de l'une des personnalités les plus médiatisées de la climatologie géographique actuelle. L'explication anthropique du réchauffement semble bien être contestée à partir du constat que « *le réchauffement d'ensemble depuis un siècle et demi s'inscrit dans une fourchette (qui) n'excède pas pour le moment la variabilité naturelle de l'Holocène soit, depuis environ dix mille ans* ». En conséquence le GIEC n'est pas épargné.
- 39 On aura compris que l'auteur de ces lignes ne peut adhérer à une telle position, quelle que soit l'estime scientifique qu'il porte à celle qui l'adopte, comme il va le montrer à propos d'autres circonstances.

Un événement prometteur : le colloque des hautes latitudes d'Evian (2010)

- 40 Ce colloque² mené avec des spécialistes russes des très hautes latitudes sibériennes a apporté de précieux enseignements dans le cadre du réchauffement climatique. C'est cependant le débat instauré entre M. Tabeaud et le vice-président du GIEC, J. Jouzel qui retiendra notre attention. Pour J. Jouzel, l'intervention de l'homme dans le réchauffement global de la planète est, depuis le milieu du XX^e siècle, l'hypothèse privilégiée ; l'homme aura à affronter la confirmation de cette situation d'ici la fin du siècle. C'est cette vision globale que M. Tabeaud entend discuter, du moins en ce qui concerne les échelles d'approche d'un réchauffement qu'elle admet. Pour elle, les échelles de temps et d'espace ont une importance majeure dans l'affaire. Les projections climatiques (contrairement aux prévisions météorologiques) appartiennent au temps long. Or ce temps long n'est pas aussi maîtrisable que les modèles climatiques ne le font penser. Il est illusoire, en particulier, de croire pouvoir maîtriser la temporalité des sociétés humaines en direction du futur. La part d'incertitude qui recouvre les échelles temporelles se retrouve avec les échelles spatiales. La globalisation spatiale, qui est le niveau d'approche majeur des modèles, révèle une incomplétude que seule peut combler la descente vers les échelles d'espaces plus fins (les territoires géographiques vont des grands compartiments aux régions puis aux espaces locaux, voire aux espaces micro-climatiques, là où les modèles n'accèdent pas).
- 41 Il y a là une position à laquelle l'auteur de ces lignes adhère totalement parce qu'il la considère comme fondamentale dans le débat concernant le réchauffement climatique.
- 42 On retrouve ainsi un thème évoqué plus haut et qu'A. Miossec a parfaitement défini dans son article publié dans *La géographie* (Faut-il s'inquiéter pour la Terre), lorsqu'il souligne que c'est l'emboîtement des échelles qui manque le plus souvent dans les travaux et que ce sont les géographes qui ont leur mot à dire pour remédier à cette carence. Le fait est que la question du réchauffement climatique illustre bien la nécessité de l'investissement des géographes. Une preuve de cette affirmation est donnée par la contribution majeure à la climatologie fine que le couple de géographes P. et G. Escourrou livra jadis, à des niveaux d'échelle où les modèles n'avaient pas et risquent de n'avoir jamais accès. D'autres géographes de terrain ont d'ailleurs délivré le même message.

Le colloque de l'AGF 2011

- 43 Le 22 octobre 2011, l'Association de Géographes français invite à réfléchir sur l'importance de la géographie appliquée aux changements climatiques. Le pluriel est ici significatif du désir de sortir du monolithisme du concept imposé par la modélisation, au bénéfice d'une situation plus nuancée en fonction des échelles. Il vaut de souligner la position défendue par D. Lamarre dans ce colloque. Le système climatique n'est pas au centre des préoccupations des géographes. C'est avant tout l'affaire des modélisateurs. La géographie intervient à partir du moment où sont abordés les niveaux d'échelle qui articulent le système global, donc là où se dessine la territorialisation climatique, dans laquelle s'insèrent la présence et l'activité humaine. C'est à partir de là que l'on débouche sur les différents climats de la terre et sur leurs potentialités. On aboutit alors au diptyque fondamentalement géographique que

constitue le lien entre climats et sociétés. L'auteur de ces lignes adhère à cette position, qui permet, aux niveaux d'échelle inférieurs à l'échelle globale de la modélisation, de réinvestir la climatologie dynamique (ou synoptique).

Climatologie et géographie

- 44 Arrivés à ce point de l'analyse, nous devons pouvoir cerner la position de la climatologie des géographes. Elle s'insère avec son originalité **dans** la science des climats ; elle n'est pas en marge de cette science. L'auteur de ces lignes, au moment où s'impose la nécessité de sortir du tumulte scientifique et médiatique dans lequel sont plongés les scientifiques en général et les géographes en particulier, et après cinquante-cinq ans de pratique de cette spécialité, doit prendre ici ses responsabilités.
- 45 La géographie est une discipline qui se situe entre le milieu naturel et l'homme, ce qui revient au dialogue entre géographes physiciens et géographes humains. C'est ce qui a été tenté par l'auteur, en collaboration avec D. Lamarre, dans *Climats et Sociétés*. Toute attitude tendant à éloigner ces deux pôles l'un de l'autre, est une erreur. C'est dans le diptyque géographie physique-géographie humaine, que se situe la climatologie des géographes, celle qui appelle au cloisonnement de la Terre en « faciès » imposés par les « facteurs géographiques » ; sphéricité de la Terre en relation avec la radiation solaire, répartition des continents et des océans, reliefs, végétations, étant donné que l'emprise de plus en plus grande de l'homme sur les milieux fait qu'il est lui-même un facteur du climat, en même temps qu'il y est de plus en plus contraint. Ainsi, la climatologie géographique balaie-t-elle toutes les échelles de l'espace. A travers le jeu des échelles, la climatologie est bel et bien d'essence géographique, son expression la plus courante étant *la mosaïque climatique du globe*.
- 46 Ce que les modélisateurs affrontent essentiellement, c'est la climatologie globale (le réchauffement de la planète) et la climatologie des grands compartiments zonaux. Les échelles régionales et locales sont largement en dehors de leurs analyses, sauf par touches et non dans la cohérence de la mosaïque climatique. Pour J. Jouzel, c'est une approche sur laquelle la modélisation devra se pencher. Or la question qui se pose est celle de savoir si les modèles sont susceptibles d'entrer dans toute la complexité que postulent les échelles fines, du fait de la multiplicité de facteurs singuliers, souvent propres à une région, dont les géographes de terrain sont les mieux faits pour les connaître et les exploiter. La tâche menée par le géographe-climatologue G. Staron dans le but d'obtenir une prévision météorologique pertinente dans une région fortement contrastée, aide à préciser ce point de vue (communication personnelle). Pour lui, certes, il est impossible de se passer des modèles. Ils fournissent le cadre général de la circulation atmosphérique et des indications relatives aux perturbations, aux températures et aux vents. Cependant une prévision fine appliquée à une région montagneuse et morcelée (les départements de la Loire, de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme), implique des connaissances géographiques précises et la familiarité avec les particularités de chaque type de temps, trajectoires de perturbations, comportement des orages etc. Le fait est que G. Staron sait « *comment réagit chaque petit ensemble régional* » et d'ajouter « *il y a là un dosage en fonction de la géographie très important, qui ne s'acquiert qu'au bout de nombreuses années, ce que les modèles ne fournissent pas ou mal* ». A cela on ajoutera encore une remarque, « *c'est en plaine qu'il est bien plus facile de faire des prévisions, car les indications du modèle sont peu déformées* ». Autrement dit, plus le relief

est complexe, plus le savoir-faire du géographe est amené à remplacer celui du modélisateur.

- 47 On est bien là au cœur de notre problématique, même si l'on a conscience que l'exemple choisi relève de la modélisation météorologique et non de la modélisation climatique qui est l'objet des réflexions : le rôle incontournable du géographe-climatologue aux échelles les plus habituelles de l'état et de l'activité humaines. Ce qui n'empêche pas le géographe-climatologue d'avoir une authentique qualification à maîtriser la dynamique climatique à l'échelle de la planète. Si les modélisateurs étaient plus conscients des raisons pour lesquelles l'Himalaya est puissamment enneigé et englacé, ils seraient plus prudents sur le temps et le niveau de recul de ces neiges et de ces glaces, dans le cadre du réchauffement climatique. Ils sauraient, en effet, qu'il convient de tenir le plus grand compte de la puissance de la mousson pluvieuse (l'eau est avec la température, une composante obligée de la neige) dont la conjonction avec l'importance des reliefs, constitue une constante favorable à un enneigement et à un englacement qui ne sont pas prêts de disparaître. Ou c'est tout le dispositif de l'Asie des moussons qui est en cause. Quels sont alors les positions que doivent prendre les géographes-climatologues devant une situation aussi compliquée ? La réponse est double : ils ne doivent pas s'enfermer dans quelque système d'analyse que ce soit, en conséquence (et là est la seconde réponse), ils ne doivent ignorer aucun fait et n'éluder aucun de ceux qui peuvent les plonger dans des situations contradictoires. Ils doivent affronter les certitudes, les probabilités, les incertitudes... et les ignorances.

Les certitudes

- 48 Le réchauffement climatique global et sa corrélation avec une charge accrue en GES ; la régression des glaces polaires continentales et maritimes (notamment la banquise estivale de l'océan arctique) ; la régression des glaces d'altitude (montagnes des latitudes moyennes, montagnes tropicales) ; la montée des eaux marines (eaux de fusion glaciaire, eaux de dilatation thermique) ; la modification des écosystèmes (le témoignage des chercheurs russes au colloque d'Evian : fusion du permafrost, modification de l'hydrologie des fleuves arctiques, en est une excellente illustration).

Les probabilités

- 49 Le rôle de l'homme dans le réchauffement récent, la question restant en suspens sur la part qu'il prend dans ce réchauffement, dans la mesure où les processus naturels continuent de jouer. On doit cependant prendre au sérieux la position du GIEC, réaffirmée à Evian par J. Jouzel, dans la mesure où l'accroissement de l'atmosphère en GES coïncide globalement avec un fort gradient de réchauffement « statistique ». Les contestations sur les courbes ne sauraient effacer l'implacabilité de ce constat.
- 50 Les remarques qui précèdent expriment un certain accord avec les conclusions des modélisateurs, dont il a été pourtant souligné qu'ils ont marginalisé les géographes-climatologues. C'est que l'on en est arrivé au point où ceux-ci n'ont pas d'objection majeure à formuler quant à la cohérence concernant le réchauffement climatique vu par les modélisateurs, sauf à refuser les conclusions catastrophistes par projections discutables en direction d'un futur largement incertain et à refuser un schéma monolithique que les facteurs géographiques diversifient, au point de créer des

évolutions différentielles dans le cadre du réchauffement, voire contradictoires. C'est dire que cet accord avec les modélisateurs n'est que partiel, dans la mesure où ils ne balayaient pas toutes les échelles de la climatologie et plus précisément les échelles régionales et locales ; constat essentiel car il ouvre sur une large palette d'incertitudes, dont toutes n'ont pas été soulevées par les modélisateurs.

Les incertitudes

- 51 On n'insistera pas ici sur des points fort connus. Les modèles donnent une projection d'augmentation thermique, à l'échelle du siècle (1,8 à 4°: ces bornes varient selon les estimations mais restent dans un écart de un à quatre) qui fait que certains maintiennent la prédiction dans le maniable, alors que d'autres prédisent des bouleversements. Cette limite de capacité des modèles généraux s'explique par la difficulté d'intégrer certains facteurs, nuages, phénomènes volcaniques avec intrusion d'aérosols dans l'atmosphère, phénomènes sociétaux, mais aussi de maîtriser les niveaux d'échelles spatiaux. Ce n'est pas tout. En effet, et on n'insiste en général pas suffisamment sur ce point, les mécanismes et les caractères des climats du globe, observés avant toute influence possible de l'homme, demeurent aujourd'hui la règle.
- 52 En l'état actuel des choses, on ne signale aucun bouleversement général (la mosaïque climatique du globe n'est pas d'ores et déjà remise en cause), mais bien plutôt des « retouches » dont certaines sont, certes majeures (la décrue de la banquise arctique, la fonte accélérée du permafrost) mais dont d'autres demeurent modestes, voire insignifiantes. On signalera à ce propos les travaux de F. Pagny-Benito-Espinal. Si le réchauffement climatique est reconnu sur les Antilles, rien d'essentiel ne change pour l'instant, dans les caractères d'un climat bien typé, par rapport à ce qu'ont décrit des observateurs des siècles précédents, qu'il s'agisse du rythme des pluies saisonnières, de leurs excès, de leurs indigences ou du comportement des cyclones. Au point que les modifications environnementales observées par rapport au passé, apparaissent comme étant beaucoup plus le fait de l'homme, avec empreinte due à la colonisation (espèces végétales importées, érosion des sols accrue du fait de modes de cultures agressifs etc.), que du fait d'une évolution du climat. Ce qui n'empêche pas de constater certains écarts par rapport au schéma de circulation.
- 53 Ces remarques sont essentielles car elles doivent permettre de mieux comprendre des paradoxes, dont le fait que des hivers classiques peuvent être significatifs aux latitudes moyennes boréales alors que l'hémisphère Nord se réchauffe... et que sa banquise se rétracte. Le maintien d'hivers aux latitudes dites tempérées, la manifestation de coups de froids sévères jusque dans des régions tropicales (Antilles) constituent un dispositif qui interpelle. Certes, au moment où l'on observe un refroidissement particulièrement profond en un lieu de la planète, d'autres lieux sont affectés par le phénomène inverse. Ceci, dans le cadre d'un réchauffement global incontournable. Il ne faut cependant pas en rester à l'idée selon laquelle ces hivers sévères ne méritent pas attention. En fait, ils entrent dans cette complexité qui est la marque du réchauffement actuel.
- 54 les hivers boréaux récents, dont l'hiver 2010-2011, spécialement froid aux latitudes moyennes (Europe, USA, Canada) en janvier-février 2011, pendant que les températures sont positives en Islande, interpellent. N'assiste-t-on pas à des descentes froides d'origine continentale sur l'Europe de l'Ouest et des remontées chaudes sur l'Atlantique en direction des régions polaires (puissante circulation méridienne) qui donnent le

22/01/2011, jusqu'à +7°C à Reykjavik et -15°C à Montréal, le même différentiel pouvant être noté le 29/01/2011 où on enregistre + 3°C à Reykjavik, quand Montréal est à - 10°. C'est cependant l'hiver 2011-2012 qui doit nous retenir tout particulièrement. Après une entrée d'une grande douceur, cet hiver vient de se manifester par une vague de froid que l'on peut considérer comme l'une des plus sévères des dernières décennies. On est ainsi passé de manière abrupte (que les scientifiques n'expliquent pas) au froid intense, le renversement de tendance se situant à la fin du mois de janvier, de sorte que la vague de froid s'est déployée sur la première quinzaine de février 2012. Elle correspondait à une puissante invasion d'air polaire issu du continent eurasiatique, corrélatif d'un puissant anticyclone, d'où un renforcement radiatif du froid au fil des jours et une injection advective en direction de l'Europe occidentale, y compris méditerranéenne. Moscou et Kiev restent le plus souvent largement en dessous de -15°C. La France est prise dans le gel (étendues d'eau et cours d'eau, dont la Loire, la Saône etc.). Paris connaît des minima de l'ordre de -7, -8°C...que l'on retrouve aussi à l'occasion à Madrid. C'est que l'Europe méditerranéenne est elle-même durement affectée (neige et froid en Provence, en Italie où Rome connaît la neige etc...). La référence à 1956 devient irrésistible. Mais, et c'est là où l'on retrouve la situation d'hivers précédents, l'Islande est alors dans la douceur, certes toute relative, avec des températures qui, à Reykjavik oscillent le plus souvent entre +3 et +6°C. Il arrive que toutes les stations islandaises aient simultanément des températures positives. C'est que l'on est en présence d'une circulation atmosphérique bloquée méridienne, telle que si l'Europe est « sous le vent » de masses d'airs continentales de Nord-Nord -Est, l'Islande est « sous le vent » de l'air venu de l'Atlantique. Ce qui ne peut manquer d'interpeler dans le contexte de régression globale des glaces arctiques.

- 55 Deux types d'événements sont donc à prendre en compte. Tout d'abord, le maintien d'hivers rudes de forte extension (dans le cas qui vient d'être évoqué, le Japon est fortement concerné par le froid et la neige). Certains scientifiques justifient ces hivers profonds en les liant à la fonte de la banquise arctique d'été. Elle les favoriserait à partir d'un jeu de transfert de flux d'énergie qui modifie la circulation atmosphérique aboutissant à une oscillation arctique négative, c'est-à-dire à cette circulation méridienne que l'on observe effectivement. Or, si l'on s'en tient à l'analyse synoptique pratiquée par les géographes-climatologues, on peut comprendre la juxtaposition de la froidure du continent eurasiatique et de la douceur islandaise (ce qui est le deuxième type d'événement à prendre en compte) par une circulation méridienne de Nord sur le continent eurasiatique et de Sud sur l'Océan comme on l'a souligné ci-dessus. L'Islande est alors sous l'influence de l'Atlantique.
- 56 On assiste finalement au maintien de laboratoires de froid (le laboratoire eurasiatique), même si les sources n'en sont pas nécessairement polaires, et à une banquise minorée soumise aux remontées chaudes ! Autrement dit, le réchauffement climatique s'inscrit dans une dynamique conservatoire qui maintient présents les processus radiatifs et les mouvements atmosphériques classiques. Evidence ... mais les évidences sont trop souvent ignorées.
- 57 C'est donc, pour l'instant encore, au primat des facteurs climatiques « normaux » que l'on a affaire, affectés depuis peu par l'inclusion du facteur humain. Aussi ne peut-on insister sur ce dernier sans tenir compte du fait que le jeu des climats reste dominé avant tout par les facteurs cosmiques, planétaires et géographiques connus, les facteurs planétaires étant les seuls où le rôle de l'homme puisse se manifester avec la

modification de la chimie atmosphérique. Il ne peut donc être question pour nous de donner crédit sans partage à l'extrapolation à cent ans (et à plus forte raison à l'échelle de plusieurs siècles), des courbes qu'expriment les simulations. Il y a trop de faits dont la nature et le poids sont inconnus et qui peuvent peser sur les événements futurs pour que l'on adopte une attitude par trop affirmative. Des effets de compensation sont là, parmi lesquels la prise de conscience des hommes (application du principe de précaution), mais surtout les phénomènes naturels comme le maintien des laboratoires de froids saisonniers ou de froid permanent (la résistance des inlandsis). Car les incertitudes sont inscrites à la fois dans les facteurs naturels et humains. Il convient donc, sachant cela, de diminuer le poids des incertitudes en les affrontant de toutes parts ; ce qui ne peut se concevoir que si l'on n'élude aucun des moyens propres à y parvenir.

Collaboration entre diverses approches de la climatologie

- 58 Le spectacle de climatologues qui se déchirent ou s'opposent n'est pas soutenable. La solution est dans l'acceptation conjointe des approches : climatologie analytique, climatologie synoptique, climatologie diagnostique, modélisation. Il est extrêmement regrettable que l'on assiste actuellement à un démantèlement des postes d'observation météorologique en France, comme le déplore G. Blanchet : plus d'observations humaines à Lyon-Bron. A partir de 2012, rien que dans le Massif Central disparaîtront les stations de Vichy, Guéret, Saint Yan, Saint Etienne, Le Puy, Aubenas, Millau, Mende. Il n'y aura plus d'observation humaine au Mont Aigoual. La tendance est claire : réduire l'observation à l'automatisme et surtout se fier aux modèles pour « construire » les faits. Il y a là une négation de la climatologie observationnelle dans ce qu'elle a d'essentiel, ce qui correspond à une mutilation d'un aspect de la climatologie de base, dont les géographes ne sont pas les seuls défenseurs. En heureuse contradiction avec cette attitude est celle de l'exploitation d'archives météorologiques exhumées et dont le traitement va permettre de caler les résultats des modèles. On est, ici, dans cette collaboration entre les méthodes qui nous paraît être la base même des avancées futures. Au demeurant, cette approche rejoint celle qui a été appliquée par l'auteur de ces lignes et le Comte Charles Roche-Bruyn dans l'exploitation des observations météorologiques faites quotidiennement en Bourgogne, pendant vingt années du Petit Age glaciaire sous Louis XV, par un ancêtre de ce dernier. La méthode, qui a porté ses fruits, était de transposer les descriptions quotidiennes du temps vécu par un notable du vignoble, en temps météorologiques. Il n'était, en effet, pas difficile, étant donnée la pertinence des faits observés au jour le jour, de restituer les conditions cycloniques, anticycloniques, les tendances thermométriques, les temps calmes ou tumultueux etc... Le Petit Age glaciaire, en cette province française, est alors apparu avec des nuances auxquelles des travaux généraux ne pouvaient permettre d'accéder. La solution est aussi dans la définition des objectifs. La climatologie est, en ce sens, inséparable de ses connections avec les bilans de l'eau, l'optimisation de l'agriculture et plus largement avec tout ce qui touche aux relations de l'homme avec son milieu. Seule la chaîne établie entre ces différentes approches peut constituer la synthèse doctrinale susceptible d'apaiser les tensions et de fournir un outil puissant de recherche

recouvrant tous les espaces et toutes les caractéristiques d'un milieu extraordinairement complexe.

- 59 Les géographes-climatologues doivent être désormais réintroduits dans un espace scientifique qui, sans eux, laisserait une part d'incomplétude. Leur place est, entre autres, à part entière dans le GIEC. En effet, leur vocation de naturaliste les dispose tout particulièrement à intervenir dans le groupe 2, le plus géographique des trois groupes qui articulent cette instance internationale dont les travaux sont incontournables.

BIBLIOGRAPHIE

On ne rappellera dans ces éléments bibliographiques que des parutions 2010 et 2011.

Allègre C., Montravon D., 2010. *L'imposture climatique ou la fausse écologie*. Paris, Plon.

Brunel S., Pitte J.-R., 2010. *Le ciel ne va pas nous tomber sur la tête*. Paris, Lattès.

Garnier E., 2010. *Les dérangements du temps, 500 ans de chaud et de froid en Europe*. Paris Plon.

Jeandel C., Mosseri R. (dir.), 2011. *Le climat à découvert, outils et méthodes en recherche climatique*. Paris, CNRS, Editions.

Le Treut H., 2009. *Nouveau climat sur la Terre*, Paris, Flammarion.

Orsenna E., Petit M. (présentateurs d'un ensemble d'interventions), 2011. *Climat ; une planète et des hommes*. Paris, Cherche-midi.

Pagney P., 2010. *Le réchauffement climatique, l'évolution des milieux physiques et leurs conséquences humaines - Le bilan du colloque : éléments pour un bilan du changement climatique dans les Nord*. Quatrièmes dialogues européens d'Evian, 27-29 mai 2010.

Société de géographie, 2010. Faut-il s'inquiéter pour la Terre ? *La Géographie*, n° 1535, Paris.

Société de géographie, 2011. Discours de J. R. Pitte et Cl. Allègre à propos de la remise à Cl. Allègre du Grand prix de la Société de géographie. *Bulletin de liaison des membres de la Société de géographie*, n° 13.

Staune J., 2010. *La science en otage*. Paris, Presses de la Renaissance.

NOTES

1. *La Rouge et la Jaune*, L'effet de serre, 2000, <http://www.lajauneetlarouge.com/article/evolution-du-climat-du-passe-recent-vers-le-futur>

2. Actes édités en 2011 par EURCASIA sous la responsabilité de Martine Tabeaud et Alexandre Kislov.

AUTEUR

PIERRE PAGNEY

Pierre Pagney, pierre.pagney@orange.fr , est Professeur Émérite à la Sorbonne (Université Paris IV)