

Controverses climatiques

Sciences et politique

*Sous la direction d'Edwin Zaccai,
François Gemenne et Jean-Michel Decroly*



SciencesPo.
Les Presses

Catalogage Électre-Bibliographie (avec le concours de la Bibliothèque de Sciences Po)

Controverses climatiques : sciences et politique / Edwin Zaccai, François Gemenne, Jean-Michel Decroly (dir.). – Paris : Presses de Sciences Po, 2012.
– ISBN 978-2-7246-1239-4

RAMEAU :

- Sciences : Aspect politique
- Controverses scientifiques
- Information scientifique
- Conseillers scientifiques
- Climat : Changements : Aspect politique

DEWEY :

- 306.45 : Sociologie de la science
- 363.7 : Problèmes de l'environnement
- 551.6 : Climatologie et temps

Couverture : ???

La loi de 1957 sur la propriété intellectuelle interdit expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit (seule la photocopie à usage privé du copiste est autorisée).

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 3, rue Hautefeuille, 75006 Paris).

Chapitre 2 / LA COMPLEXITÉ DES DONNÉES CLIMATIQUES ÉTENDUE, TRAITEMENT, CONTROVERSES

Paul N. Edwards

Comment s'est construite la science du climat ? Comment les données climatiques sont-elles rassemblées, traitées, interprétées ? Paul Edwards retrace ici l'histoire de la constitution des bases de données climatiques et les problèmes posés par leur harmonisation. Sa contribution apporte un éclairage essentiel sur la manière dont la science se fabrique, et sur les incertitudes inhérentes. En même temps, elle démontre la très grande attention des scientifiques à la validité des données. Ces éléments permettent de mettre en perspective les controverses « sceptiques » et leur avenir possible.

Mots clés : modèles climatiques – infrastructures de données – relevés de températures – « Climategate » – informatique – mesures – modélisation – « science studies ».

En novembre 2009, une personne ou des personnes inconnues – soit un hacker, soit un employé mécontent – divulgua sur internet des milliers de courriels et des fichiers de données climatiques de la Climatic Research Unit (CRU) de l'Université d'East Anglia au Royaume-Uni. Depuis les années 1980, la CRU maintient une base de données climatiques généralement considérée comme la plus complète au monde. Elle entretient de forts liens avec le Hadley Centre du Royaume-Uni, l'un des premiers centres de modélisation climatique globale, ainsi qu'avec le ministère américain de l'Énergie, qui contribuent à fournir des données mondiales sur le climat et de l'expertise dans l'analyse de ces données. La tempête qui suivit cette divulgation aura de lourdes conséquences sur la confiance du public envers les climatologues et le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)¹. L'épisode

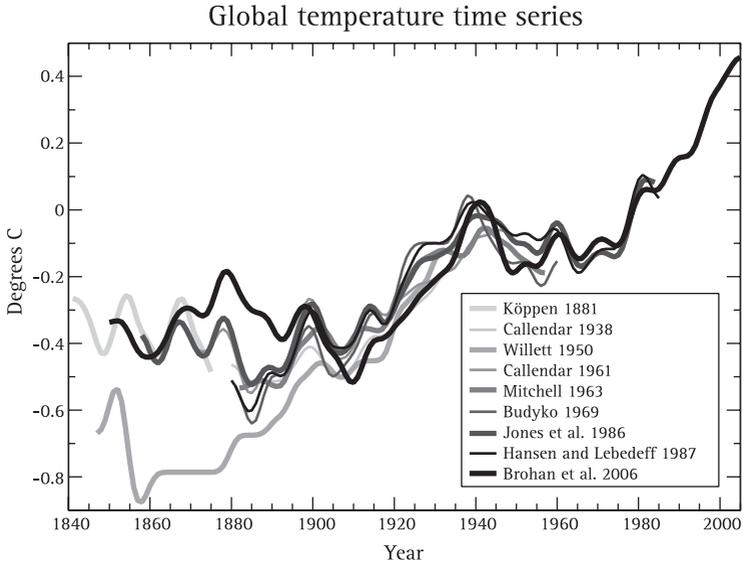
1. D'autres contributions de ce volume reviennent également sur ces événements, voir en particulier V. Masson-Delmotte, y compris sur la question de « cacher le déclin ».

déstabilisa les négociations du Sommet de Copenhague de décembre 2009 et fut considéré, dans certains discours populaires, principalement aux États-Unis et au Royaume-Uni, comme le « coup de grâce » porté à l'idée de l'origine humaine du réchauffement planétaire.

Cet événement suivit l'adoption par le Royaume-Uni, en 2005, d'une nouvelle loi sur la liberté de l'information administrative, le Freedom of Information Act (FOI). En raison d'un nombre croissant de demandes réalisées en vertu de cette loi, une mentalité de forteresse assiégée se développa au sein de la CRU. Durant l'été 2009, 105 demandes visant des dossiers de la CRU furent enregistrées – dont 58 de la part de Steve McIntyre, fondateur du blog « sceptique » *Climate Audit*, qui demande depuis 2002 que soient rendues publiques les bases de données brutes de la CRU. (La grande majorité de ces bases de données étaient déjà publiques, à l'exception de quelques-unes, propriétés de certains pays qui n'autorisaient pas la CRU à les publier.) En juillet 2009, McIntyre se réjouit sur son blog qu'une « taupe » lui ait fourni la base de données complète de la CRU : « OK, vous savez quoi ? Je viens de recevoir une version CRU avec les données pour chaque station de leur liste de stations. »

Parmi les milliers de courriels dérobés, les sceptiques en ont trouvé quelques-uns qui semblent exprimer (selon eux) une intention de manipuler les données qui ne confirmeraient pas la tendance au réchauffement planétaire. Les sceptiques envers le changement climatique se saisirent alors de l'occasion pour affirmer que les données avaient subi des manipulations illégitimes, voire même des falsifications. Aux États-Unis, le sénateur républicain James Inhofe demanda une enquête criminelle sur les dix-sept scientifiques américains impliqués, en soutenant que « les scientifiques discutent la possibilité de manipuler les données pour y trouver leurs résultats préférés ». Précisons que l'objet de ces données était la ligne désignée par « Brohan *et al.*, 2006 » dans la figure 2, qui montre la hausse de la température globale de surface depuis les années 1850.

Figure 2 : Plusieurs analyses publiées de changements dans la température moyenne sur de très grandes régions (analyses globales sauf Köppen, Callendar, 1961, et Budyko, 1969)².



Source : à venir.

Certains courriels révèlent sans doute une conduite peu recommandable de la part de scientifiques, par exemple une discussion sur les techniques permettant d'empêcher les sceptiques de publier leurs articles dans certaines revues scientifiques. Cependant, les plus célèbres des courriels ont fait l'objet d'une surinterprétation par les médias et les sceptiques. Par exemple, quand le directeur de la CRU Phil Jones parle de « Mike's *Nature* trick », il fait référence non pas à une tromperie mais à une astuce permettant de réaliser aisément une chose compliquée. Quand il parle de « cacher le déclin », il ne s'agit pas d'un déclin de la température globale, mais de la baisse, depuis les années 1960, de la fiabilité des cernes de troncs d'arbres comme

2. Avant les travaux de Jones et de ses confrères publiés en 1986, le nombre maximum de stations utilisées dans ces analyses était de 450. Source : GIEC, Climate Change 2007 : The Physical Science Basis, Cambridge, Cambridge University Press.

mesures indirectes de la température. Les causes de ce déclin restent inconnues, la diminution globale dans la proportion de lumière solaire atteignant la surface pourrait entre autres y jouer un rôle.

Par la suite, toute une série d'enquêtes disculpèrent la CRU ainsi que les institutions américaines mises en cause : celle de Lord Oxburgh, commanditée par la Royal Society ; l'évaluation indépendante de Sir Muir Russell ; le rapport du Comité des sciences et technologies de la Chambre des communes ; et l'évaluation du cas de Michael Mann par la Pennsylvania State University. Il n'empêche que le « Climategate » était entré dans le domaine des légendes urbaines comme synonyme de fraude scientifique. La manipulation délibérée de données par les scientifiques – motivés par leur désir supposé de créer une crise inexistante, justifiant ainsi des dépenses publiques dans leurs projets de recherches – est devenu un article de foi aux États-Unis non seulement pour le « Tea Party », mais aussi chez les républicains modérés.

La connaissance climatique et l'inversion de l'infrastructure des données

D'ou viennent les données climatiques ? Et comment se fait-il que l'on puisse les remettre en cause après plusieurs décennies d'examen approfondi, notamment par la CRU ? La réponse à cette question exige de considérer ce que j'appelle « l'infrastructure des données climatiques ». Cet examen nous mènera aussi à une compréhension nouvelle de la nature de la politique du climat.

Au départ, constatons que l'étude scientifique du climat comprend deux aspects, un aspect spatial et un aspect temporel. Tous deux posent des problèmes de collecte et de calibrage. Rassembler des données systématiques, provenant du monde entier, constitue un rêve de la météorologie depuis les années 1830. Mais comment rassemble-t-on des données météorologiques et climatiques pour la planète entière ? Et comment les calibrer les unes par rapport aux autres ? Comment s'assure-t-on que les indications des instruments à Paris correspondent aux indications des instruments à San Francisco, Auckland ou Johannesburg ? Quant à l'aspect temporel, comment est-il

possible de retrouver les données de stations météo fermées depuis un demi-siècle voire davantage ? Comment comparer le réseau d'observation des années 1880, lorsqu'il n'existait que quelques centaines de stations météo, au réseau des années 2000, qui en compte plusieurs milliers ? Ou encore, comment peut-on s'assurer que les indications d'un thermomètre de 1910 correspondent à celles d'un thermomètre moderne ?

Les météorologistes s'efforcent de mettre en place un réseau international d'observation depuis les années 1850, quand le télégraphe permit pour la première fois le partage de données quasiment en temps réel. Depuis lors, en Europe, en Amérique du Nord et un peu partout dans les colonies de l'époque, on établit des services météorologiques nationaux ainsi que l'enregistrement systématique d'indications météorologiques dans les journaux de bord marins. En 1873, les directeurs des services météorologiques nationaux fondent l'Organisation météorologique internationale (OMI), qui entama le lourd travail de réconcilier les normes d'observation avec les unités de mesure. En 1900, le grand météorologiste français Léon Teisserenc de Bort imagine un « réseau mondial » d'échange de données par télégraphe. Cette vision ne fut pas réalisée telle quelle mais l'OMI établit un réseau mondial moins ambitieux. Ce réseau rassemblait (par la poste) les moyennes climatologiques de 500 stations bien distribuées sur la Terre entre les latitudes de 80 °N et 61 °S. Dès 1910, le Réseau mondial publie ses données sous forme de rapport annuel. Aux États-Unis, la Smithsonian Institution établit les *World Weather Records* (WWR), une compilation décadaire des données climatologiques moyennes tirées de quelques 380 stations de surface réparties dans le monde entier.

Jusqu'aux années 1980, ces deux publications (et les *Monthly Climatic Data for the World*, successeur des *World Weather Records*) constituaient l'unique ensemble de données climatologiques mondiales. Il existait bien sûr des bases de données nationales et maritimes beaucoup plus détaillées. Mais, à l'époque, la grande majorité des études climatologiques se concentraient sur le climat d'un pays ou d'une région. Avant les ordinateurs et les réseaux électroniques, rassembler tous ces enregistrements dans un seul lieu demeurerait extrêmement difficile.

J'appelle ce phénomène « la friction des données » pour rendre compte du coût (en temps, énergie et attention humaine) de la collecte, du traitement, du transport, du stockage, de la gestion et de l'accès aux données en tant qu'objets concrets. Cette friction était évidemment beaucoup plus importante lorsque les données étaient enregistrées sur les médias pré-électroniques tels que des formulaires de papier et des cartes perforées. Mais elle n'a pas du tout disparu de nos jours. La friction des données reste considérable dans le cadre du travail scientifique, où la taille des bases de données augmente sans cesse. Aujourd'hui, l'envoi de 30 To³ de données, par exemple, va beaucoup plus lentement par internet qu'en les envoyant par poste aérienne sur disques durs.

Pour ne rien arranger, le xx^e siècle donne lieu à une véritable avalanche de données nouvelles. Aux instruments traditionnels – thermomètres, baromètres, anémomètres, jauges de précipitation – se sont ajoutées dans les années 1950 les radiosondes, qui fournissent pour la première fois des informations bien contrôlées sur l'atmosphère au-dessus du sol. Les transports aériens sont également une nouvelle source de données « aérologiques ».

Il a fallu attendre le milieu des années 1950 et l'apparition progressive de la modélisation – c'est-à-dire la simulation mathématique – pour que toutes ces données puissent commencer à être utilisées de concert. Pour représenter l'atmosphère mathématiquement, la prévision numérique du temps (PNT) a recours à une maille tridimensionnelle, composée de points contenant chacun les valeurs d'un ensemble de variables telles que la température, l'humidité, la vitesse et la direction du vent. Peu après, par la même technique, les scientifiques créèrent les premières simulations de la circulation générale de l'atmosphère à long terme – c'est-à-dire des modèles du climat de la Terre. Dans le même temps, pour nourrir les modèles PNT et construire une image plus précise du climat planétaire, les scientifiques mettent au point des systèmes de traitement de données, capables d'interpoler les enregistrements actuels et historiques – qui ne sont évidemment pas pris sur une grille quelconque – et les mailles régulières des modèles.

Les satellites météo firent leur apparition dans les années 1970. En orbite polaire, ces satellites passent au-dessus de la planète entière toutes les douze heures, réalisant ainsi le rêve ancien d'un instrument panoptique permettant de voir le monde entier d'un œil unique. Cependant l'interprétation des données satellitaires s'avère extrêmement complexe. Leurs capteurs enregistrent le rayonnement d'un vaste volume d'atmosphère en dessous de leur orbite, au lieu de prendre contact avec l'air à un point précis, comme les thermomètres traditionnels. De surcroît, le lien entre la quantité enregistrée (le rayonnement) et les variables météorologiques (température, humidité, etc.) est indirect. Pour utiliser ce genre de données dans les prévisions, ou comme données climatiques, il faut donc avoir recours à des modèles numériques qui les transforment à l'aide d'algorithmes et d'autres données.

Un système global et intégré d'observation, de télécommunication et de traitement des données, appelé la Veille météorologique mondiale (VMM), a été constitué dans les années 1960. Établie pour aider à la prévision du temps, la VMM n'a pas bien pris en compte les besoins uniques d'un système d'observation du climat. Notamment, elle n'a pas anticipé que l'amélioration rapide des instruments d'observation aurait des effets *néfastes* sur les données climatiques. Ces effets proviennent du fait inévitable que chaque modèle de thermomètre, de jauge de précipitation ou de tout autre instrument diffère systématiquement des autres : il peut enregistrer un dixième de degré (par exemple) de plus ou de moins que ses prédécesseurs. Au cours de l'évolution du système d'observation depuis le XIX^e siècle, chaque pays et même chaque station d'observation a réalisé des dizaines de milliers de changements tels que ceux-ci. Cela affecte lourdement le problème du calibrage, aussi bien spatial que temporel. Si l'on est au courant de ces différences, il est possible de faire des ajustements afin de les rendre comparables. Un des problèmes les plus importants posés aux experts est de mettre à jour les données climatiques. C'est ce que j'appelle (selon une formule empruntée à Geof Bowker) « l'inversion de l'infrastructure des données » : on met l'infrastructure à l'envers pour regarder de près comment les données ont été fabriquées. On en examine tous les aspects et même les données « brutes » sont remises en question. On cherche toute sorte

d'informations sur les instruments, les sites, les normes d'observation en vigueur, etc., afin de corriger et d'accorder les données du monde entier. C'est là un travail énorme.

Pendant que les modèles numériques du climat planétaire mûrissaient durant les années 1970, les spécialistes des données climatiques commençaient à numériser les données climatiques historiques et à les « mailler » pour pouvoir les examiner et les comparer avec les résultats des simulations climatiques. Ces efforts ont commencé tout naturellement avec les grands ensembles de données climatiques déjà rassemblés. Vers 1975, aux États-Unis, le Centre national de données climatique (NCDC) et le Centre national de recherche atmosphérique (NCAR) numérisent et combinent les *World Weather Records* et les *Monthly Climatic Data for the World*, produisant ainsi une base de données appelée le *World Monthly Surface Station Climatology* (WMSSC). Le NCAR et le NCDC mettent cet ensemble de données sur bandes magnétiques pour les transmettre aux chercheurs qui veulent s'en servir. Depuis lors, le WMSSC est devenu la base de nombreux ensembles de données ultérieurs, tels que celui du Goddard Institute for Space Studies de la NASA. (la ligne désignée par « Hansen et Lebedeff 1987 » dans la figure 2).

Le rôle central de la CRU d'East Anglia

Au début des années 1980, dans un effort international basé à la CRU (avec la participation du ministère américain de l'Énergie), Phil Jones, Raymond Bradley, Tom Wigley et d'autres chercheurs s'engagèrent dans une tentative systématique de récupération de toutes les données enregistrées par les stations météo depuis 1850. Ils firent appel à de nombreuses bibliothèques et archives météorologiques ainsi qu'aux grands centres de données météorologiques pour trouver des archives de stations non incluses dans les WWR. Avant 1980, les études du climat à l'échelle planétaire n'utilisaient que quelques centaines de stations (voir les lignes désignées Köppen, Callendar, Willett, Mitchell et Budyko dans la figure 2). Par opposition, la nouvelle base de données de la CRU (Jones *et al.*, 1986 dans la figure 2) comprend 2194 stations.

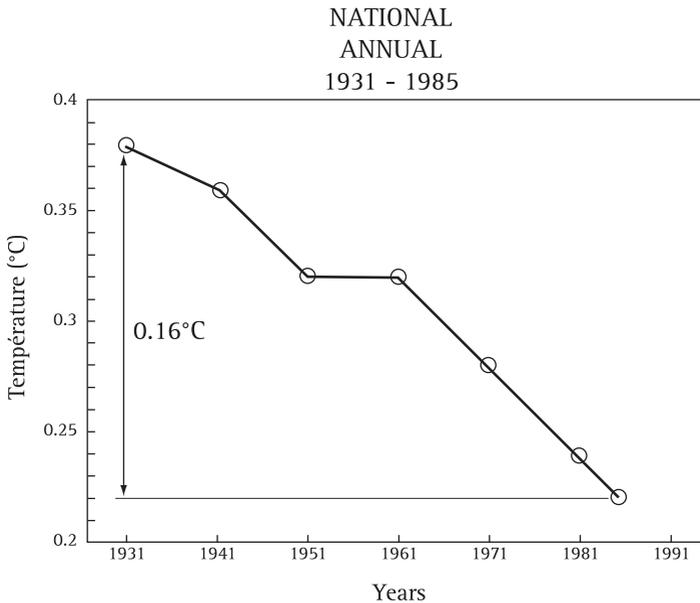
Durant ce travail de récupération systématique, le groupe de chercheurs de la CRU examina minutieusement les données des WWR. Entre autres choses, la CRU découvrit que dans leur souhait de créer une archive définitive, les chercheurs à l'origine des WWR avaient introduit des ajustements complexes dans les données. En ce qui concerne les données américaines, la CRU constata que les WWR comprenaient à la fois « des dossiers qui n'avaient subi aucun ajustement, des enregistrements ajustés pour tenir compte des changements dans les heures d'observation, des dossiers ajustés pour tenir compte de l'emplacement de la station, ces deux ajustements, aucun de ces ajustements, ou quelques ajustements pour une partie du temps seulement » !

Au niveau international, le CRU constata également que les heures d'observation en vigueur « variaient chaotiquement d'un pays à l'autre, voire d'une station à une autre dans le même pays ». De même, jusqu'en 1950, les chercheurs travaillant sur les WWR avaient appliqué une norme stricte pour calculer la température moyenne selon laquelle la moyenne quotidienne devait être calculée à partir de vingt-quatre observations à l'heure. Très peu de stations ayant jamais collecté autant d'informations, les auteurs des WWR appliquèrent un facteur d'ajustement pour les mettre toutes en ligne avec une « vraie » moyenne de 24 heures. En travaillant à rebours à partir des ajustements des WWR, la CRU réussit avec difficulté à harmoniser ces données. Pourtant, les chercheurs des WWR ont insuffisamment documenté d'autres ajustements réalisés, laissant aux futurs scientifiques le soin de déchiffrer ce qu'ils avaient fait.

Des modifications dans les heures d'observation et les méthodes de calcul de la température moyenne peuvent avoir un effet considérable sur les moyennes de température. Comme la plupart des stations du « Réseau d'observateurs coopératifs » aux États-Unis sont gérées par des volontaires non rémunérés, ce réseau avait à l'origine établi un « jour climatologique » se terminant au coucher du soleil, c'est-à-dire entre 17 et 20 heures, pour s'adapter aux heures de sommeil des observateurs. À la fin de ce « jour », les observateurs enregistraient le maximum et le minimum pour les 24 heures précédentes. Mais plus tard, le jour climatologique fut décalé. Il se terminait alors à 7 heures du matin. Ce décalage introduisit un biais important dans les données.

Par exemple, « les observateurs qui signalent la température minimale à 7 h, heure locale, peuvent, sous certains régimes climatiques, obtenir le double de jours où les températures sont inférieures à 0 °C par rapport à la situation où ces mêmes observateurs auraient rapporté le minimum de 24 heures à 17 h, heure locale ». Cela et d'autres changements dans la norme des heures d'observation ont produit une réduction artificielle de la température moyenne annuelle des États-Unis de 0,16 °C durant la période 1931-1985 (figure 3). De même, ni le jour finissant à 7 h ni celui finissant à 17 h ne sont synchronisés avec le jour civil, qui se termine à minuit. Cependant, les moyennes des jours climatologiques sont systématiquement attribuées au jour calendrier où ils finissent. L'utilisation du jour climatologique peut ainsi déplacer des minima du premier ou dernier jour d'un mois vers le mois précédant ou suivant, altérant ainsi la moyenne mensuelle.

Figure 3 : Changements dans la température moyenne nationale aux États-Unis, attribuables aux changements (points entourés) dans la norme des heures d'observation



Source : T. Karl *et al.*, « Detecting Climate Variations and Change, New Challenges for Observing and Data Management Systems », *Journal of Climate*, 6 (8), 1993, p. 1486.

En parallèle au travail des centres visant les données atmosphériques, l'International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (ICOADS) a pris pour terrain dès 1981 les 70 % de la surface terrestre occupés par les océans. Ce projet prépare une version numérisée de l'atmosphère marine et des températures de la surface de la mer à l'aide des journaux de bord marins, collectés depuis 1854. Des versions numériques de certains de ces dossiers avaient déjà été créées dès les années 1890 par le Bureau hydrographique américain, sur des cartes perforées Hollerith. Pendant et après la deuxième guerre mondiale, les États-Unis et d'autres pays ont partagé leurs cartes, les ont recodées dans un format unique et ont finalement enregistré les données qu'elles contenaient sur bandes magnétiques. En 1981, ces diverses sources numérisées comprenaient quelque 70 millions d'indications météorologiques.

Comme toute base de données, celle-ci souffre de problèmes d'homogénéité, certains problèmes étant uniques aux données marines. Par exemple, pour mesurer la température de surface de l'eau de mer (SST) au XIX^e siècle, les marins prenaient un échantillon de cette eau dans des seaux. Certains de ces seaux étaient isolés, tandis que d'autres ne l'étaient pas. La différence entre les deux pouvait atteindre plus de 2 °C. Avec l'avènement des navires à propulsion, de nombreuses flottes passèrent à une nouvelle technique : l'enregistrement des températures par un capteur dans l'orifice d'admission d'eau de refroidissement du moteur. La chaleur dégagée par le moteur pouvait cependant augmenter la valeur détectée si le capteur était à proximité. La profondeur exacte de l'orifice d'admission du moteur affectait également les indications. Récemment, en récupérant des documents tels que le *Lloyd's Register of Shipping*, les chercheurs ont réussi à expliquer une chute brutale (- 0,3 °C) dans le dossier SST à partir de 1945. Il apparaît en effet qu'entre 1942 et 1945 les données de l'ICOADS provenaient de navires utilisant des capteurs dans l'orifice d'admission du moteur, tandis qu'à partir de 1945, elles provenaient de navires utilisant des seaux. Cette baisse fallacieuse, si elle est confirmée, sera corrigée dans les versions futures de données SST.

En 1986, la CRU a combiné les données marines de l'ICOADS avec ses données de surface pour produire le premier ensemble de données

qui comprend la totalité de la surface de la Terre (la ligne désignée « Jones *et al.*, 1986 » dans la figure 2). Dans les décennies suivant ces efforts novateurs, on a continué à récupérer de nouvelles archives des stations. En 2006, la troisième grande version de l'ensemble des données de la CRU (ligne désignée CRUTEM3 dans la figure 4) comprend 4 349 stations terrestres, soit deux fois plus de stations que pour la version de 1986. Alors que certains des dossiers additionnels représentent de nouvelles stations établies depuis 1986, on a aussi ajouté de nombreuses autres archives historiques qui avaient été omises des WWR, du MCDW et du WMSSC – et ont été récupérées grâce à la recherche continue de la CRU et des autres centres de données mondiales.

Des infrastructures de données revisitées

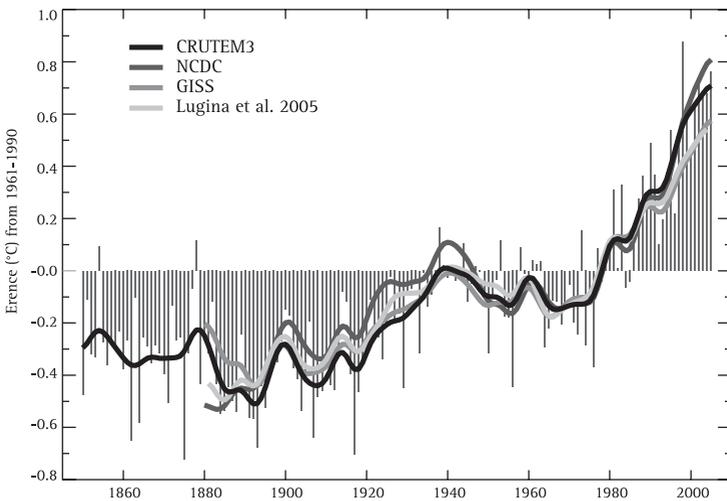
On voit ainsi que la production des grands ensembles de données climatiques mondiales exige « l'inversion » de sa propre infrastructure. Ce système sociotechnique – créé bien avant que l'on ne s'inquiète du climat planétaire – a subi des changements fréquents et non coordonnés de ses instruments, de ses standards et de ses techniques de calcul. Pour reconstruire l'histoire du climat, il faut donc mettre à plat cette infrastructure. Il s'agit d'examiner minutieusement et à de nombreuses reprises chaque source de données, et même chaque indication individuelle, et de les corriger à l'aide de modèles numériques sophistiqués.

Ce qu'on apprend de tout cela est que si l'on veut avoir des données globales, il faut les travailler. On fait cela en inversant les infrastructures pour récupérer des données anciennes, et en utilisant des modèles et des algorithmes pour mélanger des sources de données hétérogènes qui sont inégalement réparties dans l'espace et dans le temps. Depuis les années 1980, de nombreux projets ont élargi le nombre et le type de données disponibles pour ce faire, ainsi que les outils disponibles. Les difficultés liées à ces efforts ont conduit à la concentration de ces travaux dans quelques « centres de calcul », selon l'expression de Bruno Latour, tels que la CRU et le Goddard Institute for Space Studies. Ces efforts produisent

périodiquement des nouvelles versions des ensembles de données mondiales. Et ils continueront à le faire, parce que l'inversion de l'infrastructure des données restera un outil fondamental de la science du climat.

La boîte noire de la science du climat n'est donc jamais fermée ; ce sont les scientifiques eux-mêmes qui la rouvrent continuellement. De l'extérieur, les opérations réalisées sur les données disponibles peuvent être comprises comme une forme de manipulation ; elles doivent pourtant être plutôt considérées comme un exercice nécessaire et un aveu des incertitudes qui les entourent. Cependant un point remarquable est que l'effet de cette production continue n'a pas été d'élargir, mais de réduire l'éventail des tendances de la température mondiale. La figure 4 montre les analyses récentes de quatre laboratoires climatologiques ; on voit bien que les tendances, calculées indépendamment, ne divergent pas de beaucoup.

Figure 4 : Quatre analyses récentes des anomalies de la température de surface



Source : GIEC, *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis*, Cambridge, Cambridge University Press.

Pourquoi les guerres des données n'ont pas de fin

Dans les années 2000, l'arrivée d'internet, des logiciels grand public d'analyse statistique, et d'ordinateurs personnels de grande *puissance* donne la possibilité à n'importe qui, pourvu d'une compétence assez modeste, de télécharger une base de données climatiques, de l'analyser, d'en tirer ses propres conclusions et de « publier » ses résultats sur internet sans les faire vérifier. Et c'est ce qui se passe actuellement. Le site web *Climate Audit*, fondé vers 2004, recommande que toute analyse de données climatiques par les scientifiques soit « audité » par des experts en statistiques, mais qui ne sont pas eux-mêmes climatologues. Comme les autres sceptiques, McIntyre se méfie des climatologues, qu'il soupçonne d'avoir des intérêts personnels et institutionnels à apporter la preuve du réchauffement de la Terre. Mais jusqu'ici, ni ses « audits » ni ceux d'autres sceptiques n'ont trouvé d'erreur grave. À part de très petits ajustements (de l'ordre de quelques centièmes de degré), les audits n'ont rien changé. En même temps, les analyses des grands centres de données se rapprochent – et cette tendance est très significative, par rapport aux analyses antérieures à 1980. Ceci s'observe facilement en comparant les figures 2 et 4. La conclusion du GIEC selon laquelle la Terre a déjà subi un réchauffement compris entre 0,5 °C et 0,9 °C depuis la fin du XIX^e siècle reste donc absolument solide.

D'autres projets, tels que celui de la Climate Code Foundation, tentent actuellement de vérifier les codes-sources des modèles numériques. Tout est donc sur la table : les données, les modèles de données et les interprétations des données. On assiste ainsi à la montée d'une idéologie d'expertise alternative, qui espère contourner les systèmes traditionnels de réputation et de référence tels que l'évaluation par les pairs. Il en résulte que les climatologues, ainsi que leurs données climatiques, font face à un groupe très nombreux d'« évaluateurs » pourvus d'un accès facile et peu coûteux à des moyens de calcul et de publication très puissants.

L'affaire du « Climategate » nous révèle donc un avenir très proche. Depuis toujours, la science affiche des idéaux de transparence et de progrès par la critique ouverte. De nos jours, les possibilités de

transparence sont allées très loin. Au nom de ces idéaux – et sous la pression d'une demande sociale très forte – les scientifiques commencent à rendre disponible sur internet la quasi-totalité de leurs données brutes, ainsi que les résultats de leurs analyses et les codes de leurs modèles numériques (on en y est déjà presque). Ensuite, tout sera évalué directement (« audité ») par des groupes et même par des individus non-experts, mus par un éventail assez large de motivations. Si jamais un laboratoire comme la CRU venait à résister à cette tendance, il y a fort à parier que certains auront recours à des moyens légaux (tels que le FOI) pour tenter de rendre disponibles ces données, résultats et codes. Si cette stratégie ne réussit pas, des fuites volontaires et des tentatives de piratage informatique seront orchestrées pour surmonter n'importe quelle défense légale.

Doit-on regarder ces phénomènes sous l'optique d'une participation populaire et démocratique à la science ? Ne représentent-ils pas uniquement des stratégies illégitimes et opportunistes émanant de groupes de pression politique ? Je crois que cela dépend du cas – mais quoi qu'il en soit, on n'échappera pas à cette évolution.

On peut se permettre d'y voir une certaine ironie. La procédure d'évaluation par les pairs qui est celle du GIEC est sans aucun doute la plus poussée, la plus ouverte et la plus transparente jamais mise en œuvre dans l'histoire de la science⁴. Durant les vingt années de travail du GIEC, les données climatiques ont été soumises à un niveau sans précédent de contrôle et d'évaluation par les pairs. Les audits non-experts n'ont jusqu'ici réussi qu'à renforcer ses conclusions. Loin de révéler une fraude scientifique, la transparence n'a fait que montrer la consistance du consensus qui l'entoure.

Comme toute connaissance scientifique, notre connaissance du climat planétaire reste provisoire et imparfaite. Pourtant, cette connaissance est réelle, et elle est forte, parce qu'elle s'appuie sur une infrastructure mondiale. La connaissance du climat historique est fondée sur des systèmes d'observation anciens et solides, et elle est raffinée par des modèles numériques qui rendent les données commensurables pour préciser de quelle façon la température globale

4. Voir la contribution de Jean-Pascal van Ypersele et Bruna Gaino dans ce volume.

a changé. De cette façon, une large communauté d'experts a atteint depuis plus de vingt ans un consensus stable sur la sensibilité du climat aux émissions de gaz à effet de serre, et sur la réalité de la tendance au réchauffement planétaire. Ce consensus a survécu à de nombreux cycles d'examen et de révision, et a répondu à des critiques venant de tous les milieux imaginables. Cette connaissance survivra.

Bibliographie

- BROHAN (Philip), KENNEDY (John J.), HARRIS (I.), TETT (Simon F. B.) et JONES (Philip D.), « Uncertainty Estimates in Regional and Global Observed Temperature Changes : A New Dataset From 1850 », *Journal of Geophysical Research*, 111 (D12106), 2006.
- CLAYTON (H. Helm), *World Weather Records*, Washington (D. C.), Miscellaneous Collections, Smithsonian Institution, 1927.
- DANIEL (Howard), « One Hundred Years of International Co-Operation in Meteorology (1873-1973) », *WMO Bulletin*, 22 (345), 1973, p. 156-203.
- DEPARTMENT OF METEOROLOGY, COLLEGE OF EARTH AND MINERAL SCIENCES, THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, « RA-10 Inquiry Report : Concerning the Allegations of Research Misconduct Against Dr. Michael E. Mann », février 2010, consultable sur http://www.research.psu.edu/orp/Findings_Mann_Inquiry.pdf
- EDWARDS (Paul N.), *A Vast Machine : Computer Models, Climate Data, and the Politics of Global Warming*, Cambridge (Mass.), MIT Press, 2010.
- GREAT BRITAIN METEOROLOGICAL OFFICE et SHAW (Napier), *Réseau Mondial, 1910 : Monthly and Annual Summaries of Pressure, Temperature, and Precipitation at Land Stations*, London, H. M. Stationery Office, 1920.
- HOUSE OF COMMONS SCIENCE AND TECHNOLOGY COMMITTEE, « The Disclosure of Climate Data from the Climatic Research Unit at the University of East Anglia », mars 2010, consultable sur <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmsctech/387/387i.pdf>
- JONES (Philip D.), WIGLEY (Thomas M. L.) et WRIGHT (Peter B.), « Global Temperature Variations Between 1861 and 1984 », *Nature*, 322 (31), 1986, p. 430-434.
- JONES (Philip D.), *et al.*, « Southern Hemisphere Surface Air Temperature Variations : 1851-1984 », *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 25 (9), 1986, p. 1213-1230.

- JONES (Philip D.), *et al.*, « Surface Air Temperature and its Changes Over the Past 150 Years », *Reviews of Geophysics* 37 (2), 1999, p. 173-199.
- KARL (Thomas R.), QUAYLE (R. G.) et GROISMAN (Pavel Ya), « Detecting Climate Variations and Change : New Challenges for Observing and Data Management Systems », *Journal of Climate*, 6 (8), 1993, p. 1481-1494.
- MCINTYRE (Steve), « A Mole », *Climate Audit*, 25 juillet 2009, consultable sur <http://climateaudit.org/2009/07/25/a-mole/>.
- MENNE (Matthew J.), WILLIAMS JR. (Claude N.) et PALECKI (Michael A.), « On the Reliability of the US Surface Temperature Record », *Journal of Geophysical Research*, 115 (D11108), 2010.
- OXBURGH (Lord Ronald) et SCIENTIFIC ASSESSMENT PANEL, « Report of the International Panel set up by the University of East Anglia to examine the research of the Climatic Research Unit, » avril 2010, consultable sur <http://www.uea.ac.uk/mac/comm/media/press/CRUstatements/SAP>.
- PALUTIKOF (Jean P.) et GOODESS (Claire M.), « The Design and Use of Climatological Data Banks, With Emphasis on the Preparation and Homogenization of Surface Monthly Records », *Climatic Change*, 9 (1), 1986, p. 129-147.
- PEARCE (Fred), « Climate Wars : The Story of the Hacked Emails », *The Guardian*, 9 février 2010, consultable sur www.guardian.co.uk/.
- RUSSELL (Sir Muir), *et al.*, « The Independent Climate Change E-mails Review », juillet 2010, consultable sur www.cce-review.org/pdf.
- SLUTZ (Ralph J.), LUBKER (Sandy J.), HISCOX (Jane D.), WOODRUFF (Scott D.), JENNE (Roy L.), JOSEPH (Dennis H.), STEURER (Peter M.) et ELMS (Joe D.), *Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set, Release 1*, ICOADS, Boulder (Colo.), University of Colorado et US National Center for Atmospheric Research, 1985.
- SPANGLER (Wilbur M. L.) et JENNE (Roy L.), *World Monthly Surface Station Climatology*, Boulder (Colo.), National Centre for Atmospheric Research, Scientific Computing Division, 1984.
- THOMPSON (David W. J.), KENNEDY (John J.), WALLACE (John M.) et JONES (Phil D.), « A Large Discontinuity in the Mid-Twentieth Century in Observed Global-Mean Surface Temperature », *Nature*, 453 (7195), 2008, p. 646-649.
- UNITED STATES SENATE COMMITTEE ON ENVIRONMENT AND PUBLIC WORKS, « "Consensus" Exposed : The CRU Controversy », Minority Staff Report, février 2010, consultable sur http://epw.senate.gov/public/index.cfm?FuseAction=Files.View&FileStore_id=7db3fbd8-f1b4-4fdf-bd15-12b7df1a0b63